

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ALEXANDRE FELIX**

**DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE OCORRÊNCIA
DOS SETORES MORFODINÂMICOS AO LONGO DO ARCO PRAIAL DOS
NAUFRAGADOS, ILHA DE SANTA CATARINA/SC – BRASIL**

Florianópolis

2010

ALEXANDRE FELIX

**DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE OCORRÊNCIA
DOS SETORES MORFODINÂMICOS AO LONGO DO ARCO PRAIAL DOS
NAUFRAGADOS, ILHA DE SANTA CATARINA/SC – BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Geografia, área de concentração Utilização e Conservação dos Recursos Naturais, do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, para a obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho

Florianópolis

2010

Catálogo na fonte elaborada pela Biblioteca Universitária da
Universidade Federal de Santa Catarina

F316d Felix, Alexandre
Determinação dos limites de ocorrência dos setores
morfodinâmicos ao longo do arco praial dos Naufragados, Ilha de
Santa Catarina/SC - Brasil [dissertação] / Alexandre Felix ;
orientador, Norberto Olmiro Horn Filho. – Florianópolis, SC, 2010.
233 p.: il., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de
Pós-Graduação em Geografia.

Inclui referências

1. Geografia. 2. Enseadas. 3. Hidrodinâmica. 4. Naufragados,
praia de (SC). 5. Análise tridimensional. 6. Setorização
morfodinâmica. I. Horn Filho, Norberto Olmiro. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Geografia. III. Título.

ALEXANDRE FELIX

**DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE OCORRÊNCIA
DOS SETORES MORFODINÂMICOS AO LONGO DO ARCO PRAIAL DOS
NAUFRAGADOS, ILHA DE SANTA CATARINA/SC – BRASIL**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Geografia, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Geografia, área de concentração Utilização e Conservação dos Recursos Naturais, do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de setembro de 2010.

Prof^a. Magaly Mendonça, Dr^a.
Coordenadora do Programa

Banca examinadora:

Prof. Norberto Olmiro Horn Filho, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Antônio Henrique de Fontoura Klein, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ulisses Rocha de Oliveira, Dr.
Universidade Federal do Rio Grande

Para Daniella: o amor é inexorável!

AGRADECIMENTOS

Reconheço a importância de todas as pessoas, instituições e acontecimentos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para minha formação pessoal, profissional e para a realização deste trabalho. Porém, de modo especial, gostaria de agradecer:

Ao Grande Arquiteto do Universo, por tudo;

Aos meus pais, Edson José Felix e Alzira Steinbach Felix, que superaram todas as dificuldades e desafios apresentados pelos descaminhos de suas vidas, proporcionando para seus filhos uma sólida educação e formação pessoal, pelas quais serei eternamente grato;

Aos meus irmãos de sangue, Aliny Felix e Edson José Felix Junior, pelo simples prazer de compartilhar de suas existências e companhias nos maravilhosos momentos em família e, acima de tudo, pelo amor e compreensão nos períodos de ausência;

Aos demais irmãos, pelo suporte, inspiração e exemplo;

Ao grande amigo e professor Dr. Norberto Olmiro Horn Filho, pela valiosa orientação, interesse e disposição apresentados durante todas as etapas realizadas nesse trabalho;

Ao grande amigo e professor Dr. Ulisses Rocha de Oliveira, pela importante contribuição nos trabalhos de campo e pelos grandiosos minutos de troca de conhecimentos e diálogos morfodinâmicos e, especialmente, pelo companheirismo demonstrado;

Ao grande mestre e amigo Emerilson Gil Emerim, pela amizade e pelos importantes diálogos esclarecedores e troca de conhecimentos;

Ao grande amigo Alexandre Vasconcelos dos Santos, pelo apoio na geração da base topológica;

Ao geógrafo José Maurício de Camargo, pelo valioso auxílio na elaboração dos produtos de análise tridimensional, um amigo que espero conservar durante toda vida;

Ao graduando em Geografia Leonardo Leal Lourenço e à grande amiga oceanógrafa MSc. Andreoara Deschamps Schmidt, pelo apoio nas análises granulométricas;

A Heloisa Pereira Hübbe de Miranda, pela prontidão apresentada para efetuar a revisão ortográfica e gramatical do texto;

A Marinez Eymael Garcia Scherer e Natália Steilein Livi, pela preciosa amizade e correções do *abstract*;

Aos amigos Dr. Alexandre Maimoni Mazzer e Dr. Jarbas Bonetti, pelas brilhantes contribuições ao amadurecimento deste trabalho;

Aos demais amigos do curso, em especial, Celso Voos Vieira, Cyro Conti Milan, João Marcos Barreiros Joaquim, Marcos Alexandre Polzin e Roberto Fabris Goerl;

Ao amigos, de infância e de sempre, Adriano Luis dos Santos, Celso Douglas Trugillo, Lúcio Silva, Marcelo Silva e Fábio Rodrigo Felix Laurentino, figuras importantes em minha vida;

A todos os amigos da Ambiens, sem exceção;

A sociedade, de uma forma geral, pela manutenção de instituições públicas de ensino superior de qualidade, que proporcionam a formação de profissionais das mais diversas áreas do conhecimento;

A Universidade Federal de Santa Catarina, pela estrutura oferecida durante todo o curso;

A empresa Escala Topografia Ltda., pelo suporte nas campanhas de monitoramento;

A empresa Ambiens Consultoria e Projetos Ambientais Ltda., pelo crescimento profissional, incentivo na realização do curso e apoio para impressão do trabalho;

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSC, pelos ensinamentos repassados, além da devoção e incentivos apresentados, fatores que honram, dignificam e engrandecem suas difíceis tarefas como educadores;

Aos funcionários, públicos e terceirizados, do Departamento de Geociências da UFSC, em especial à Marli Terezinha Costa, por todo o apoio fornecido durante o curso;

Por último, a minha esposa Daniella Zatarian, pela editoração gráfica, por cada momento ao seu lado e pela compreensão, quando esses momentos foram divididos com esta dissertação.

Muito Obrigado!

Quem vem pra beira do mar...
Nunca mais quer voltar...
Andei por andar, andei
E todo caminho deu no mar...
A onda do mar leva
A onda do mar traz
Quem vem pra beira da praia...
Não volta nunca mais.
(Dorival Caymmi)

É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar.
É melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se, fazendo nada até o final.
(Martin Luther King)

RESUMO

A praia dos Naufragados, situada no extremo sul da Ilha de Santa Catarina, constitui-se em uma típica praia arenosa (areia fina) de enseada sob regime de micromarés. Estas praias caracterizam-se como ambientes extremamente ativos, apresentando diferentes estágios morfodinâmicos, sobretudo, devido aos gradientes longitudinais de energia hidrodinâmica. Neste sentido, o objetivo principal desta pesquisa foi a setorização morfodinâmica do arco praial dos Naufragados, através de análises bidimensionais e tridimensionais, propiciadas pela aplicação de técnicas acuradas de coleta de dados (levantamento topográfico planialtimétrico com a utilização da estação total). Estas técnicas forneceram a exploração de novas perspectivas de abordagens através da elaboração e interpretação de Modelos Digitais do Terreno (MDT) sobre a totalidade do arco praial. As análises efetuadas nos três perfis praias monitorados revelaram uma pequena gradação da média granulométrica dos sedimentos, diminuindo da zona de sombra para a porção mais exposta às ações da dinâmica costeira que, associadas ao caráter mais bem selecionado e mais assimetricamente negativo dos sedimentos, indicam uma leve predominância de deriva litorânea do sentido leste para oeste da praia. De acordo com os parâmetros morfológicos, morfométricos, hidrodinâmicos, granulométricos e oceanográficos analisados e, conforme o modelo sequencial evolutivo proposto pela Escola Australiana de Geomorfologia Costeira, classificou-se os três perfis monitorados na praia dos Naufragados da seguinte forma: perfil 1 – estágio morfodinâmico intermediário terraço de maré baixa; perfil 2 – variação entre estágios morfodinâmicos intermediários bancos transversais e banco e praia de cúspides; perfil 3 – estágio morfodinâmico intermediário banco e calha longitudinal. Este comportamento enquadra-se ao padrão de variação longitudinal de estágios morfodinâmicos em praias de enseada, sendo mais evidente com a realização das análises tridimensionais, que proporcionaram a delimitação de compartimentos morfológicos a partir das assembleias categóricas de cada estágio morfodinâmico de acordo com o referido modelo sequencial evolutivo. Nestes termos, identificou-se três compartimentos morfológicos ao longo do arco praial dos Naufragados: compartimento leste, compartimento central e compartimento oeste. De posse destes dados, foi efetuada a setorização morfodinâmica da praia dos Naufragados, mediante o cruzamento de informações obtidas pela determinação dos estágios morfodinâmicos e pelos compartimentos morfológicos ocorrentes ao longo do arco praial. Os setores morfodinâmicos foram limitados pela menor extensão longitudinal de cada compartimento morfológico. As áreas situadas nas zonas de sobreposição, referentes aos limites de maior extensão dos compartimentos, foram denominadas setores de transição. Portanto, a setorização morfodinâmica desenvolvida sobre o arco praial dos Naufragados, na presente pesquisa e durante o período monitorado, apresentou a ocorrência de três setores morfodinâmicos e de dois setores de transição, a saber: setor morfodinâmico 1 – praia em estágio intermediário terraço de maré baixa; setor morfodinâmico 2 – praia variando entre os estágios intermediários bancos transversais e banco e praias de cúspides; setor morfodinâmico 3 – praia em estágio intermediário banco e calha longitudinal; setor de transição 1 – entre os setores morfodinâmicos 1 e 2; setor de transição 2 – entre os setores morfodinâmicos 2 e 3.

Palavras-chave: Naufragados. Praias de enseada. Gradiente longitudinal de energia hidrodinâmica. Análise tridimensional. Setorização morfodinâmica.

ABSTRACT

Naufregados beach situated at the southern end of the Island of *Santa Catarina* is a typical headland-bay sand beach (fine sand) affected by a microtidal regime. These kind of beaches are characterized as extremely dynamic environments, with different morphodynamic states due to the longitudinal gradients of hydrodynamic energy. In this way, the main objective of this research was to define morphodynamic sectors at *Naufregados* beach by testing two-dimensional and three-dimensional techniques offered by the application of an accurate data collection (topographical assessment using total station). These techniques have provided new perspectives looking at different approaches through the development and interpretation of Digital Terrain Models (DTM) on the entire beach. Analyses carried out in three local beach profile revealed a small difference on the average particle size of the sediments, those reducing from the shadow zone to the more exposed areas to the actions of coastal dynamics. This characteristic associated with the well sorted and skewness more negative to the sediments indicate a slight predominance of coastal current from east to west. According to morphological, morphometrics, hydrodynamics, grain size and oceanographic parameters and analysis and according to the sequential evolutionary model proposed by Australian School of Coastal Geomorphology, three profiles had been monitored at the *Naufregados* beach being classified as the following intermediate morphodynamic states: profile 1 - low-tide terrace; profile 2 - variation between transverse bar and rip and rhythmic bar and beach; profile 3 - longshore bar-through. This behavior fits the pattern of morphodynamic longitudinal variation in headland-bay beaches. This result is even more evident when applying the three-dimensional analysis, provide the delimitation of morphological compartments from categorical assemblies of each morphodynamic state according to the standard sequential evolutionary model. Therefore, three morphological compartments along *Naufregados* beach could be identified: east, central and west compartments. These data provide the sectorization of the beach by the intersection of information obtained from the morphodynamic states determination and from the morphological compartments defined. Morphodynamic sectors were limited by the smallest longitudinal extent of each morphological compartment. Areas located in the overlap zones, referring to the limits of greater longitudinal extent of the compartments, were denominated transition sectors. Consequently, morphodynamics sectorization developed at *Naufregados* beach during the research study period, showed the occurrence of three morphodynamic sectors and two transition sectors: morphodynamic sector 1 - beach at intermediate state low-tide terrace; morphodynamic sector 2 - beach ranging between intermediate state transverse bar and rip and rhythmic bar and beach; morphodynamic sector 3 - beach at intermediate state longshore bar-through; transition sector 1 - beach ranging between intermediate states occurring in morphodynamic sectors 1 and 2; transition sector 2 - beach ranging between intermediate state occurring in morphodynamic sectors 2 and 3.

Keywords: *Naufregados*. Headland-bay beaches. Longitudinal gradient of hydrodynamic energy. Three-dimensional analysis. Morphodynamic sectorization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1 – Perfil teórico esquemático, adaptado de Short (1999) e Woodroffe (2003), representando os sistemas e zonações hidrodinâmica e morfológica de praias arenosas oceânicas em regime de micromarés, com as terminologias adotadas neste trabalho e termos correspondentes em inglês, onde: (N.M.M.) nível médio do mar; (M.A.) maré alta de sizígia; e (M.B.) maré baixa de sizígia. 51
- Figura 2 – Perfil teórico esquemático, adaptado de Short (1999) e Woodroffe (2003), representando a zonação hidrodinâmica de praias arenosas oceânicas em regime de micromarés, com as terminologias adotadas neste trabalho e termos correspondentes em inglês, onde: (N.M.M.) nível médio do mar; (M.A.) maré alta de sizígia; e (M.B.) maré baixa de sizígia. 52
- Figura 3 – Perfil teórico esquemático, adaptado de Short (1999) e Woodroffe (2003), representando a zonação morfológica, além das feições típicas de praias arenosas oceânicas em regime de micromarés, com as terminologias adotadas neste trabalho e termos correspondentes em inglês, onde: (N.M.M.) nível médio do mar; (M.A.) maré alta de sizígia; e (M.B.) maré baixa de sizígia. 54
- Figura 4 – Características gerais da forma em planta de praias de enseada e seus compartimentos. Fonte: modificado de Short e Masselink (1999). 56
- Figura 5 – Modelo simplificado de rotação aparente da forma em planta de praias arenosas de enseada. A seta identifica a direção de incidência das ondas e as pontas indicam a erosão e/ou progradação da linha de costa. Fonte: modificado de Short e Masselink (1999). 58
- Figura 6 – Modelo geral de circulação atmosférica na região Sudeste do Brasil, segundo a atuação dos centros de alta pressão denominados de Massa Tropical Atlântica (T) e Massa Polar Atlântica (P): (I) circulação normal; (II) origem de frentes frias (F); (III) avanço da frente fria para o norte; (IV) ciclone extratropical (C) associado com a passagem de frente fria. 62
- Figura 7 – Formação, propagação e características gerais das ondulações em mar aberto. (a) vista de um esquema ilustrativo da formação de ondas pelos ventos

(representados pela seta verde); (b) seção longitudinal do mesmo esquema, demonstrando a ação tangencial dos ventos (representados pelas setas verdes) na superfície do mar, proporcionando a geração e posterior propagação das ondas ocasionadas pelos movimentos orbitais das partículas de água (c); (d) principais características das ondas. 66

Figura 8 – Representação dos estágios morfodinâmicos, adaptado de Wright e Short (1984). 76

Figura 9 – Representação esquemática de praias dissipativas. 77

Figura 10 – Representação esquemática de praias reflectivas. 78

Figura 11 – Representação esquemática de praias intermediárias. 78

Figura 12 – Modelo de representação da variação longitudinal de estágios morfodinâmicos em praias de enseada, demonstrando a incidência de ondas na antepraia e o grau de curvatura da linha de costa. Observa-se uma transição dos estágios intermediários entre os extremos dissipativo e reflectivo. 81

Figura 13 – Localização geográfica da área de estudo (polígono amarelo no detalhe), onde se pode observar a planície costeira e o sistema praiial dos Naufragados, formado pelo arco praiial (sistema emerso) e pela enseada (sistema submerso). 85

Figura 14 – Dunas embrionárias (indicadas pelas setas em amarelo), formadas pelo trapeamento inicial de areias entre a vegetação incipiente ocorrente sobre a praia dos Naufragados. 88

Figura 15 – Indicação das dunas e paleodunas frontais e dos depósitos fluviopaludiais ocorrentes na porção emersa da planície costeira dos Naufragados. 89

Figura 16 – Plano amostral da praia dos Naufragados, apresentando amostragem do tipo aleatória estratificada com geometria de malha em perfil. Observam-se, ainda, os pontos de amostragem com a nomenclatura aplicada neste trabalho. 98

Figura 17 – Ilustração das principais etapas de geração dos produtos topológicos de base: a) importação dos pontos do levantamento; b) geração da malha triangular; c) interpolação das curvas de nível; d) edição topológica. Ilustrações em AutoCad 2007 da campanha 3 (10/05/2008). 114

Figura 18 – Ilustração das principais etapas de geração dos perfis topológicos, desenvolvidas em cada uma das seis campanhas de monitoramento: a) importação das curvas de nível; b) inserção dos alinhamentos dos perfis topológicos; c) geração

dos perfis a partir dos alinhamentos. Ilustrações em MicroStation J da campanha 3 (10/05/2008).	115
Figura 19 – Ilustração das principais etapas de criação da base topológica destinada às análises tridimensionais: a) base de dados contida no recorte da área de entorno; b) base de dados de interesse topológico, filtrada a partir da base do entorno; c) inserção do levantamento topográfico do arco praial na Campanha 3 (10/05/2008). Ilustrações em AutoCad 2007.	119
Figura 20 – Ilustração das principais etapas de criação de produtos para análises tridimensionais, em processo desenvolvido em cada uma das seis campanhas de monitoramento: a) importação da base de dados; b) criação da superfície de referência representativa do MDT (<i>TIN</i>); c) exemplo de produto de análise gerado no <i>ArcScene</i> , um mapa hipsométrico, em vista plana, com exagero vertical cinco (escala vertical cinco vezes maior que a horizontal). Ilustrações em <i>ArcGis 9.2</i> da campanha 3 (10/05/2008).	120
Figura 21 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na base da duna do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	132
Figura 22 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no pós-praia do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	133
Figura 23 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no estirâncio do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	134
Figura 24 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na antepraia do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	135
Figura 25 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na base da duna frontal do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	138
Figura 26 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no pós-praia do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	139
Figura 27 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no estirâncio do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	140

Figura 28 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na antepraia do perfil 2, durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	141
Figura 29 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na base da duna do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	144
Figura 30 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no pós-praia do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	145
Figura 31 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no estirâncio do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	146
Figura 32 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na antepraia do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	147
Figura 33 – Gráfico contendo as frequências acumuladas médias das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento.....	149
Figura 34 – Gráfico contendo as médias granulométricas das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se a homogeneidade granulométrica entre a base da duna frontal, pós-praia e estirâncio (com exceção da amostragem do estirâncio na 5ª campanha), em contraposição dos sedimentos da antepraia, que apresentam granulometria média mais grossa.	149
Figura 35 – Gráfico contendo a dispersão das médias granulométricas das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se a homogeneidade granulométrica na base da duna frontal e pós-praia (menos de 0,1 Ø). No estirâncio, observa-se certa homogeneidade, com exceção da amostragem da 5ª campanha. Porém, na antepraia ocorre a maior heterogeneidade ao longo do monitoramento, superando 0,2 Ø.	150
Figura 36 – Médias granulométricas das amostras de sedimentos nos perfis durante o monitoramento na praia dos Naufragados. Notar os diferentes padrões	

que indicam relação entre a distribuição granulométrica e a sazonalidade (outono e inverno – campanhas 3 e 4; primavera e verão – campanhas 1, 2, 5 e 6)..... 151

Figura 37 – Gráfico contendo os valores de desvio padrão médio das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se a homogeneidade do grau de seleção na base da duna frontal e pós-praia (que se apresentam como bem a muito bem selecionado) em contraposição aos sedimentos do estirâncio e antepraia superior (em maioria, moderadamente selecionado). 151

Figura 38 – Gráfico contendo a dispersão do desvio padrão médio das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se que, no pós-praia, os valores médios se mantêm inferiores a 0,35 Ø (muito bem selecionado); na base da duna frontal, os valores médios mantêm-se entre 0,34 Ø e 0,38 Ø (muito bem a bem selecionado); no estirâncio, observa-se a maior heterogeneidade ao longo do monitoramento, com valores médios entre 0,34 Ø a 0,53 Ø (bem a moderadamente selecionado); na antepraia superior, os valores oscilam entre 0,44 Ø a 0,56 Ø. ... 152

Figura 39 – Desvio padrão médio das amostras de sedimentos nos perfis durante o monitoramento na praia dos Naufragados. Notar que, em metade das campanhas, o perfil 2 apresenta valores mais elevados e, na outra metade, valores intermediários, indicando uma tendência de sedimentos menos selecionados no centro da praia. 152

Figura 40 – Gráfico contendo os valores da assimetria média das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se que na base da duna frontal a distribuição apresenta-se aproximadamente simétrica, em contraposição às demais zonas, que se apresentam, predominantemente, com assimetria negativa. 153

Figura 41 – Gráfico contendo a dispersão da assimetria média das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se uma tendência dos valores migrarem de aproximadamente simétricos para negativos, da base da duna frontal para a antepraia superior, com exceção do valor obtido no estirâncio na campanha 5. Esta tendência demonstra que o pacote sedimentar, no geral, apresenta predominância de areia fina com pequenos teores de areia média. 154

Figura 42 – Assimetria média das amostras de sedimentos nos perfis durante o monitoramento na praia dos Naufragados. Notar que em todos os perfis os valores

médios apresentam-se como negativos, indicando a tendência da cauda de distribuição para a esquerda.....	154
Figura 43 – Gráfico contendo a dispersão da curtose média das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se que na base da duna frontal ocorre a menor variabilidade do parâmetro, apresentando-se mais leptocúrtico do que as amostras do pós-praia. No estirâncio e antepraia superior observam-se as maiores variabilidades. Porém, no geral, predominam amostras leptocúrticas em todo o arco praial.	155
Figura 44 – Localização esquemática do perfil 1 na praia dos Naufragados.....	158
Figura 45 – À esquerda, vista geral de oeste para leste e, à direita de leste para oeste, a partir do eixo do perfil 1.....	159
Figura 46 – Variação da morfologia do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	160
Figura 47 – Variação da largura (m) do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	162
Figura 48 – Máximo acrescivo e erosivo do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	162
Figura 49 – Variação de volume (m^3/m) e de volume acumulado (m^3/m) no perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	163
Figura 50 – Localização esquemática do perfil 2 na praia dos Naufragados.....	164
Figura 51 – À esquerda, vista geral de oeste para leste e, à direita, de leste para oeste, a partir do eixo do perfil 2.....	165
Figura 52 – Variação da morfologia do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	166
Figura 53 – Variação da largura (m) do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	167
Figura 54 – Máximo acrescivo e erosivo do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	168
Figura 55 – Variação de volume (m^3/m) e de volume acumulado (m^3/m) no perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	169
Figura 56 – Localização esquemática do perfil 3 na praia dos Naufragados.....	170
Figura 57 – À esquerda, vista geral de oeste para leste e, à direita, de leste para oeste, a partir do eixo do perfil 3.....	171

Figura 58 – Variação da morfologia do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	173
Figura 59 – Variação da largura (m) do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	174
Figura 60 – Máximo acrescivo e erosivo do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	175
Figura 61 – Variação de volume (m ³ /m) e de volume acumulado (m ³ /m) no perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	175
Figura 62 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 1 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de declividades entre 1° e 2°; b) predomínio de classes de declividades entre 2° e 4°; c) predomínio de declividades com até 1°.	181
Figura 63 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exagero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção inferior, com exagero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 1 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) crista de berma.	182
Figura 64 – Área de estudo representada em <i>face</i> (em perspectiva e com exagero vertical de 10 vezes) durante a campanha 1 de monitoramento na praia dos Naufragados. Observa-se que as porções leste e oeste da praia apresentam menos irregularidades que a porção central, onde: 1) embaiamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) crista de berma.	183
Figura 65 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 2 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de declividades entre 1° e 3°; b) predomínio de classes de declividades entre 2° e 4°; c) predomínio de declividades com até 2°.	184
Figura 66 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exagero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção inferior, com exagero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 2 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) banco e calha longitudinal.	185
Figura 67 – Área de estudo representada em <i>face</i> (em perspectiva e com exagero vertical de 10 vezes) durante a campanha 2 de monitoramento na praia dos	

Naufragados, onde: 1) embaçamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) banco e calha longitudinal.....	186
Figura 68 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 3 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de declividades entre 1° e 4°; b) predomínio de classes de declividades entre 1° e 6°; c) predomínio de declividades com até 3°.....	187
Figura 69 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exagero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção inferior, com exagero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 3 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaçamento; 2) berma; 3) crista de berma; 4) irregularidades topográficas.	188
Figura 70 – Área de estudo representada em <i>face</i> (em perspectiva e com exagero vertical de 10 vezes) durante a campanha 3 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaçamento; 2) berma; 3) crista de berma; 4) irregularidades topográficas.	189
Figura 71 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 4 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de declividades entre 1° e 2°; b) predomínio de classes de declividades entre 1° e 3°; c) predomínio de declividades com até 2°.....	190
Figura 72 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exagero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção inferior, com exagero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 4 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaçamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) crista de berma.....	191
Figura 73 – Área de estudo representada em <i>face</i> (em perspectiva e com exagero vertical de 10 vezes) durante a campanha 4 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaçamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) crista de berma; 5) calha.	191
Figura 74 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 5 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de declividades entre 1° e 2°; b) predomínio de classes de declividades entre 1° e 4°; c) predomínio de declividades entre 1° e 2°.....	192
Figura 75 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exagero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção	

inferior, com exagero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 5 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) cúspide; 3) berma incipiente; 4) dissecação fluvial.....	193
Figura 76 – Área de estudo representada em <i>face</i> (em perspectiva e com exagero vertical de 10 vezes) durante a campanha 5 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) cúspide; 3) berma incipiente; 4) dissecação fluvial; 5) calha.	194
Figura 77 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 6 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de classes de declividades entre 0° a 3°; b) predomínio de classes de declividades entre 1° e 3°; c) predomínio de declividades com até 1°	195
Figura 78 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exagero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção inferior, com exagero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 6 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) dissecação fluvial; 3) falésia.....	196
Figura 79 – Área de estudo representada em <i>face</i> (em perspectiva e com exagero vertical de 10 vezes) durante a campanha 6 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) dissecação fluvial; 3) falésia; 4) calha.....	196
Figura 80 – Compartimentação do arco praial dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 1 de monitoramento.....	197
Figura 81 – Compartimentação do arco praial dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 2 de monitoramento.....	199
Figura 82 – Compartimentação do arco praial dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 3 de monitoramento.....	199
Figura 83 – Compartimentação do arco praial dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 4 de monitoramento.....	200
Figura 84 – Compartimentação do arco praial dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 5 de monitoramento.....	201

Figura 85 – Compartimentação do arco praiial dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 6 de monitoramento.	201
Figura 86 – Gráfico contendo o diagrama de dispersão entre média (Mz) e desvio padrão (Dp) das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento.	207
Figura 87 – Gráfico contendo o diagrama de dispersão entre média (Mz) e assimetria (Ski) das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento.	207
Figura 88 – Apresentação da linha de costa, representada pela curva de nível 0,0 m, em cada uma das seis campanhas de monitoramento realizadas na praia dos Naufragados.	214
Figura 89 – Enquadramento da praia dos Naufragados ao modelo de variação longitudinal de estágios morfodinâmicos em praias de enseada proposto por Short (1999).	215
Figura 90 – Representação gráfica apresentando os limites e a variação da extensão longitudinal dos compartimentos morfológicos identificados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	216
Figura 91 – Representação gráfica apresentando os setores morfodinâmicos e de transição ao longo da praia dos Naufragados.	218

FOTOS

Foto 1 – Vista panorâmica da área de estudo (sudoeste para nordeste), apresentando a praia dos Naufragados com sua planície costeira adjacente, circundadas pelas encostas do embasamento cristalino.	84
Foto 2 – Praia dos Naufragados, compondo o ambiente marinho praiial.	89
Foto 3 – Abertura de cava para instalação do marco topográfico de referência do perfil praiial 2.	100
Foto 4 – Marco topográfico instalado na base do perfil praiial 1.	100
Foto 5 – Marco topográfico instalado na base do perfil praiial 2.	100
Foto 6 – Marco topográfico instalado na base do perfil praiial 3.	100

Foto 7 – Detalhe do marco topográfico instalado na base do perfil praial 3. Observam-se a altura da porção exposta do marco (aproximadamente 10 cm acima do nível do solo) e o pino saliente na parte central de sua extremidade, que servirá de base para estação do perfil praial.	100
Foto 8 – Receptor GPS da marca <i>Ashtech</i> de propriedade do Laboratório de Geoprocessamento da UFSC, instalado sobre o ponto de amarração L1 do levantamento topográfico.	103
Foto 9 – Detalhe do ponto de amarração L1, onde se observa a acurácia proporcionada pela base do tripé de altura fixa do aparelho, instalado exatamente na marca fixa sobre as rochas do costão da porção mais a leste da praia dos Naufragados.	103
Foto 10 – Receptor GPS da marca <i>Ashtech</i> de propriedade do Laboratório de Geoprocessamento da UFSC, instalado sobre o ponto de amarração L2 do levantamento topográfico.	103
Foto 11 – Detalhe do ponto de amarração L2, onde se observa a acurácia proporcionada pela base do tripé de altura fixa do aparelho, instalado exatamente sobre o pino saliente no centro da extremidade do marco topográfico.	103
Foto 12 – Detalhe do momento de instalação da estação total, que constitui o equipamento de emissão e captação do sinal de transferência de dados, no ponto de amarração do levantamento (ponto L1). A estação total possui um sistema de nivelamento e alinhamento que permite a instalação na exata posição sobre um determinado ponto demarcado no solo.	107
Foto 13 – Detalhe do conjunto de bastão milimetrado e prisma ótico que constituem os equipamentos de transferência do sinal emitido e captado pela estação total. Observa-se a precaução de prender a ponta do bastão entre os dedos dos pés como forma de evitar o enterramento da mesma e conseqüente erro na cota altimétrica do ponto.	107
Foto 14 – Momento de aquisição de um ponto de controle para o levantamento topográfico planialtimétrico, na zona morfológica pós-praia.	107
Foto 15 – Momento de aquisição de um ponto de controle para o levantamento topográfico planialtimétrico, na zona morfológica estirâncio.	107
Foto 16 – Momento de aquisição de um ponto de controle para o levantamento topográfico planialtimétrico, na porção intermediária da zona morfológica antepraia superior (profundidade aproximada de -1,0 m).	107

Foto 17 – Momento de aquisição de um ponto de controle para o levantamento topográfico planial- timétrico, na zona morfológica pós-praia. Neste momento, a estação total já tinha sido instalada em um novo ponto de amarração do levantamento, ponto conhecido como a vante. A técnica de irradiar um ponto a vante decorre da necessidade devido à aquisição de pontos localizados a grandes distâncias da estação total ou que não podem ser adquiridos diretamente a partir da mesma.	107
Foto 18 – Vista geral do acúmulo de minerais pesados na praia dos Naufragados, formados pela ação de ondas de tempestade após os três primeiros eventos de alta energia hidrodinâmica registrados. Este acúmulo apresentou-se em forma de uma faixa contínua com largura variando em torno de 10 m em toda a extensão da praia, a partir da base da duna frontal em direção a linha de costa.	128
Foto 19 – Vista geral do sistema submerso do perfil 1, utilizado como ponto de atracamento, embarque e desembarque de embarcações, tanto de pesca quanto turísticas. Na foto, o momento de embarque de passageiros com destino à praia do Seu Norberto, ponto final da travessia de barco Caieira da Barra do Sul – Naufragados – Caieira da Barra do Sul.	160
Foto 20 – Vista geral de um foco isolado de ocupação sobre as dunas frontais, próximo ao perfil 2 na praia dos Naufragados. Observa-se o telhado da edificação e a trilha aberta pela vegetação fixadora de dunas, ocasionando um ponto de susceptibilidade de erosão e degradação ambiental.	165
Foto 21 – Vista geral das edificações dispostas sobre as dunas próximas ao perfil 3.171	
Foto 22 – Vista geral demonstrando o potencial morfogenético do rio dos Naufragados sobre o pós-praia, denotado pela forte dissecação provocada pelo aumento do fluxo decorrente dos eventos pluviométricos extremos ocorridos em outubro e novembro de 2008.	172

QUADROS

Quadro 1 – Produtos utilizados para a elaboração da base cartográfica deste trabalho.	96
--	----

Quadro 2 – Síntese das informações sobre as campanhas bimensais de monitoramento através do levantamento topográfico realizado na praia dos Naufragados.....	105
Quadro 3 – Síntese das principais características morfológicas observadas em cada um dos seis estágios morfodinâmicos do modelo sequencial evolutivo proposto por Wright e Short (1984).	121
Quadro 4 – Descrição qualitativa da porção emersa dos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	156
Quadro 5 – Descrição qualitativa da porção submersa (antepraia superior até profundidade aproximada de -1,0 m) dos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	157

MAPAS

Mapa 1 – Mapeamento dos ambientes de sedimentação e depósitos correlativos evidenciados na porção emersa da planície costeira dos Naufragados.....	91
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Nomenclatura das amostras de acordo com o perfil praial e zona morfológica da praia dos Naufragados.....	98
Tabela 2 – Coordenadas rastreadas para os pontos de base de amarração do levantamento topográfico para a praia dos Naufragados.....	104
Tabela 3 – Coordenadas dos marcos topográficos que representam as estações de base dos três perfis de praia, para a praia dos Naufragados.....	104
Tabela 4 – Dados referentes ao número de campanhas, perfis, estações, amostras e variáveis de análise após a realização das campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	109
Tabela 5 – Dados referentes às observações de direção de propagação, tipos de arrebentação, alturas significativas e períodos de ondas durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	124
Tabela 6 – Dados referentes às observações de direção e intensidade dos ventos durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	125
Tabela 7 – Dados referentes aos sentidos e velocidades das correntes de deriva litorânea observadas durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	126
Tabela 8 – Descrição dos eventos de alta energia hidrodinâmica registrados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	128
Tabela 9 – Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica das amostras de sedimentos coletadas no perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	130
Tabela 10 – Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica das amostras de sedimentos coletadas no perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	136
Tabela 11 – Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica das amostras de sedimentos coletadas no perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	142
Tabela 12 – Dados morfológicos do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	161

Tabela 13 – Dados morfológicos do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	167
Tabela 14 – Dados morfológicos do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	173
Tabela 15 – Variação de volume nos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	176
Tabela 16 – Variação da largura dos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.....	177
Tabela 17 – Parâmetros morfodinâmicos dos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	178
Tabela 18 – Variação da extensão longitudinal dos compartimentos morfológicos identificados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.	216

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	37
1.1 BREVE ESTADO DA ARTE	40
1.2 PROBLEMÁTICA	43
1.3 HIPÓTESE DE PESQUISA	44
1.4 OBJETIVOS	45
1.4.1 Geral	45
1.4.2 Específicos	45
1.5 JUSTIFICATIVA	46
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	47
2.1 AMBIENTE PRAIAL: PRAIAS ARENOSAS SOB REGIME DE MICROMARÉS	47
2.1.1 Definições iniciais	48
2.1.2 Zonação hidrodinâmica e morfológica	50
2.1.2.1 Zonação hidrodinâmica: processos e terminologias	52
2.1.2.2 Zonação morfológica: caracterização e terminologias	53
2.1.3 Praias arenosas de enseada	55
2.1.3.1 Aspectos granulométricos de praias arenosas de enseada	58
2.2 DINÂMICA COSTEIRA	60
2.2.1 Fatores meteorológicos	60
2.2.2 Fatores hidrodinâmicos	64
2.2.2.1 Ondas	64
2.2.2.1.1 Interações em águas rasas	66
2.2.2.2 Correntes	68
2.2.2.2.1 Correntes de retorno	68
2.2.2.2.2 Correntes de deriva litorânea	69
2.2.2.3 Marés	70
2.2.2.3.1 Marés meteorológicas	71
2.2.3 Fatores antrópicos	71
2.3 MORFODINÂMICA DE PRAIAS ARENOSAS	74
2.3.1 Modelo sequencial evolutivo proposto pela Escola Australiana de Geomorfologia Costeira	74

2.3.2 Variação morfodinâmica em praias arenosas de enseada	80
3 ÁREA DE ESTUDO	83
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA	83
3.2 SISTEMAS DEPOSICIONAIS, AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO E DEPÓSITOS CORRELATIVOS DA PORÇÃO EMERSA DA PLANÍCIE COSTEIRA DOS NAUFRAGADOS	86
3.3 DINÂMICA DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA	92
3.4 HIDRODINÂMICA COSTEIRA	93
4 METODOLOGIA	95
4.1 COMPILAÇÃO DE DADOS BIBLIOGRÁFICOS E CARTOGRÁFICOS.....	95
4.2 DEFINIÇÃO DO PLANO AMOSTRAL	97
4.3 TRABALHOS DE CAMPO	99
4.3.1 Instalação das bases de referência dos perfis praias	99
4.3.2 Coleta de dados morfológicos: levantamento planialtimétrico e monitoramento dos perfis praias	105
4.3.3 Coleta de sedimentos	108
4.3.4 Coleta de dados meteorológicos, hidrodinâmicos e observações in loco	109
4.4 ANÁLISES LABORATORIAIS	110
4.4.1 Preparação preliminar	110
4.4.2 Análises granulométricas	110
4.5 TRATAMENTO DE DADOS E COMPILAÇÃO DE RESULTADOS	111
4.5.1 Análise dos parâmetros estatísticos dos sedimentos praias	111
4.5.2 Análise bidimensional (2D) – classificação morfodinâmica dos perfis praias	113
4.5.3 Análise tridimensional (3D) – determinação das feições morfológicas praias	118
4.5.4 Setorização do arco praias – análise bidimensional (2D) x análise tridimensional (3D)	122
5 RESULTADOS	123
5.1 ASPECTOS ATMOSFÉRICOS E HIDRODINÂMICOS OBSERVADOS.....	123
5.1.1 Ondas: direção de propagação, tipos de quebra, altura significativa e período	123
5.1.2 Ventos: direções e intensidades	124

5.1.3 Correntes: sentidos e velocidades	126
5.1.4 Ocorrência de eventos de alta energia hidrodinâmica	127
5.2 ASPECTOS GRANULOMÉTRICOS	129
5.2.1 Características granulométricas dos perfis monitorados	129
5.2.1.1 Perfil 1	129
5.2.1.2 Perfil 2	135
5.2.1.3 Perfil 3	141
5.2.2 Variação granulométrica ao longo do arco praial	147
5.3 ASPECTOS MORFOLÓGICOS	155
5.3.1 Análise bidimensional.....	157
5.3.1.1 Perfil 1	158
5.3.1.2 Perfil 2	163
5.3.1.3 Perfil 3	169
5.3.1.4 Análise morfométrica geral dos perfis	175
5.3.1.5 Classificação morfodinâmica dos perfis	178
5.3.2 Análise tridimensional	179
5.3.2.1 Campanha 1	180
5.3.2.2 Campanha 2.....	183
5.3.2.3 Campanha 3.....	186
5.3.2.4 Campanha 4.....	189
5.3.2.5 Campanha 5.....	192
5.3.2.6 Campanha 6.....	194
5.3.2.7 Compartimentação morfológica do arco praial.....	197
6 DISCUSSÃO	203
7 CONCLUSÕES	219
REFERÊNCIAS.....	223

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Schmiegelow (2004), a zona costeira caracteriza-se como uma região de numerosas interações biológicas, químicas, físicas, geológicas e meteorológicas, onde o mar imprime alterações constantes na forma e configuração dos continentes, podendo estas alterações se processarem de forma lenta ou acelerada.

Do ponto de vista socioeconômico, estes espaços costeiros são utilizados pela sociedade humana de forma bastante diversificada, predominando os setores de desenvolvimento urbano, turismo, portos, aquicultura, pesca e mineração, entre outros. Por estes motivos, há muitos anos as zonas costeiras vêm recebendo o efeito direto do crescimento demográfico, do aumento na ocupação e da multiplicação dos usos.

Sua delimitação pode variar de acordo com a abordagem e critérios avaliados. Para Diehl e Horn Filho (1996), a zona costeira do estado de Santa Catarina, utilizando uma abordagem geológica-geomorfológica, é constituída pelo embasamento cristalino, pelas planícies costeiras atuais (porção emersa das bacias marginais marinhas de Santos/SP e Pelotas/RS) e pela plataforma continental.

Em termos político-administrativos, o Decreto Estadual nº 5.010/2006 define a mesma zona costeira catarinense como o espaço formado por uma unidade terrestre, constituída pelo conjunto dos territórios de 36 municípios costeiros, acrescida da faixa marítima que se estende até o limite do mar territorial (que corresponde a 12 milhas náuticas distantes da linha de base reta, conforme Decreto Federal nº 4.983/2004).

Independentemente de sua delimitação, constata-se que os processos morfogenéticos atuantes nas zonas costeiras apresentam-se de forma bastante peculiar, em que a ampla variedade de ecossistemas e feições litorâneas, como ilhas, planícies, penínsulas, dunas, promontórios, costões, lagunas, lagoas, deltas, estuários, manguezais, baías, enseadas e praias, é resultante de inter-relações de fluxos de retroalimentação de sedimentos e nutrientes (*input* e *output*) em sistemas deposicionais ativos.

Estas inter-relações são intensificadas nas proximidades da linha de costa devido à interface entre a terra, o mar e a atmosfera, em que fatores meteorológicos, hidrodinâmicos, geológicos, físicos, químicos e biológicos encontram-se em constante interação.

Cabe ressaltar, de acordo com Horn Filho (2006), que os fatores da dinâmica costeira foram de fundamental importância para a construção da linha de costa ao longo do tempo geológico, pois, “da mesma forma que os agentes oceanográficos atuam hoje na fisiografia da linha de costa atual, estes atuaram no passado ao sabor das flutuações do nível relativo do mar durante os episódios glaciais e interglaciais que ocorreram durante o Quaternário”.

Estas flutuações do nível relativo do mar, denominadas de variações eustáticas, proporcionaram concomitantemente a erosão de feições preestabelecidas e a sobreposição de novas formas, através do panorama sucessivo entre fases transgressivas (retrogradação da linha de costa) e regressivas (progradação da linha de costa), constituindo o diversificado conjunto de feições litorâneas ocorrente nas zonas costeiras atuais.

Nestes termos, pode-se concluir que a linha de costa atual apresenta-se como um complexo mosaico, produto de ajustamentos morfoestruturais resultantes da ação de variados processos geológicos ocorridos através dos tempos, principalmente, durante o Quaternário e referente, sobretudo, às variações de níveis relativos do mar. É formada por promontórios, costões, deltas, manguezais, baías, enseadas e praias, constituindo uma ampla variedade de sistemas litorâneos, resultantes de inter-relações de fluxos de retroalimentação de sedimentos e nutrientes em sistemas ativos, dentre os quais se destacam as praias oceânicas.

De acordo com Short (1999), as praias oceânicas “podem ocorrer em todas as latitudes, climas, amplitudes de marés e tipos de costas, podendo ser, entretanto, influenciadas e modificadas por processos como marés e ventos, além de parâmetros como o tipo de material constituinte”.

Consideradas por King (1972) como os ambientes que mais variam de forma na Terra, as praias oceânicas são definidas por Hoefel (1998) como ambientes extremamente ativos, dominados por agentes hidrodinâmicos e constituídos por depósitos sedimentares costeiros de composições e granulometrias variadas (areias, cascalhos e/ou seixos), limitando-se entre os níveis máximos de ação das ondas de tempestade e a profundidade de fechamento.

As praias arenosas oceânicas, sendo deste ponto em diante denominadas apenas de praias arenosas, são classificadas por Short (1999) como os sistemas físicos mais dinâmicos ocorrentes na superfície terrestre. Estas características extremamente dinâmicas destes sistemas praias podem ser explicadas devido a sua localização, sendo dispostas em regiões que apresentam numerosas interações entre meios aquosos e terrestres (SCHMIEGELOW, 2004). Verifica-se que são constituídas francamente por areias com granulometria entre finas a grossas, de colorações esbranquiçadas e bem selecionadas, podendo apresentar concentrações variadas de minerais pesados e fragmentos carbonáticos biodetríticos (conchas calcáreas).

As modificações nas linhas de costa dominadas por praias arenosas constituem-se como processos naturais, respostas apresentadas ao absorverem a dissipação da energia provinda dos oceanos, sendo essa sua principal função ambiental, de acordo com Hoefel (1998).

Outros fatores também imputam alterações, como mudanças do nível relativo do mar e desequilíbrios no balanço sedimentar, resultantes da ação combinada de fatores naturais e antrópicos, atuantes em escalas regionais e locais. Segundo Mazzer (2007), estes fatores ou agentes costeiros impõem as constantes transformações em escalas temporais diversas, variando “ao longo de dias, semanas, meses, estações, anos, décadas, séculos e milênios”.

Portanto, os processos costeiros culminam em ajustamentos da linha de costa, em consequência de interações indiretas e diretas, sendo os fatores classificados como naturais ou artificiais/antrópicos. Dentre as interações indiretas, cita-se a longa e peremptória atuação do homem como agente global, operando como possível fator determinante do aquecimento global e consequente aumento do nível médio do mar. Como interações diretas destacam-se, novamente, as intervenções antrópicas, além da atuação dos fatores naturais da dinâmica costeira (massas de ar, ventos, ondas, correntes e marés).

Em vista deste panorama, considera-se que o estudo do ambiente praias, através das respostas apresentadas pelas interferências dos agentes morfogenéticos, suas causas e consequências, caracteriza-se como primordial, no sentido de compreensão da dinâmica de ambientes costeiros.

A área de estudo do presente trabalho situa-se no extremo sul da Ilha de Santa Catarina, correspondendo ao sistema praias dos Naufragados, uma típica praia arenosa de enseada sob influência de micromarés.

A praia dos Naufragados está situada entre as coordenadas geográficas 27°49'52,420" e 27°50'08,344" de latitude sul e 48°33'59,431" e 48°33'32,973" de longitude oeste, totalizando uma área aproximada de 111.000,00 m² ou 11,10 ha.

O principal objetivo desta dissertação constitui-se na análise sobre a dinâmica do ambiente praias, com a utilização de técnicas acuradas de coleta de dados, visando a exploração de novas perspectivas de abordagens através da elaboração e interpretação de modelos digitais do terreno (MDT) sobre a totalidade do arco praias.

1.1 BREVE ESTADO DA ARTE

Vários são os estudos e iniciativas visando o entendimento da dinâmica costeira e das conseqüentes variações morfológicas por elas impostas, principalmente em praias arenosas. Short (1999) afirmou que um dos estudos científicos pioneiros sobre praias foi desenvolvido por Cornaglia (1889). O autor fez uma revisão dos principais estudos realizados sobre a temática em nível mundial, citando desde os trabalhos pioneiros até os mais recentes, além do surgimento e instituição da chamada Escola Australiana de Geomorfologia Costeira, a partir da década de 1970.

Hoefel (1998), em seu estado da arte, afirmou que os estudos sobre morfodinâmica praias podiam ser considerados incipientes no Brasil, sendo mais desenvolvidos nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Rio de Janeiro e Bahia. A autora listou um total de vinte estudos, realizados e publicados até o ano de 1995, considerados relevantes no contexto de morfodinâmica de praias arenosas oceânicas.

Desde esta revisão elaborada pela referida autora até o presente momento, ocorreu grande evolução neste panorama, sendo que, atualmente, poderia-se incluir o estado de São Paulo na relação mencionada anteriormente. Sendo assim, diversos estudos sobre morfodinâmica praias foram elaborados, destacando-se teses, dissertações e monografias.

Em nível local, Horn Filho (2006) apresentou uma coletânea dos estudos morfossedimentares desenvolvidos nas praias da Ilha de Santa Catarina. Entre sínteses, trabalhos descritivos, roteiros, monografias, dissertações e teses, o autor citou 44 estudos, merecendo destaque as dissertações e monografias que realizaram monitoramento praias mensal em diversos perfis durante o período mínimo de um ano.

Neste contexto, destacam-se os trabalhos realizados nas praias da Armação (ABREU DE CASTILHOS, 1995), Joaquina (SANTOS, 1995), Daniela (DIEHL, 1997), praia do Forte (NUNES, 1997), Moçambique/Barra da Lagoa (LEAL, 1999), Joaquina/Campeche/Morro das Pedras (TORRONTEGUY, 2002), Ponta das Canas (NUNES, 2002), Ingleses (FARACO, 2003), Pântano do Sul/Açores (OLIVEIRA, 2004) e Santinho (PEIXOTO, 2005).

Complementando esta relação, cita-se a tese de Miot da Silva (2006), que analisou a influência da orientação da linha de costa sobre a dinâmica do sistema praia-duna na praia do Moçambique, localizada na costa leste da Ilha de Santa Catarina. A autora concluiu que as variações locais de altura e direção das ondas, tamanho de grão, aporte e transporte de sedimentos são altamente influenciados pelo grau de exposição da costa em relação às ondas e aos ventos predominantes.

Vale destacar a dissertação de Lélis (2006), onde o autor caracterizou os aspectos morfossedimentares da praia das Rendeiras, uma praia lagunar localizada na laguna da Conceição. Mencionam-se, ainda, as monografias de Güttler (2006) na praia do Rio das Pacas e a de Schweitzer (2007) na praia Brava.

Com relação aos estudos que abordaram aspectos morfodinâmicos e sedimentares em praias da Ilha de Santa Catarina, Horn Filho (2004) mencionou os trabalhos pioneiros de Martins *et al.* (1970, 1972), que utilizaram critérios sedimentológicos e hidrodinâmicos para descreverem e subdividirem estas praias em três tipos: praias oceânicas com elevados níveis de energia, praias da baía Sul com baixos níveis de energia e praias da baía Norte com níveis de energia distintos.

Cruz (1998) realizou uma análise em 34 praias da Ilha de Santa Catarina, efetuando 76 perfis e coletando 306 amostras de sedimentos. Correlacionando características morfológicas e granulométricas, a autora sintetizou suas conclusões determinando sete grupos distribuídos em três tipos principais de praias: 1) praias situadas ao norte, nordeste, sul e extremo sudoeste, compostas por material fino e homogêneo; 2) praias situadas ao oeste, compostas por material heterogêneo; 3) praias voltadas para sudeste, leste e nordeste, com areias finas, médias a grossas.

Miot da Silva (2002) elaborou uma dissertação sobre estudos morfo-sedimentares em 28 praias do litoral catarinense, dentre as quais as praias dos Ingleses, Santinho, Moçambique, Barra da Lagoa, Joaquina, Morro das Pedras, Matadeiro, Armação e Pântano do Sul, localizadas na Ilha de Santa Catarina. A autora concluiu que possíveis relações ocorrentes entre graduação lateral de sedimentos e estado de equilíbrio em planta são influenciadas por características da área fonte e pelo padrão de ondas incidentes.

Simó (2003), em sua monografia, abordou a problemática da erosão costeira nas praias da Ilha de Santa Catarina e indicou as evidências erosivas, relacionando seus desencadeamentos às causas de origens naturais e/ou antrópicas. O autor correlacionou processos de urbanização junto à orla, indicando áreas que apresentam riscos costeiros.

Klein (2004) elaborou uma tese sobre morfodinâmica de praias de enseada no litoral catarinense, incluindo todas as praias de enseada da costa oceânica da Ilha de Santa Catarina, relacionando fatores hidrodinâmicos, características morfológicas e sedimentológicas, com intuito de identificar e elucidar processos típicos destes sistemas praias. O autor determinou que em “uma zona costeira com presença de promontórios e baías, a variação da morfologia das praias é função da distância entre os promontórios, forma da enseada, direção de incidência das ondas, razão de endentação, distribuição do tamanho de grão e declividade da antepraia”. (KLEIN, 2004).

Oliveira (2009) desenvolveu uma tese correlacionando as características morfodinâmicas com a ocupação e tipo de orla e o condicionamento do uso tradicional das praias na costa oceânica da Ilha de Santa Catarina. O autor analisou parâmetros morfométricos, granulométricos e hidrodinâmicos, demonstrando agrupamentos específicos de acordo com o grau de exposição à ação de ondas, a granulometria das areias e demais características hidrodinâmicas.

Com relação à praia dos Naufragados, poucos trabalhos foram realizados até o presente momento. Cruz (1998) executou um levantamento de campo, onde efetuou três perfis ao longo do arco praias (com medições a partir de clinômetros e trenas) e coletou, ao todo, 11 amostras de sedimentos. Estes dados, após analisados, constituíram parte integrante da base de informações desenvolvida pela autora, conforme mencionado anteriormente. Felix *et al.* (2001) descreveram aspectos morfológicos e sedimentares da porção mais a leste da praia, baseados em uma única campanha de coleta de dados. Simó (2003) e Horn Filho (2006) estudaram possíveis evidências erosivas baseados em indícios observados em campo.

1.2 PROBLEMÁTICA

A maioria dos trabalhos realizados nas praias arenosas oceânicas da Ilha de Santa Catarina utilizou a aplicação de técnicas, parâmetros e análises desenvolvidas pela chamada Escola Australiana de Geomorfologia Costeira, a ser melhor apresentada posteriormente, que consistiram, geralmente, na determinação dos estágios morfodinâmicos de perfis praias.

Praias arenosas de enseada com forma parabólica em planta, comumente, apresentam diferentes estágios morfodinâmicos, característica associada, principalmente, às variações hidrodinâmicas longitudinais, conforme será melhor explicado posteriormente.

A praia dos Naufragados apresenta aspecto típico de praia de enseada, onde se observam características distintas em suas duas extremidades, sendo que o arco praias assumiu uma forma em planta que pode ser classificada como parabólica, segundo a proposição apresentada por Silvester e Hsu (1993). A porção mais a leste caracteriza-se como uma zona de sombra parcialmente protegida dos agentes da dinâmica costeira pela ponta do Frade, um promontório que atua como barreira contra a ação direta das ondulações dos quadrantes norte-nordeste e leste-sudeste.

A porção mais a oeste da praia caracteriza-se como totalmente exposta ao “ataque” das ondulações de todos os quadrantes, principalmente das provenientes do sul (a ação das ondas dos quadrantes norte-nordeste e leste-sudeste são atuantes nesta porção da praia, devido aos processos de refração e difração local ocorrente).

Neste sentido, pode-se afirmar que os processos costeiros ocorrem de forma diferenciada na extensão da praia dos Naufragados, gerando características hidrodinâmicas igualmente distintas. Em face do seu caráter atual, que se caracteriza como de baixo índice de intervenções antrópicas, supõe-se que estes processos costeiros são dominados por fatores naturais, que atuam como transformadores da morfologia praias, como as ondas, os ventos, as correntes e as marés.

Portanto, estes fatores naturais serão estudados, com ênfase nos padrões morfodinâmicos. Para tal, serão utilizadas técnicas acuradas de coleta de dados, visando a exploração de novas perspectivas de abordagens através da elaboração e interpretação de MDTs sobre a totalidade do arco praias.

1.3 HIPÓTESE DE PESQUISA

Visando a determinação de estágios morfodinâmicos, na maioria dos estudos em praias arenosas sobre regime de micro marés realizados no Brasil, observa-se a utilização de conceitos e aplicação de técnicas de análise propostas pela metodologia desenvolvida pela chamada Escola Australiana de Geomorfologia Costeira.

Esta metodologia consiste na realização de um estudo comparativo sobre vários parâmetros morfométricos que possibilitam o enquadramento em um modelo sequencial evolutivo para a classificação morfodinâmica das praias, conforme detalhamentos a serem apresentados posteriormente.

A técnica normalmente utilizada para o levantamento destes parâmetros morfométricos consiste no nivelamento expedito proposto por Birkemeier (1981), em uma abordagem bidimensional, utilizando-se nível óptico, tripé e mira topográfica para a execução do levantamento topográfico de perfis transversais à linha de costa, obtidos através do método da estadimetria com base em um nível de referência determinado em relação ao nível médio do mar em situação de maré baixa de sizígia, de acordo com dados da tábua de maré da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

Atualmente, observa-se uma tendência de substituição do nível ótico pela estação total na execução do levantamento dos perfis praiais. Como exemplo, cita-se os estudos de Carneiro *et al.* (2003, 2007) nas praias de Casa Caiada e Rio Doce/PE; Fischer (2005) na praia do Laranjal no estuário da laguna dos Patos/RS; e, Oliveira e Calliari (2006) na praia do Mar Grosso – São José do Norte/RS. Observa-se, assim, que a aplicação da estação total até o presente momento tem se restringido à simples substituição de um equipamento por outro, de uma técnica de obtenção de dados por outra.

Lélis (2006), utilizando a estação total, executou um levantamento batimétrico visando a identificação das principais características morfológicas da porção submersa da praia das Rendeiras, adjacente à laguna da Conceição, Ilha de Santa Catarina. Após o levantamento, foi efetuada a geração de um MDT que proporcionou a interpretação detalhada do relevo submerso. Porém, os setores praiais já estavam previamente

delimitados, sendo que foi gerado o MDT de apenas um momento de observação ou campanha, fator que não proporcionou uma análise sazonal comparativa.

Partindo-se do pressuposto de que a praia dos Naufragados apresenta diferentes estágios morfodinâmicos, a hipótese principal desta pesquisa consiste em verificar a possibilidade de determinação dos limites de ocorrência entre estes distintos setores morfodinâmicos, testando uma nova técnica de análise por meio de abordagens tridimensionais, a partir do levantamento topográfico planialtimétrico sobre a totalidade do arco praial, com a utilização da estação total.

Pressupõe-se que este fator permitirá que sejam determinadas de forma detalhada e acurada as alterações ocorridas nas feições praias e a variação total do volume do estoque sedimentar subaéreo, no decorrer do período de monitoramento, propiciando a identificação dos diferentes padrões de comportamento morfológicos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Geral

Estudar o sistema praial dos Naufragados, Ilha de Santa Catarina – SC, com ênfase na distribuição dos padrões morfodinâmicos ao longo da praia, aplicando abordagens bidimensionais e tridimensionais.

1.4.2 Específicos

- Monitorar o arco praial durante o período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008, baseado em três perfis de praia, totalizando seis campanhas de campo;
- Coletar sedimentos, dados hidrodinâmicos e atmosféricos, com base nestes perfis de praia;
- Analisar do ponto de vista granulométrico os sedimentos praias;

- Caracterizar o comportamento morfodinâmico nos perfis de praia, enquadrando-os no modelo sequencial evolutivo proposto por Wright e Short (1984) (análise bidimensional);
- Identificar os padrões de alterações sazonais do arco praial e suas feições morfológicas, baseados nas análises dos MDTs efetuados sobre a totalidade do arco praial, no decorrer das seis campanhas de campo (análise tridimensional);
- Setorizar o arco praial de acordo com seus diferentes estágios morfodinâmicos.

1.5 JUSTIFICATIVA

Considera-se que a oportunidade e disponibilidade de aplicação de técnicas acuradas de coleta de dados morfológicos, utilizando-se a estação total, apresentam-se como fatores que justificam a opção pela temática apresentada. Esta técnica ocasiona a possibilidade de elaboração de MDTs sobre a totalidade do arco praial estudado, podendo representar grandes possibilidades de compreensão dos processos e mecanismos de transformação da morfologia praial. Optou-se pela praia dos Naufragados devido a três motivos principais, sendo os seguintes:

- Necessidade de análise em uma praia de enseada com área relativamente restrita, que possibilitasse a aplicação de técnicas diversificadas e complexas de ponto de vista logístico e operacional;
- Horn Filho (2004) subdividiu o litoral da Ilha de Santa Catarina em seis setores de costas distintos. Neste trabalho, o autor indicou a predominância de estudos geológicos e morfossedimentares nas costas Sudeste, Norte e Nordeste, fator que contribuiu para a decisão em se escolher uma área para realização do presente trabalho na costa Sul, sendo a praia dos Naufragados apresentando-se como ideal, por se tratar de uma pequena praia de enseada, situada em um local isolado e pouco explorado, caracterizando-se como um verdadeiro “laboratório natural”;
- Inexistência de estudos substanciais de morfodinâmica praial, geologia marinha ou oceanografia costeira nesta praia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tendo em vista a problemática e objetivos da presente pesquisa, neste capítulo serão elencados conceitos e definições sobre a dinâmica costeira e o ambiente praiial, abordando mais especificamente os processos morfodinâmicos em praias arenosas de enseada sobre regime de micromarés, visando subsidiar as análises posteriormente apresentadas.

2.1 AMBIENTE PRAIAL: PRAIAS ARENOSAS SOB REGIME DE MICROMARÉS

Constituindo-se em um dos principais sistemas de transição entre os oceanos e os continentes, as praias apresentam-se entre as primeiras áreas a receberem os impactos das contínuas variações de energia dos ambientes, tanto continentais quanto marinhos. Estas variações contínuas de energia acarretam as alterações morfológicas comumente observadas nestes sistemas, transformando as praias em ambientes extremamente ativos, instáveis e estocásticos.

Vários fatores determinam os tipos e características das praias, como a localização geográfica, o controle estrutural exercido pelos contornos da linha de costa, as características dos sedimentos (relacionadas com suas áreas fonte), a proximidade de estuários e rios, o regime de ondas e a frequência de fenômenos meteorológicos intensos e seus consequentes eventos erosivos associados.

Dependendo da localização geográfica, as praias estarão submetidas a diferentes amplitudes de marés, sendo classificadas como praias de micromarés, mesomarés e macromarés, respectivamente, quando as variações do nível do mar forem inferiores a 2 m, entre 2 e 4 m e superiores a 4 m (DAVIES, 1964). Masselink e Tunner (1999) apontaram que as costas sobre influência de micromarés são dominadas pela ação das ondas, em contraste com as de macromarés, onde os movimentos periódicos de subida e descida do nível do mar é que regulam e caracterizam seus ambientes.

O contorno, a topografia e a constituição geológica da linha de costa estabelecem importantes parâmetros e exercem papel preponderante na dinâmica costeira, fatores que culminam na determinação de padrões de comportamento praias, principalmente, em orlas embaiadas, onde alguns processos e características se apresentam de forma bastante típica.

Multivariada, também, apresenta-se a constituição sedimentológica dos ambientes praias, sendo que as praias podem ser constituídas de sedimentos cascalhosos a arenosos, félsicos e/ou máficos, carbonáticos e/ou siliciclásticos.

Miot da Silva (2006) afirmou que os tamanhos dos grãos em sedimentos praias são controlados pelas fontes de materiais e pelos processos de deposição atuantes, sendo determinante a energia das ondas atuantes. De acordo com Sherman e Bauer (1993, *apud* MIOT DA SILVA, 2006), “as praias arenosas estão entre os sistemas físicos mais dinâmicos da superfície terrestre, onde a alta energia das ondas, correntes e ventos é dissipada em uma área relativamente pequena”.

Como este trabalho refere-se à análise de uma praia arenosa de enseada sob regime de micromarés, a seguir serão apresentadas as definições, caracterizações e processos relativos a este sistema.

2.1.1 Definições iniciais

Observando-se a literatura técnica mundial, constata-se uma ausência de padronização quanto a enfoques, conceitos e nomenclaturas aplicados na descrição de sistemas praias.

Hoefel (1998), ao apresentar uma evolução sobre a definição de praia na literatura internacional, discutiu esta temática. Segundo a autora, King (1959, *apud* HOEFEL, 1998) afirmou que a praia é um ambiente sedimentar costeiro, composto normalmente por areia e condicionado pela ação sobre a costa dos sistemas de ondas. Shepard (1973, *apud* HOEFEL, 1998), simplificou e minimizou o ambiente praias como um “trecho de costa recoberto por areias ou cascalhos”. Para Komar (1976, *apud* HOEFEL, 1998), a praia constitui-se em um acúmulo de sedimentos inconsolidados de diversos tamanhos, estendendo-se em direção à costa desde a base das dunas ou qualquer alteração fisiográfica até o nível médio da maré baixa,

denominando de litoral a porção que vai deste ponto até a profundidade de fechamento. Observa-se, ainda, as considerações apresentadas por Davis Jr. (1985), Horikawa (1988, *apud* HOEFEL, 1998) e Hardisty (1990).

No entanto, Hoefel (1998) apresentou uma definição própria, onde a praia é caracterizada como um depósito de sedimentos inconsolidados e não coesivos ocorrentes na zona costeira, sendo dominado por ondas. A autora limitou o ambiente praias da seguinte forma: internamente, “pelos níveis máximos da ação de ondas de tempestade ou pelo início da ocorrência de dunas fixas ou de qualquer outra alteração fisiográfica brusca”; externamente, a partir da profundidade de fechamento interna ou “pelo início da zona de arrebatamento quando da determinação visual e instantânea deste limite.” Desta forma, a autora excluiu a denominada zona de empinamento das ondas, ocorrente entre a profundidade de fechamento externa (a partir da qual iniciam os processos de remobilização do fundo oceânico pelas ondas) e interna, por considerar que não ocorrem, ali, processos significativos de transporte de sedimentos.

Short (1999) definiu o sistema praias como acúmulos de sedimentos depositados por ondas, tendo como limite mar adentro, a profundidade máxima a partir da qual ocorre transporte de material de fundo para a praia (base da onda ou *wave base*) e, como limite continente adentro, o alcance máximo subaéreo de ação das ondas de tempestade (limite de espraiamento ou *swash limit*). Observa-se que o autor inclui a zona de empinamento das ondas em seu sistema.

Para Woodroffe (2003), as praias são depósitos sedimentares que permanecem na costa, apesar de sofrerem a ação direta das ondas, com formas e tamanhos diversos, variando desde dezenas a centenas de quilômetros até pequenas praias de bolso intercaladas por promontórios. Em um perfil típico, o autor considerou que os limites do sistema praias compreendem-se entre o final de feições continentais eólicas (como dunas) e início da praia subaérea até a profundidade de fechamento, incluindo a zona de empinamento das ondas, estando de acordo com as definições propostas de Short (1999).

Schmiegelow (2004) considerou as praias como ambientes extremamente dinâmicos, constituídas por diversos tipos de minerais, como as areias quartzosas e sedimentos de origem orgânica e calcárea, sendo delimitadas desde as profundidades, onde os sedimentos passam a ser remobilizados pela ação das ondas no assoalho marinho, até onde alguma feição do relevo exerce obstáculos para a movimentação de areias na parte emersa.

Oliveira (2004, 2009) definiu as praias como “depósitos inconsolidados na zona costeira, dominados pela hidráulica, causada primeiramente por ondas. Possui como limite interno as dunas ou qualquer outra alteração fisiográfica brusca e como limite externo o início da zona de arrebentação”.

Avaliando-se as descrições apresentadas, determinam-se dentre os pontos em comum a inclusão do caráter inconsolidado dos sedimentos e a remobilização principalmente ocasionada por fatores hidrodinâmicos.

Nestes termos, as praias arenosas sob regimes de micromarés podem ser definidas como áreas de deposição de sedimentos inconsolidados, formando estreita faixa disposta de forma subparalela à linha de costa atual, constituídas de materiais de origens diversas, onde predominam as areias quartzosas. Caracterizam-se como ambientes extremamente dinâmicos, delimitados entre o ponto onde os sedimentos começam a serem remobilizados no assoalho marinho (profundidade de fechamento) até a ocorrência de alguma alteração morfológica brusca ou até os limites de ação das ondas de tempestade.

2.1.2 Zonação hidrodinâmica e morfológica

A definição dos limites praias pode se basear em critérios hidrodinâmicos ou morfológicos, sendo que as terminologias adotadas neste trabalho para definição das zonas hidrodinâmicas e morfológicas de praias consiste em uma compilação de vários autores, entre eles, Suguio (1992), Hoefel (1998), Short (1999) e Woodroffe (2003). A denominação das zonas é realizada através de um perfil teórico, que representa, de uma maneira geral, o perfil ocorrente em praias arenosas oceânicas.

Neste trabalho, o perfil teórico adotado subdivide a praia em dois sistemas: sistema submerso e sistema emerso; em quatro zonas hidrodinâmicas: zona próxima à praia (*nearshore*), zona de arrebentação (*breaker zone*), zona de surfe (*surf zone*) e zona de espraiamento (*swash zone*); e, em quatro zonas morfológicas: antepraia inferior, antepraia superior, estirâncio e pós-praia (Figura 1).

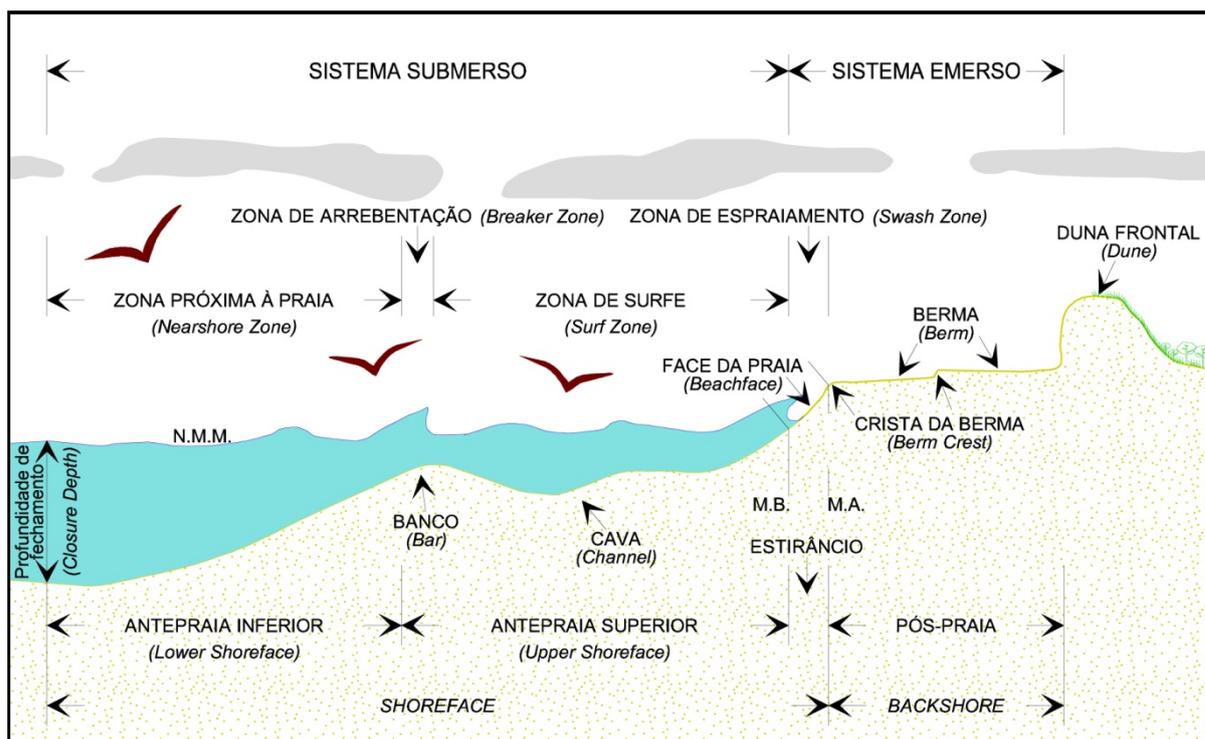


Figura 1 – Perfil teórico esquemático, adaptado de Short (1999) e Woodroffe (2003), representando os sistemas e zonações hidrodinâmica e morfológica de praias arenosas oceânicas em regime de micromarés, com as terminologias adotadas neste trabalho e termos correspondentes em inglês, onde: (N.M.M.) nível médio do mar; (M.A.) maré alta de sizígia; e (M.B.) maré baixa de sizígia.

O sistema submerso é caracterizado como a porção praiial que permanece perenemente imersa, apresentando como limite externo mar adentro o ponto a partir do qual ocorre remobilização de sedimentos em relação à praia e, como limite interno, para o continente, o nível de maré baixa de sizígia. Neste sistema, observam-se as zonas hidrodinâmicas próxima à praia, de arrebentação e de surfe, além das zonas morfológicas antepraia inferior e antepraia superior.

O sistema emerso, por sua vez, pode ser caracterizado como o sistema que permanece exposto a maior parte do tempo, sendo inundado intermitentemente por forçantes gravitacionais e meteorológicas que atuam sobre as águas, aumentando o nível relativo do mar e ampliando o limite de ação do espraimento por curtos períodos de tempo. Apresenta como limite externo o nível de maré baixa de sizígia e, como limite interno, o ponto de alcance máximo do espraimento em períodos de tempestades. Neste sistema, observam-se a zona hidrodinâmica de espraimento e as zonas morfológicas estirâncio e pós-praia.

2.1.2.1 Zonação hidrodinâmica: processos e terminologias

A Figura 2 apresenta um perfil teórico esquemático, representando os sistemas e a zonação hidrodinâmica de praias arenosas em regime de micromarés, aplicadas neste trabalho. Procurou-se estabelecer uma correlação entre as terminologias em inglês adotadas por Short (1999) e Woodroffe (2003), embora estes autores salientem que estas terminologias não são utilizadas consistentemente nos diversos países.

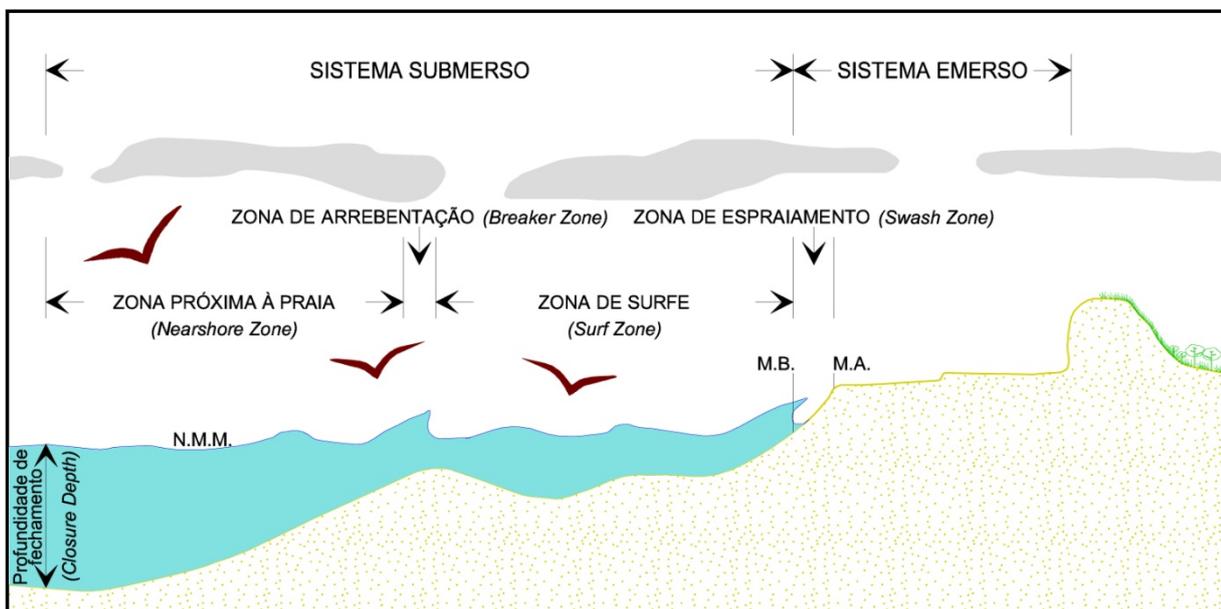


Figura 2 – Perfil teórico esquemático, adaptado de Short (1999) e Woodroffe (2003), representando a zonação hidrodinâmica de praias arenosas oceânicas em regime de micromarés, com as terminologias adotadas neste trabalho e termos correspondentes em inglês, onde: (N.M.M.) nível médio do mar; (M.A.) maré alta de sizígia; e (M.B.) maré baixa de sizígia.

Nestes termos, baseado em critérios hidrodinâmicos, a definição dos limites praias apresenta-se da seguinte maneira:

- Zona próxima à praia (*nearshore*): caracterizada pelo início da ocorrência das transformações nos padrões de propagação das ondas (empinamento ou *shoaling*), que vão culminar com a quebra no ponto de quebra ou *breakpoint*, marcando o início da zona de arrebentação. O limite externo da zona próxima à praia é conhecido como profundidade de fechamento ou *closure depth*, sendo definido por Hallermeier (1981) como a profundidade a partir da qual as alterações do fundo oceânico não são detectáveis pelas ondulações;

- Zona de arrebentação (*breaker zone*): nesta zona observa-se o processo de quebra ou rebentação das ondas, que ocorre quando a diminuição no comprimento das ondas, provocada pelo atrito com o fundo marinho, provoca o empinamento da crista até o momento de sua desestabilização, geralmente, quando a profundidade aproxima-se da altura da onda incidente;
- Zona de surfe (*surf zone*): zona onde ocorre a dissipação da energia das ondas, sendo verificados os “processos de transporte de sedimentos por correntes de deriva litorânea e correntes de retorno” (OLIVEIRA, 2004). Suas características dependem, principalmente, do tipo de quebra das ondas incidentes e do modo como ocorre a dissipação de energia, motivos pelo qual alguns autores como Horikawa (1988, *apud* HOEFEL, 1998) consideram a zona de arrebentação indissociável da zona de surfe;
- Zona de espraiamento (*swash zone*): zona que pode ser identificada pela atuação máxima e mínima das ondas sobre a face da praia, onde ocorrem os processos de espraiamento (*swash*), fluxo e refluxo (*backwash*).

2.1.2.2 Zonação morfológica: caracterização e terminologias

A Figura 3 apresenta o mesmo perfil teórico e esquemático, agora, representando os sistemas e zonação morfológica, além das morfologias de praias arenosas oceânicas em regime de micromarés, aplicadas neste trabalho, baseadas nas mesmas correlações entre as terminologias em inglês adotadas por Short (1999) e Woodroffe (2003).

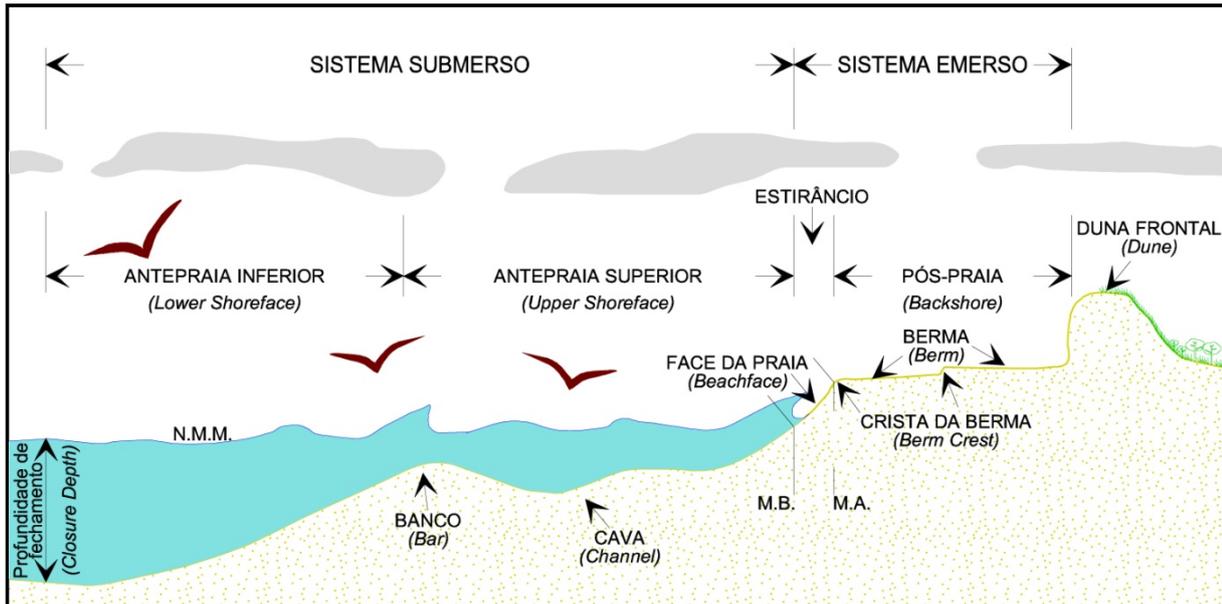


Figura 3 – Perfil teórico esquemático, adaptado de Short (1999) e Woodroffe (2003), representando a zonation morfológica, além das feições típicas de praias arenosas oceânicas em regime de micromarés, com as terminologias adotadas neste trabalho e termos correspondentes em inglês, onde: (N.M.M.) nível médio do mar; (M.A.) maré alta de sizígia; e (M.B.) maré baixa de sizígia.

Sendo assim, fundamentado em critérios morfológicos, a definição das zonas praias apresenta-se da seguinte forma:

- Antepraia inferior (*lower shoreface*): localiza-se entre o ponto onde a energia das ondas passa a exercer interação com o assoalho marinho (profundidade de fechamento ou, geralmente, quando a profundidade atinge entre $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$ do comprimento da onda), remobilizando sedimentos, até o início da zona de arrebatção. Nesta zona morfológica ocorrem os processos hidrodinâmicos correspondentes à zona próxima à praia, onde se observa o empinamento das ondas provocado pelo constante decaimento da profundidade em relação ao continente;
- Antepraia superior (*upper shoreface*): é a zona morfológica que delimita o sistema submerso, localizado entre o início da zona de arrebatção (ponto de quebra das ondas) e o nível de maré baixa de sizígia. Nesta zona é que ocorrem os processos hidrodinâmicos de quebra e dissipação da energia das ondas incidentes, correspondentes às zonas hidrodinâmicas de arrebatção e de surfe. Apresenta feições morfológicas típicas como cavas e bancos, que são bastante ativos, podendo apresentar-se em forma de bancos longitudinais, transversais e oblíquos;

- Estirâncio (*beachface*): corresponde à zona morfológica que marca a transição entre os sistemas submerso e emerso, onde ocorrem os processos da zona de espraiamento. Localizada entre os níveis de maré baixa e alta de sizígia, esta zona é marcada pela ocorrência da face da praia (feição morfológica delimitada entre o nível médio do mar no momento da observação e a crista da berma), além de feições rítmicas como os cúspides;
- Pós-praia (*backshore*): consiste na zona morfológica característica do sistema emerso, localizada entre o nível de maré alta de sizígia e a base da duna frontal ou qualquer outra feição fisiográfica que delimite a praia (falésia, início de vegetação, estruturas antrópicas, etc.). Apresenta feições morfológicas típicas como cristas, bermas, cúspides e mega-cúspides. Nesta zona é comum o retrabalhamento eólico, onde o acúmulo de sedimentos pode originar depósitos em forma de dunas embrionárias (fases construtivas). Em fases erosivas, o retrabalhamento por ondas de tempestade pode ocasionar feições como cúspides, embaiamentos, falésias e bermas de tempestade.

2.1.3 Praias arenosas de enseada

As praias de enseada ocorrem em linhas de costa rochosas associadas a topografias montanhosas, como acontece em aproximadamente 50% da costa mundial (INMAN; NORDSTROM, 1971), fator que evidencia um indício de predominância deste tipo de praia. Estas linhas de costa são marcadas por costões, pontas e/ou promontórios, que servem como limites físicos e funcionam como espécies de barreiras no interior dos quais se desenvolvem os sistemas praias.

Estas praias, geralmente, assumem formas em planta curvada ou em arco, sendo denominadas de praias parabólicas, praias espirais, praias curvadas, praias enganchadas ou praias embaiadas.

Esta forma ocorre devido à influência no padrão de propagação das ondas junto à costa, ocasionada por promontórios ou qualquer outro elemento físico, que atuam como barreiras e desencadeiam processos de refração e difração.

Estes processos provocam, respectivamente, o surgimento de uma zona de sombra a sotamar desta feição emersa (caracterizada como bastante curva) e a redistribuição da altura e conseqüente energia das ondas ao longo da praia, aumentando a partir da zona de sombra e ocasionando uma porção central moderadamente curvada e outra mais retilínea no extremo oposto da praia que, geralmente, apresenta-se de forma paralela à incidência das ondas predominantes (YASSO, 1965; SILVESTER; HSU, 1993; RODRIGUEZ, 1995; SHORT; MASSELINK, 1999; KLEIN, 2004; MIOT DA SILVA, 2006) (Figura 4).

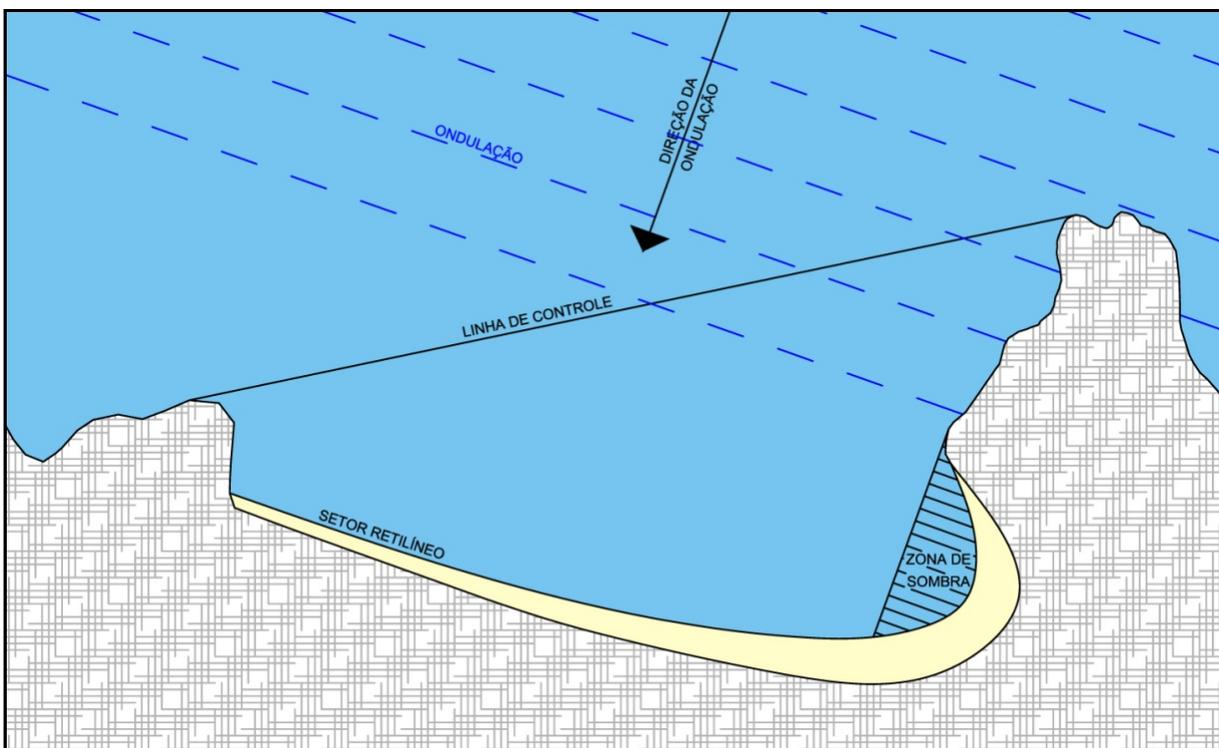


Figura 4 – Características gerais da forma em planta de praias de enseada e seus compartimentos. Fonte: modificado de Short e Masselink (1999).

De acordo com Silvester e Hsu (1993), a obliquidade de incidência de ondas e o gradiente de energia ao longo das praias são os responsáveis pelo transporte longitudinal de sedimentos e, conseqüentemente, pela modelagem das suas formas em planta, sendo que a orientação dependerá do ângulo de incidência das ondas mais frequentes. Short e Masselink (1999) consideraram esta correspondência entre a forma de praia em planta e os padrões de refração associados com as ondas predominantes como uma das mais típicas características das praias de enseada.

Short e Masselink (1999) afirmaram, ainda, que as praias de enseada podem estar em equilíbrio estático ou em equilíbrio dinâmico. Neste sentido, considera-se que uma linha de praia apresenta-se em equilíbrio estático ou estável quando todas as quebras das ondas ocorrem de forma simultânea ao longo da praia, anulando o transporte longitudinal de sedimentos. Neste caso, a forma em planta se ajusta ao padrão de ondas refratado. Fracas correntes litorâneas podem ser observadas, sendo associadas ao gradiente longitudinal de variação de altura e energia das ondas e ocorrendo a partir das áreas de maior para as de menor energia.

Silvester e Hsu (1993) sugerem um modelo para a predição da curva resultante em praias de enseada em equilíbrio estático baseado nas relações entre o ângulo de incidência das ondas predominantes com a forma da praia em planta, denominado de modelo parabólico, largamente utilizado para fins de engenharia costeira.

Em contrapartida, quando se evidencia um ativo transporte longitudinal de sedimentos ao longo do arco praiial, ocasionado principalmente pela obliquidade de incidência de ondas, considera-se que a praia encontra-se em equilíbrio dinâmico.

Mudanças na direção das ondas incidentes podem provocar deslocamentos laterais de sedimentos entre as extremidades das praias de enseada, ocasionando uma aparente rotação das suas formas em planta. Segundo Short e Masselink (1999), esta rotação pode ocorrer de forma sazonal ou em ciclos mais longos e já foi observada em diversas praias (BIRD, 1993; SHYUER-MING; KOMAR, 1994; SHORT *et al.*, 1995). Durante o processo de rotação, o estoque sedimentar do sistema praiial não apresenta grandes alterações: enquanto uma parte da praia encontra-se em processo erosivo, geralmente, sua porção oposta encontra-se em acreção.

Na Figura 5, observa-se um modelo simplificado de rotação aparente da forma em planta de praias arenosas de enseada, apresentado por Short e Masselink (1999), onde: (a) ondas incidentes de uma direção proporcionam transporte e deposição de sedimentos ao longo da costa; (b) com a mudança da direção de incidência das ondas, observa-se sentido inverso dos fluxos de deriva litorânea e, conseqüentemente, da deposição de sedimentos, ocasionando a aparente rotação em planta.

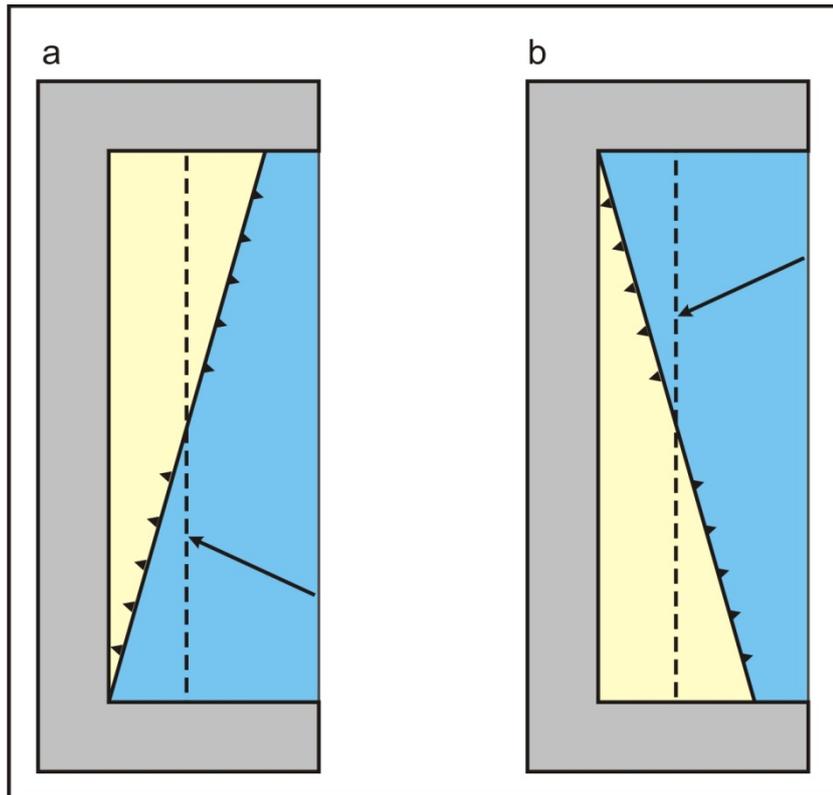


Figura 5 – Modelo simplificado de rotação aparente da forma em planta de praias arenosas de enseada. A seta identifica a direção de incidência das ondas e as pontas indicam a erosão e/ou progradação da linha de costa. Fonte: modificado de Short e Masselink (1999).

Em casos de rompimento ou redução do suprimento de sedimentos, a erosão poderá reorientar a linha de costa, sendo este estado de reajuste às condições de mudança denominado de desequilíbrio (SHORT; MASSELINK, 1999).

2.1.3.1 Aspectos granulométricos de praias arenosas de enseada

A granulometria de sedimentos praias apresenta-se como uma de suas características mais diversificadas, sendo que a variação dos diâmetros dos grãos e dos parâmetros estatísticos tem sido, comumente, utilizada em inúmeras pesquisas visando a distinção e identificação de processos atuantes em ambientes costeiros.

Os fatores definidos por Komar (1976, *apud* HOEFEL, 1998) como preponderantes para a distribuição do tamanho dos grãos em sedimentos praias parecem representar um consenso por parte dos pesquisadores sobre os aspectos determinantes desta variação, sendo eles: a constituição da área fonte dos

sedimentos, a energia de incidência das ondas atuantes e as características da plataforma continental interna adjacente à praia.

Praias de enseada podem apresentar uma gradação longitudinal de sedimentos que, segundo Carter (1988), pode ser ocasionada pela associação de fatores como gradiente longitudinal de variação de altura e energia das ondas (aspecto típico de praias de enseada, desencadeado a partir da refração sofrida pelas ondas) e desintegração mecânica e/ou química dos grãos. Esta relação é confirmada após extensa revisão bibliográfica realizada por Miot da Silva (2002). Neste sentido, a granulometria dos sedimentos na zona de sombra apresenta-se como mais fina (associada à baixa energia das ondas), aumentando em direção às áreas mais expostas a ação das ondas atuantes (áreas de maior energia de ondas).

No entanto, Klein (2004) afirmou que não evidenciou relação direta entre a altura média das ondas com a distribuição do tamanho dos grãos ao longo da praia, afirmando que, neste sentido, as características da área fonte dos sedimentos se constituem como principal fator desta distribuição.

Outros aspectos relevantes referem-se aos parâmetros estatísticos apresentados pelos sedimentos. McLaren (1981) apontou que, quando ocorre apenas uma área fonte, os sedimentos tornam-se melhor selecionados e mais negativamente assimétricos no sentido da direção do transporte, sendo que os sedimentos restantes, devido à segregação natural ou joeiramento, devem tornar-se pior selecionados e mais positivamente assimétricos. Ou seja, o conjunto dessas características indica o sentido da deriva litorânea predominante, sendo que os sedimentos finais serão mais bem selecionados que os sedimentos da área fonte.

Ressalvas devem ser feitas a estes aspectos, principalmente no que concerne ao parâmetro assimetria. Bittencourt (1992), analisando várias amostras em três diferentes praias no litoral baiano, afirmou não ter encontrado quaisquer relações referentes à assimetria negativa nas faces praias analisadas. Quanto ao tamanho dos grãos, deve-se considerar, principalmente, as características da área fonte dos sedimentos e as contribuições de cursos de água nas proximidades de determinada área, analisando as possíveis distorções provocadas na composição granulométrica em um determinado ponto de análise próximo.

No entanto, o caráter de melhor seleção dos sedimentos ao longo no sentido da corrente de deriva apresenta-se como ponto pacífico.

Com relação à distribuição ao longo do perfil transversal, observa-se que os grãos maiores encontram-se nas zonas de arrebentação, surfe e espraiamento (devido à energia de remobilização das ondas). Os grãos intermediários concentram-se na porção emersa do perfil e os grãos mais finos, na zona próxima à praia.

2.2 DINÂMICA COSTEIRA

Situadas em uma zona caracterizada como “extremamente dinâmica” (SCHMIEGELOW, 2004), são nas regiões litorâneas que o mar imprime alterações constantes, sendo a dinâmica costeira responsável pela condução dos processos morfogenéticos e pela formação das feições mais atuais nestas áreas, que se constituem nas praias arenosas, objeto de estudo deste trabalho, sobre as quais os fatores atuantes nesta dinâmica serão abordados e analisados.

Conduzindo a dinâmica costeira, observam-se as ações concomitantes de fatores meteorológicos, hidrodinâmicos e antrópicos, como massas de ar, marés, ondas, correntes litorâneas e obras de engenharia, sendo estes fatores detalhados no decorrer desta fundamentação. Estas ações concomitantes produzem uma série de efeitos sobre a morfologia, tanto da parte emersa quanto da submersa de sistemas praias, ocasionando aumento ou diminuição de material sedimentar, provocando acresção ou erosão praias, em uma relação denominada de balanço sedimentar.

2.2.1 Fatores meteorológicos

As considerações aqui elaboradas seguem a distinção apresentada por Nimer (1990) e utilizada por Tomazelli (1990) em relação aos apontamentos acerca da necessidade de avaliação integrada da atuação dos fatores estáticos e dinâmicos de controle climático.

Segundo Tomazelli (1990), entre os fatores estáticos de controle climático em uma região destacam-se a situação latitudinal, a influência do mar (fator de

maritimidade) e as características do relevo (fator orográfico). Dentre os fatores dinâmicos, destacam-se a influência dos centros de ação formadores das massas de ar.

Situada na zona costeira e em latitudes próximas aos 28°S, a área de estudo se encontra em uma zona subtropical, onde os fatores de maritimidade atuam como controladores básicos da circulação das massas de ar, que são predominantemente marítimas. Nestes termos, o relevo bastante montanhoso das encostas, atingindo cotas altimétricas elevadas nas proximidades da linha de costa, atua como importante fator de controle climático, ocasionando os chamados efeitos orográficos.

Os efeitos orográficos são evidenciados quando as massas úmidas formadas no oceano em áreas próximas à costa atingem as encostas e são forçadas a subirem, causando a condensação e posterior precipitação.

Em relação aos fatores dinâmicos, Giannini (1993) afirmou que o clima na região costeira catarinense é controlado por duas massas de ar anticiclônicas (centros de alta pressão): Massa Tropical Atlântica e Massa Polar Atlântica (Figura 6).

A Massa Tropical Atlântica é formada pelo centro de ação denominado de Anticiclone Semipermanente do Atlântico Sul, localizado entre as latitudes de 18°S e 35°S (TOMAZELLI, 1990). Essas massas possuem temperaturas e umidades elevadas, sendo o seu predomínio caracterizado como condições de estabilidade do tempo (dias ensolarados).

A Massa Polar Atlântica, originada no Anticiclone Móvel Polar, é “proveniente das regiões geladas do continente Antártico e que se deslocam, no sentido SW–NE, em direção ao território sul-brasileiro” (TOMAZELLI, 1990). Esse deslocamento das massas polares, conhecidas como “frentes frias”, provoca o surgimento de zonas de instabilidade na região entre os centros de alta pressão, ocasionando precipitação pluviométrica do tipo chuvas frontal.

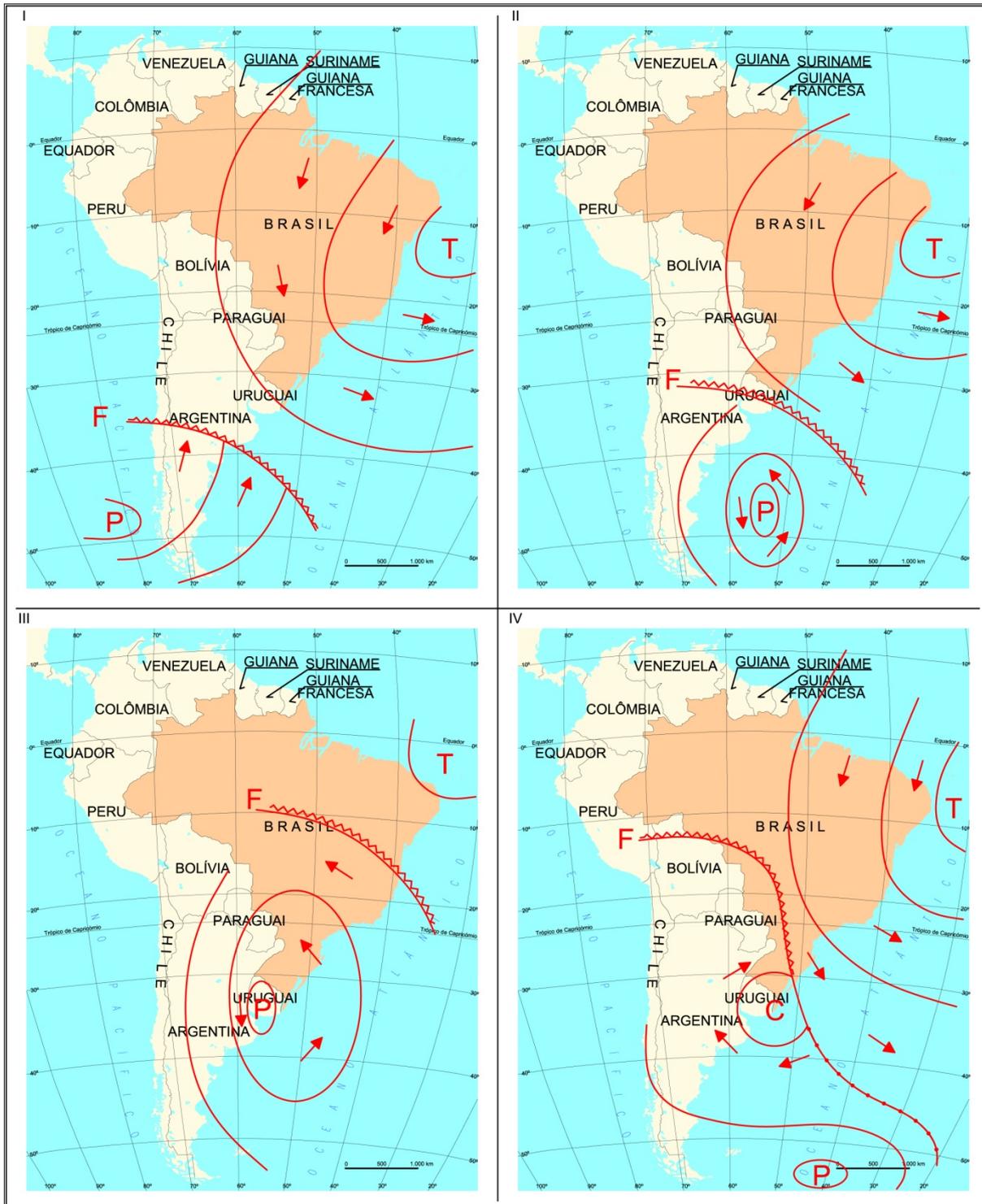


Figura 6 – Modelo geral de circulação atmosférica na região Sudeste do Brasil, segundo a atuação dos centros de alta pressão denominados de Massa Tropical Atlântica (T) e Massa Polar Atlântica (P): (I) circulação normal; (II) origem de frentes frias (F); (III) avanço da frente fria para o norte; (IV) ciclone extratropical (C) associado com a passagem de frente fria.

Fonte: modificado de Klein (2004).

Portanto, estes sistemas de circulação (tanto os regionais quanto os locais) operam de forma direta sobre os processos hidrodinâmicos na zona costeira, ao atuarem como determinantes nos padrões de formação das ondulações e nas consequentes transformações ocorrentes na linha de costa.

Com relação às transformações na linha de costa, os ventos são considerados como agentes básicos, sendo os responsáveis pela remobilização e transporte de sedimentos no sistema praias, ao passo que atuam como geradores de ondas e, conseqüentemente, das células de circulação ocasionadas por elas.

De acordo com Bresolin (1979), o principal efeito da ação do vento sobre o litoral consiste na movimentação e transporte de areias, que são impelidas à praia pelas ondas. Este efeito é potencializado durante eventos meteorológicos intensos, como tempestades formadas pela passagem de frentes frias.

Observa-se, também, a remobilização de sedimentos ocasionada pelos ventos sobre o litoral, principalmente nas porções emersas dos sistemas praias e em dunas costeiras. Segundo Greeley e Iversen (1985, *apud* BROWN; MCLACHLAN, 1990), a quantidade de areia a ser movimentada por forças eólicas em áreas desnudas depende de três fatores: umidade, velocidade do vento e o tamanho do grão de areia. Em 75% dos casos a areia é carregada por saltação, 25% por arrastamento e em poucos eventos a areia é suspensa no ar e depositada mais para o interior (BROWN; MCLACHLAN, 1990). Em determinados casos, ventos soprando em direção ao mar podem carrear sedimentos para as zonas submersas de sistemas praias.

Outro aspecto de interesse consiste nos ventos térmicos, também conhecidos como brisas (terral e maral). Estes ventos ocorrem devido ao deslocamento do ar, provocado pelos gradientes de pressão atmosférica que, por sua vez, são ocasionados pelas diferenças de temperatura. Durante o dia, o maior aquecimento nas áreas continentais provoca o surgimento de centros de baixa pressão, onde o ar quente sobe e o ar mais frio tende a se deslocar para a terra, ocasionando os ventos denominados de maral. Com o final do dia e início da noite, a diminuição de calor ocorre de forma mais acelerada no continente, sendo que o ar mais frio, agora, tende a se deslocar para o mar, atraído pelo novo centro de baixa pressão formado, ocasionando os ventos denominados de teral. Apesar de ocorrerem de maneira diária, constante durante o ano inteiro, estes ventos possuem papel discreto na dinâmica costeira.

2.2.2 Fatores hidrodinâmicos

2.2.2.1 Ondas

Segundo Bigarella (2000), “as ondas representam o fator principal da dinâmica costeira”. Definidas como “ondulações superficiais da água produzidas pelos ventos soprando sobre o mar” (BASCUM, 1959 *apud* BIGARELLA, 2000), as ondas constituem-se nos fatores básicos de alterações nas praias.

As ondas incidem através do impacto direto refletido pela dissipação de energia, transporte de sedimentos, formação de correntes ocasionadas pelo empilhamento de águas junto à costa, entre outros processos.

De acordo com Short (1999), existem muitas formas de geração e ocorrência de ondas nos oceanos, como as ondas de infragravidade, de maré, *tsunamis* e aquelas geradas por ventos. Neste tópico, serão apresentadas as definições relacionadas às ondas formadas por ventos.

De modo geral, as ondas formadas por ventos não migram obrigatoriamente nas suas direções, mas sim em um espectro de direções (BIGARELLA, 2000), podendo ser classificadas em três grandes grupos: as ondas originadas em mar aberto, em áreas de formação associadas aos centros de massas de ar, denominadas de ondulação por Suguio (1998), ondas de vento ou *sea* por Short (1999) e vagas ou *swell* por Bigarella (2000); as ondas originadas próximo à costa por ventos temporários, denominadas de vagas por Tomazelli (1990) e de ondas secundárias ou *sea* por Souza *et al.* (2005); e, as ondas formadas durante tempestades locais ou passagens de sistemas frontais (frentes frias), denominadas de ondas de tempestade por Suguio (1998) e Short (1999) e vagalhões ou mar crespo por Bigarella (2000).

No presente trabalho, serão utilizadas as nomenclaturas de ondulações, vagas e ondas de tempestade, respectivamente, para as ondas formadas em mar aberto, para as ondas geradas próximas à costa por ventos locais e, para aquelas formadas por tempestades ou passagens de frentes frias.

Segundo Souza *et al.* (2005), as ondas geradas em mar aberto pelos ventos dependem de sua velocidade, intensidade e pelo comprimento da superfície de formação (também denominado de pista de vento ou *fetch*). Lélis (2006) definiu *fetch* ou pista de vento como a “extensão ao longo da superfície hídrica, no sentido do vento atuante, submetida ao cisalhamento pela ação do vento.”

Bigarella (2000) descreveu que a ação dos ventos, tangenciando a superfície do oceano, ocasiona um movimento orbital nas partículas de água, paralelamente ao sentido, originando proeminências quando as partículas estão na posição mais elevada da órbita (crista) e depressões quando estão na posição mais baixa da órbita (vale ou calha). Este fator proporciona a propagação das ondas. Após iniciada a propagação, as ondas assumem características típicas, sendo a distância entre as cristas denominada de comprimento e o intervalo de tempo entre a passagem de duas cristas sucessivas por um mesmo ponto denominada de período de onda.

A altura da onda pode ser determinada a partir da medida vertical entre a crista de uma onda e a calha de outra onda subsequente, sendo a metade desta distância denominada de amplitude. A Figura 7 apresenta esquemas ilustrativos da formação, propagação e características gerais de ondulações em mar aberto.

Segundo Short (1999), quando as ondulações afastam-se de um centro de formação localizado em mar aberto, do local de influência da ação dos ventos sobre o oceano, origina um “trem” regular de ondas denominado de ondas progressivas ou *swell*, adquirindo características que lhes permitem viajar por grandes distâncias com um mínimo de perda de energia.

Ventos próximos à costa também podem gerar ondas, denominadas de vagas. Segundo Lélis (2006), a extensão do *fetch* local, associado à intensidade e duração dos ventos determinam as características das vagas, como suas alturas, períodos e velocidades de propagação, sendo que “quanto maior o *fetch*, maior o período e a altura das ondas”.

Estas vagas apresentam considerável aumento de amplitude e comprimento durante as passagens de frentes frias, quando os ventos apresentam maiores intensidades e ocasionam inúmeras perturbações e inconstâncias nos seus padrões gerais de propagação, gerando as denominadas ondas de tempestade.

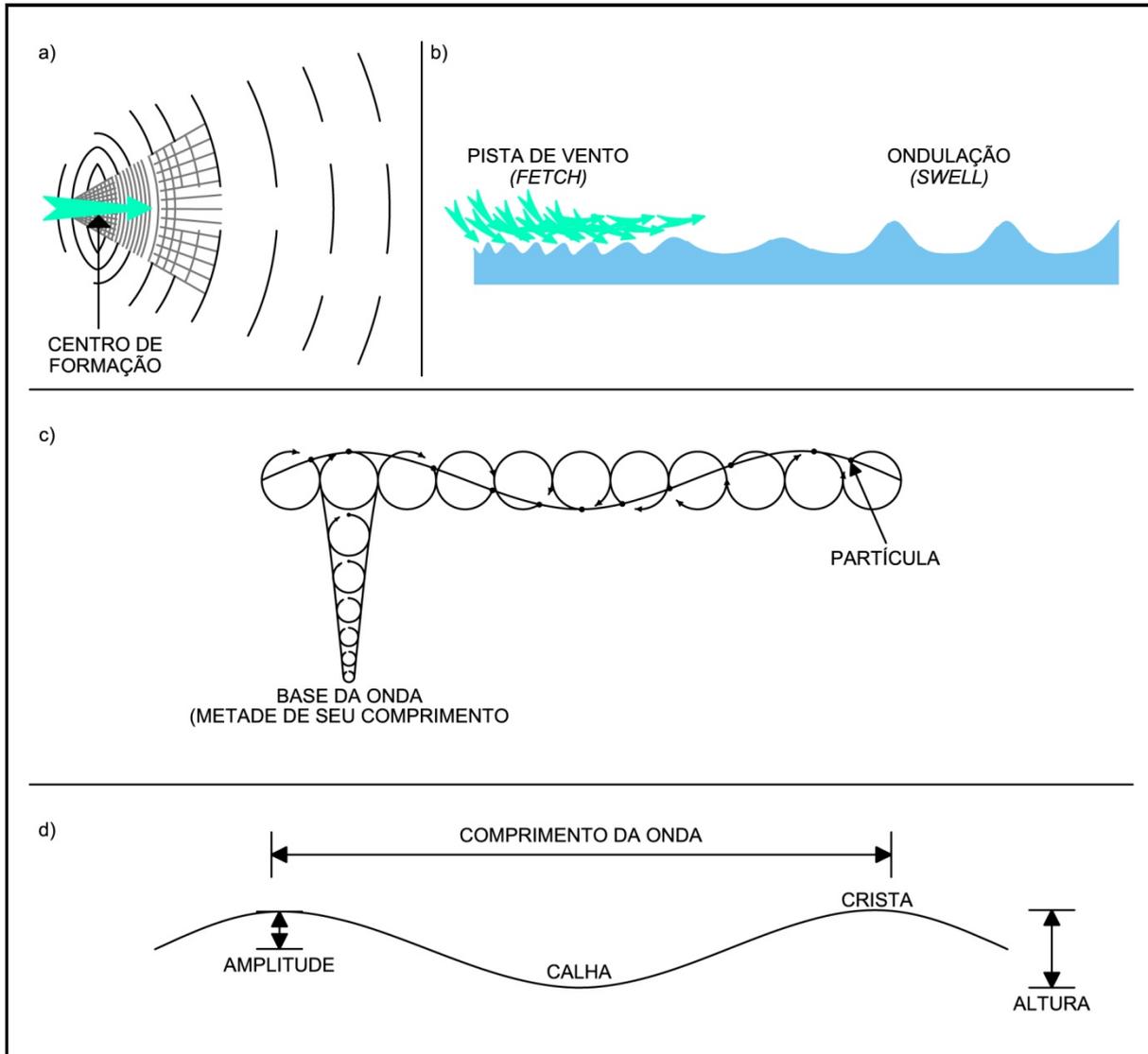


Figura 7 – Formação, propagação e características gerais das ondulações em mar aberto. (a) vista de um esquema ilustrativo da formação de ondas pelos ventos (representados pela seta verde); (b) seção longitudinal do mesmo esquema, demonstrando a ação tangencial dos ventos (representados pelas setas verdes) na superfície do mar, proporcionando a geração e posterior propagação das ondas ocasionadas pelos movimentos orbitais das partículas de água (c); (d) principais características das ondas.

Fonte: modificado de Short (1999) e Bigarella (2000).

2.2.2.1.1 Interações em águas rasas

À medida que as ondas se aproximam do continente, além de provocarem as mudanças na linha de costa, passam a sofrer perturbações em seus padrões de propagação. Ao se propagarem sobre águas mais rasas, inicia-se o atrito com o fundo marinho.

Hoefel (1998) e Bigarella (2000) consideraram que as ondas passam a sofrer influências do fundo quando a razão entre a profundidade e o comprimento da onda é inferior a $\frac{1}{2}$.

A rugosidade do fundo, associado aos diferentes alinhamentos da linha de costa e ocorrência de feições emersas como ilhas ou recifes provoca encurvamentos na crista da onda. Estes processos, figurando entre os principais fatores de distribuição de energia ao longo das praias (BIGARELLA, 2000), podem ser classificados e subdivididos em: refração, difração e empinamento.

A refração é o processo de encurvamento da crista, provocado pela diminuição da velocidade das porções da onda que estão sobre águas menos profundas. Trata-se do efeito diferencial ocasionado pela morfologia de fundo sobre a celeridade das ondas (HOEFEL, 1998; AAGAARD; MASSELINK, 1999).

Ao se propagarem sobre regiões costeiras com ocorrência de feições emersas, as ondas sofrem uma deflexão provocada pela redistribuição de energia em suas cristas, dos pontos de maior altura para os de menor. Este processo é denominado de difração (HOEFEL, 1998).

A difração proporciona a criação de uma espécie de “zona de sombra” a sotavento da feição emersa, que funciona como uma armadilha de sedimentos. Nos locais onde ocorre a convergência da energia das ondas, observa-se uma intensificação dos processos erosivos junto à costa.

O atrito com a superfície do fundo marinho, que provoca a diminuição na velocidade e no comprimento das ondas, culmina no empinamento da crista até o momento em que esta se torna muito esbelta, inclina-se e rebenta ou quebra.

Segundo Hoefel (1998), fatores como a declividade da praia, a altura e o comprimento da onda, condicionam o tipo de quebra. De acordo com Aagaard e Masselink (1999), diferentes tipos de quebra ocorrem na natureza, sendo mais comumente reconhecidos os seguintes: progressiva ou deslizante (*spilling breaker*), mergulhante (*plunging breaker*), ascendente (*surging breaker*) e frontal (*collapsing breaker*). Ressalta-se que a adoção da terminologia em português refere-se à tradução utilizada por Toldo Junior *et al.* (1993).

A quebra de onda do tipo progressiva ou deslizante é reconhecida quando uma onda empina gradualmente sua crista para então deslizar sobre o perfil praiial. A do tipo mergulhante ocorre após o empinamento abrupto da crista, que quebra em forma de tubo.

A ascendente é identificada quando a onda não quebra e, sim, ascende sobre a face praial e interage com o refluxo das ondas anteriores. A frontal ocorre quando uma pequena parte dianteira da onda empina e quebra, refreando o movimento de mergulho da onda, caracterizando-se como um tipo de quebra intermediário entre o mergulhante e o ascendente, de difícil identificação (HOEFEL, 1998; AAGAARD; MASSELINK, 1999).

A dissipação de energia junto à costa pode ocasionar ondas secundárias, denominadas de estacionárias (*standing waves*), ondas de ressonância ou de borda (*edge waves*) e ondas infragravitacionais, respectivamente, quando a energia da onda fica aprisionada dentro da costa, ou quando é refletida e reintegrada ao oceano, ou ainda, quando se originam a partir da interferência ocasionada pela incidência simultânea de diferentes trens de ondas sobre a costa (SOUZA *et al.*, 2005; LEÃO, 2005).

2.2.2.2 Correntes

Parte da energia dissipada pela incidência das ondas junto à costa proporciona o surgimento de um sistema de circulação conhecido como correntes geradas por ondas (HOEFEL, 1998; AAGAARD; MASSELINK, 1999; BIGARELLA, 2000; SOUZA *et al.*, 2005).

Souza *et al.* (2005) afirmaram que estas correntes podem ser subdivididas em quatro tipos: transporte de massa de água costa adentro, correntes de deriva litorânea, fluxos de retorno costa afora e o movimento ao longo da costa das “cabeças” das correntes de retorno. Dentre estes, consideram-se as correntes de retorno e as correntes de deriva litorânea as mais importantes correntes costeiras.

2.2.2.2.1 Correntes de retorno

As correntes de retorno (*rip currents*) são caracterizadas como estreitos fluxos formados, comumente, pela convergência de correntes longitudinais nas

proximidades da praia, posicionadas de forma transversal ou oblíqua à costa, atravessando a rebentação em direção ao mar e formando células de circulação que tendem a se extinguir logo após a zona de surfe. Atuam de forma efetiva no transporte de sedimentos e constituem-se em uma das maiores ameaças aos banhistas (AAGAARD; MASSELINK, 1999; SOUZA *et al.*, 2005).

2.2.2.2.2 Correntes de deriva litorânea

As correntes de deriva litorânea (*longshore currents*) constituem-se nos principais sistemas de circulação litorâneos, caracterizando-se como o principal agente de retrabalhamento e distribuição dos sedimentos ao longo da costa, sendo uma das grandes responsáveis por fenômenos como migrações laterais de desembocaduras ao longo da costa (SOUZA *et al.*, 2005).

Citam-se dois principais fatores básicos de formação das correntes de deriva litorânea: incidência oblíqua de ondas sobre a praia e variação longitudinal da altura da arrebentação. Souza *et al.* (2005) informaram que ângulos de incidência de ondas superiores a 5° de obliquidade em relação à costa são suficientes para ocasionar correntes com velocidades consideráveis, resultando em células de deriva litorânea.

Souza e Suguio (1998) propuseram um método de determinação e caracterização indireta destas células de deriva, baseando-se em um trabalho de campo realizado nas praias paulistas, onde utilizaram os parâmetros propostos por Taggart e Schwartz (1988) – largura e inclinação da praia, diâmetros médio e grau de seleção dos sedimentos – acrescentando a curtose como indicador da variação da energia das ondas ao longo da praia.

Os efeitos provocados pela deriva litorânea são claramente notados em praias interrompidas por obstáculos, onde se observa a ocorrência de deposição acentuada na zona de barlar (armadilha de sedimentos) e erosão a sotamar (HOEFEL, 1998).

2.2.2.3 Marés

Outro importante fator atuante sobre a dinâmica costeira diz respeito às variações do nível do mar provocadas pelas marés astronômicas. Definidas por Bigarella (2000) como subidas e descidas periódicas resultantes da atração gravitacional exercida pelo Sol e, principalmente, pela Lua sobre grandes corpos aquosos, as marés astronômicas podem ser classificadas de acordo com sua amplitude, com o alinhamento dos astros e com sua periodicidade.

De acordo com sua amplitude, são classificadas em micromarés, mesomarés e macromarés. De acordo com o alinhamento dos astros, em marés de quadratura ou de sizígia. De acordo com sua periodicidade, em diurnas ou semidiurnas.

Em relação à amplitude da variação do nível do mar provocado pelas marés, Davies (1964) classificou as variações de maré da seguinte forma: micromarés (< 2 m), mesomarés (2 – 4 m) e macromarés (> 4 m).

As alterações representadas pelo alinhamento do Sol e da Lua em relação à Terra ocasionam duas variações básicas: marés de sizígia, ocorrentes quando os astros estão em conjunção (Lua nova) e em oposição (Lua cheia); marés de quadratura, quando o Sol e a Lua formam ângulos retos em relação à Terra, representados pelas fases crescente e minguante da Lua. Segundo Souza *et al.* (2005), as marés de sizígia apresentam variações na ordem de 20% mais altas e mais baixas que as de quadratura.

A periodicidade de subida e descida das águas é provocada pela rotação da Terra. Na maioria das costas é observada a ocorrência de ciclos semidiurnos, ou seja, duas subidas e duas descidas do nível do mar por dia. No entanto, algumas costas em particular, devido à configuração das bacias e configuração da linha de costa, apresentam ciclos diurnos, compostos por uma subida e uma descida do nível do mar por dia ou, ainda, ciclos mistos (SOUZA *et al.*, 2005).

2.2.2.3.1 Marés meteorológicas

De acordo com Pugh (1987), as marés meteorológicas podem ser definidas como a diferença entre as marés astronômicas (previstas pela tábua de marés) e as marés realmente ocorrentes e observadas.

Durante eventos de tempestades, geralmente, ocasionados pela passagem de frentes de instabilidade, os fortes ventos originados, principalmente, pelas variações da pressão atmosférica, promovem diversas perturbações na superfície marinha. Estas perturbações são evidenciadas pela elevação do nível do mar (denominada de maré de tempestade ou maré meteorológica) e pela conseqüente e proeminente ação de ondas de tempestade sobre a costa (denominadas de “ressacas”) (LEÃO, 2005).

Segundo Leão (2005), as marés meteorológicas caracterizam-se como fenômenos bastante frequentes e “de grande importância devido à sua influência sobre a navegação, pesca, processos de erosão costeira, entre outros”, sendo que alterações mais significativas no padrão de variação das marés podem ser observadas em enseadas.

2.2.3 Fatores antrópicos

Conforme mencionado anteriormente, a dinâmica costeira apresenta-se como um intrincado conjunto de fatores e interações. Até o momento, foram apresentados os fatores naturais e suas interações diretas, ocorrendo em escalas globais, regionais e locais. Passa-se a elencar, portanto, os fatores artificiais e/ou antrópicos, com suas interações na dinâmica costeira sendo classificadas como diretas e indiretas, atingindo as mesmas escalas diversificadas de abrangência.

Considera-se o homem como um fator geológico e geomorfológico ao passo que este impõe, de forma direta e indireta, alterações e transformações nas paisagens naturais (morfotecnogênese) (PELOGGIA; OLIVEIRA, 2005). Neste sentido, conforme Oliveira *et al.* (2005), “os novos ambientes, criados pelo homem em substituição aos ambientes passados, conferem-lhe a qualidade de agente geológico”.

Reportando-se à zona costeira, atuando como fator geológico e assumindo o papel de agente de controle e alterações morfológicas, o homem passa a interagir com o ambiente, interferindo de forma direta, principalmente, através das obras de infraestrutura, estruturas físicas e obras de engenharia diversas. Podem ser citadas como exemplos destas intervenções as obras de engenharia costeira como molhes, píeres, espigões, quebra-mares, muros de contenção, engordamento e enrocamento de praias, etc.

De acordo com Fischer (2005), estas interferências antrópicas, geralmente, visam garantir a manutenção de espaços para usos comerciais, industriais, recreacionais e/ou ecológicos, além da diminuição de um caráter erosivo, implantando estas ações como proteção a propriedades públicas e privadas.

Porém, apesar de serem concebidas para minimizarem os impactos da erosão, muitas vezes estas intervenções acabam por interferirem na dinâmica costeira, intensificando os processos erosivos. Isto ocorre porque, nestes casos, as obras de engenharia costeira são executadas sem o prévio conhecimento ou estudos preliminares de fatores e processos hidrodinâmicos.

Em virtude do panorama mundial atual, este quadro de interferências antrópicas por obras diversas de engenharia costeira tende a aumentar. Estudos realizados por Souza *et al.* (2005) indicaram que cerca de 70% das linhas de costa formadas por praias arenosas na Terra encontram-se, atualmente, sobre influência de processos erosivos, sendo considerado como causa principal, a elevação do nível do mar durante o último século, provocada pelo aumento da temperatura média global.

O aquecimento global e o conseqüente aumento do nível médio do mar, de acordo com Suguio (1998), “poderia ser, pelo menos parcialmente, atribuído à ação antrópica.” Esta afirmação remete a principal interação indireta ocasionada pelos fatores antrópicos sobre a dinâmica costeira.

Vários registros indicam que a temperatura do planeta encontra-se em uma crescente elevação desde meados do século XIX. Sant’Anna Neto e Nery (2005) afirmaram, a partir de registros históricos, crônicas, obras de arte e documentos detalhados da produção vinícola francesa que, entre os séculos XVI e XIX, ocorreu uma espécie de “pequena idade do gelo”, quando as temperaturas médias na Europa eram 2°C inferiores às atuais.

Após a década de 1850, segundo Sant'Anna Neto e Nery (2005) que analisaram dados disponibilizados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC, a temperatura se estabilizou, passando a um crescente constante que se intensificou a partir da década de 1970. Este período de reaquecimento da temperatura média global coincide com a intensificação das atividades humanas ocorrida após a Revolução Industrial, representadas pela expressiva expansão urbana e industrial e consequente aumento de emissões de gases de efeito estufa (GEE).

No entanto, apesar da grande quantidade de dados estatísticos sobre a evolução da dinâmica atmosférica do planeta, não se pode afirmar com segurança que as interferências antrópicas são as determinantes no atual quadro de elevação da temperatura média global. Afinal, como questionam Sant'Anna Neto e Nery (2005) e Suguio (2008), estamos diante de um quadro natural de retrocesso dos glaciais após a pequena era do gelo (como ficou denominado o período entre 1550 a 1850, considerado o mais frio dos últimos 1.000 anos, registrados na Europa), ou, a ação antrópica sobre os ambientes é o fator determinante do aumento das temperaturas?

De certo, sabe-se que o aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera provoca o acréscimo de temperatura. Suguio (2008) explicou que a concentração de dióxido de carbono representa 0,03% da composição atual da atmosfera terrestre. Se esta concentração passar para 0,06%, por exemplo, a temperatura média do planeta se elevaria em 2°C, ocasionando uma série de problemas que, cada vez mais, estão despertando interesses na sociedade em geral (SUGUIO, 2008).

Outras interferências antrópicas podem ser classificadas como de interação indireta na dinâmica costeira, como a ocupação urbana junto aos ambientes praias que descaracterizam o pós-praia e as dunas frontais e impedem a troca e reposição de sedimentos entre estes ambientes.

Somam-se a isto, as obras de dragagens em ambientes estuarinos e na plataforma continental, retiradas de areias em praias e dunas, alterações nos padrões de drenagens (retificações, barragens, etc.), extração de areias fluviais (desassoreamento e mineração), etc. (SOUZA *et al.*, 2005; HORN FILHO, 2006).

2.3 MORFODINÂMICA DE PRAIAS ARENOSAS

Segundo Oliveira (2009), “as praias arenosas são ambientes variáveis no tempo e no espaço, tornando-se importante, nesse sentido, a realização de sistematizações ou classificações”.

No entanto, para a definição de tais classificações, tornaram-se necessárias a realização de amplas e prolongadas observações referentes aos ajustes dinâmicos na morfologia praial, ocasionados pelo transporte de sedimentos movimentados pela ação dos fatores hidrodinâmicos, em uma relação de retroalimentação denominada de morfodinâmica praial (MIOT DA SILVA, 2006).

A definição do termo morfodinâmica é apresentada por Wright e Tom (1977, *apud* MIOT DA SILVA, 2006) como o “ajuste mútuo da topografia e dinâmica do fluido envolvendo transporte de sedimentos”. Neste sentido, estudos aplicados de morfodinâmica praial proporcionaram a identificação de padrões de comportamento que fundamentaram a elaboração de modelos sequenciais de evolução morfológica.

Segundo Hoefel (1998), diversos modelos sequenciais evolutivos já foram propostos, tanto para praias de bancos únicos ou múltiplos, como para praias sob regime de micromarés, mesomarés e macromarés, merecendo destaque o modelo proposto pela Escola Australiana de Geomorfologia Costeira.

2.3.1 Modelo sequencial evolutivo proposto pela Escola Australiana de Geomorfologia Costeira

O estudo comparativo sobre vários parâmetros morfométricos possibilitou a geração de um modelo sequencial evolutivo para a classificação morfodinâmica de praias arenosas sob regime de micromarés e dominadas por ondas, proposto por Wright e Short (1984), onde os autores determinaram os padrões morfológicos assumidos em resposta às alterações de energia impostas pelos fatores hidrodinâmicos de acordo com as características particulares de uma determinada praia em um período sazonal de monitoramento.

Este modelo apresenta dois estágios extremos (dissipativo e reflectivo) e quatro estágios intermediários (banco e calha longitudinal, banco e praia de cúspides, bancos transversais e terraço de maré baixa), baseados em características morfométricas de perfis praias e demais feições morfológicas.

Os seguintes parâmetros são importantes para diferenciar estes estágios: declividade da praia, largura média da praia, coeficiente de variação da linha de costa, diâmetro médio dos grãos, velocidade média de sedimentação das partículas, altura significativa das ondas e seus períodos. A Figura 8 apresenta os estágios morfodinâmicos propostos pelos autores.

Estes parâmetros são utilizados para se calcular o valor adimensional ômega (Ω) para um determinado perfil, além do índice de mobilidade do pós-praia, que representa a relação entre o desvio padrão da largura da praia e sua largura média. O parâmetro adimensional ômega (Ω), proposto por Dean (1973), é utilizado para o enquadramento da praia aos estágios morfodinâmicos conforme Wright e Short (1984), enquanto os índices de mobilidade do pós-praia são considerados por Short e Hesp (1982) como excelentes indicadores da susceptibilidade do perfil quanto aos processos de erosão e acreção.

A determinação do valor adimensional ômega considera três parâmetros principais: altura da onda na arrebentação, período da onda e tamanho do grão (que define sua velocidade de sedimentação). A partir do valor obtido para Ω , enquadra-se a praia em um dos estágios do modelo, de acordo com a seguinte classificação proposta por Wright *et al.* (1985):

- $\Omega < 1,5$ – praias reflectivas;
- $1,5 < \Omega < 5,5$ – praias intermediárias;
- $\Omega > 5,5$ – praias dissipativas.

Posteriormente, Masselink e Short (1993) e Masselink e Turner (1999) inseriram um parâmetro referente a variações relativas de maré no processo de classificação morfodinâmica das praias, denominado de parâmetro RTR, onde os efeitos das variações de maré sobre a morfologia são utilizados para, entre outros aspectos, classificar os estágios intermediários propostos por Wright e Short (1984).

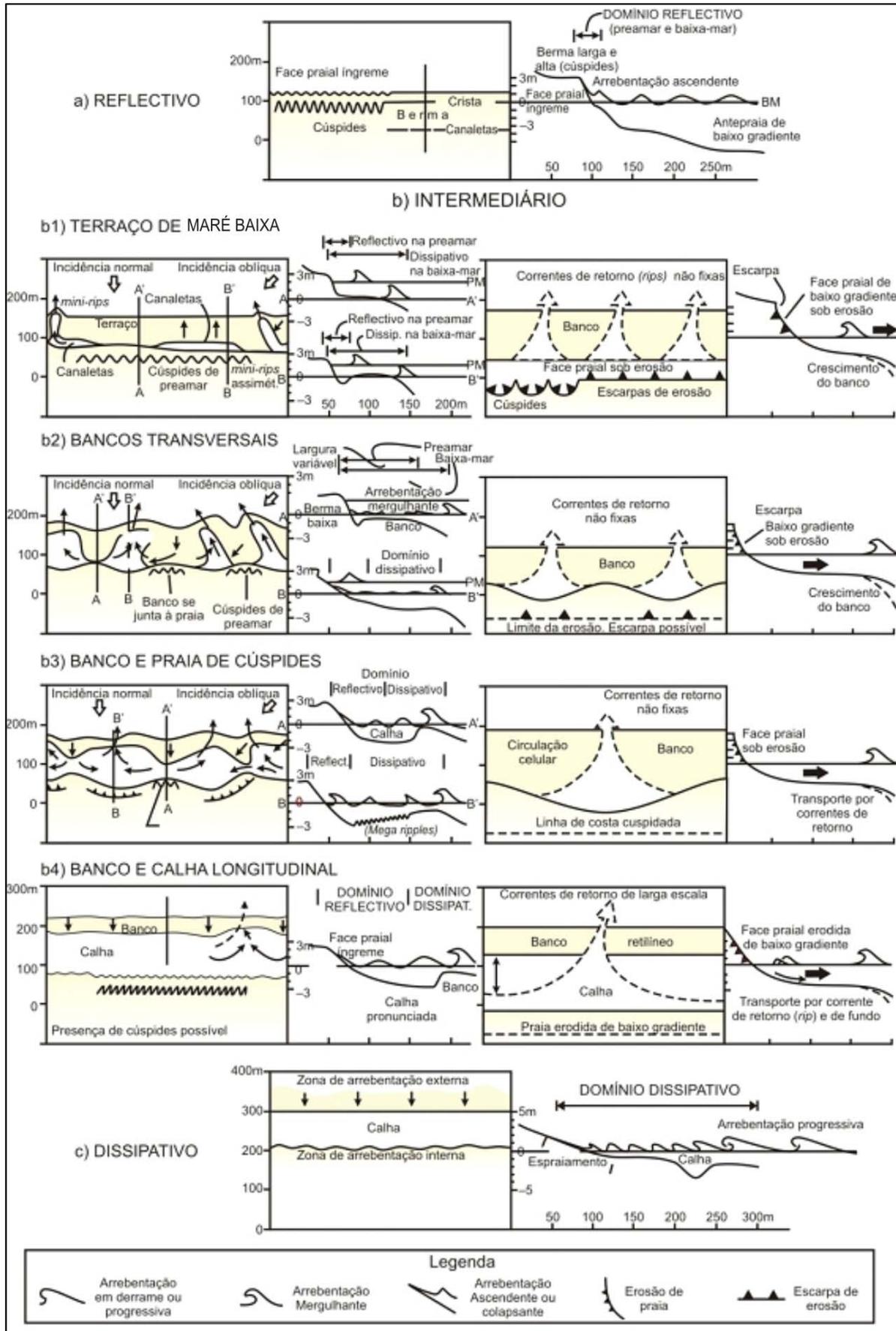


Figura 8 – Representação dos estágios morfodinâmicos, adaptado de Wright e Short (1984).

As praias dissipativas (Figura 9), de acordo com Wright e Short (1984), Hoefel (1998) e Short (1999), são constituídas por sedimentos finos e desenvolvem-se em ambientes de alta energia, expostos a ação das ondas, que dissipam sua energia ao longo de extensas zonas de arrebatção e de surfe. As ondas, geralmente, quebram de forma deslizante, sobre morfologia submersa plana e suavemente inclinada, que pode apresentar entre dois e cinco bancos arenosos.

Na porção emersa, verifica-se ausência de feições rítmicas na face da praia e um baixo gradiente de declividade com variação morfológica mínima, favorecendo a ação erosiva das ondas que, frequentemente, atingem a base das dunas ou quaisquer outras feições fisiográficas que delimite o sistema praial. De acordo com Short e Hesp (1982), este maior potencial de espriamento de ondas proporcionado por um pós-praia plano a levemente inclinado favorece a ação erosiva contínua na base das barreiras arenosas ou dunas frontais.

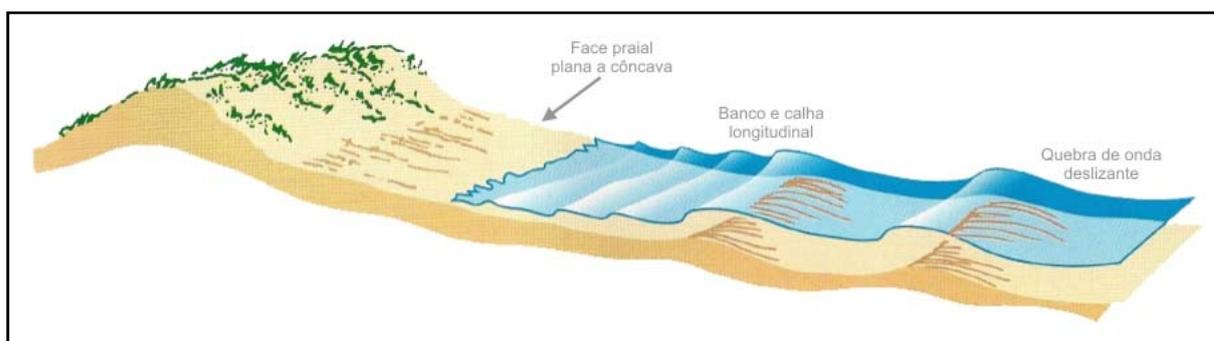


Figura 9 – Representação esquemática de praias dissipativas.

Fonte: modificado de Hesp (2000).

Em contrapartida, as praias reflectivas (Figura 10), segundo Wright e Short (1984), Hoefel (1998) e Short (1999), desenvolvem-se em ambientes de baixa energia, onde a zona de surfe é praticamente inexistente, sendo que a arrebatção das ondas, predominantemente ascendente, ocorre quase sobre a face praial, que se caracteriza como bastante inclinada e constituída por sedimentos grossos. A morfologia submersa é marcada pela ausência de feições rítmicas, apresentando-se em forma de rampas bastante íngremes.

No entanto, nas porções emersas são comuns a presença de cúspides na face da praia, seguidas por uma berma bastante desenvolvida e com crista acentuada. Estas praias apresentam-se entre as mais estáveis, principalmente

devido à baixa energia das ondas incidentes, sendo encontradas em áreas abrigadas por promontórios, entradas de estuários e baías.

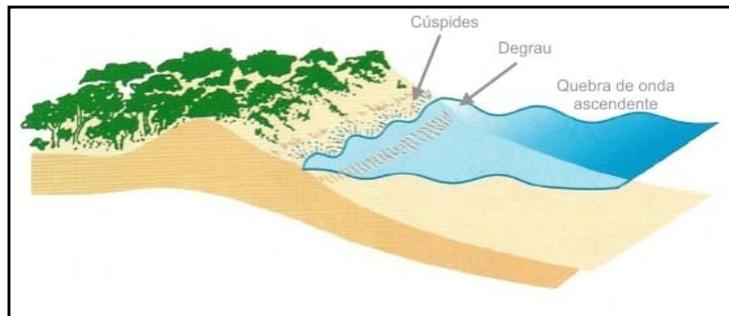


Figura 10 – Representação esquemática de praias reflectivas.
Fonte: modificado de Hesp (2000).

As praias intermediárias (Figura 11), de acordo com Wright e Short (1984), representam os estágios morfodinâmicos intercessores entre as praias de baixa energia (reflectivas) e de alta energia (dissipativas). Segundo Miot da Silva (2006), constituem-se nos tipos mais comuns de praias, sendo constituídas por sedimentos que variam de finos a médios, caracterizando-se como as mais dinâmicas, tanto espacial quanto temporalmente, devido a complexos padrões hidrodinâmicos de circulação, marcados principalmente por correntes de retorno e deriva litorânea, que produzem elevadas variações morfológicas, representadas por altas taxas de mobilidade dos bancos arenosos.

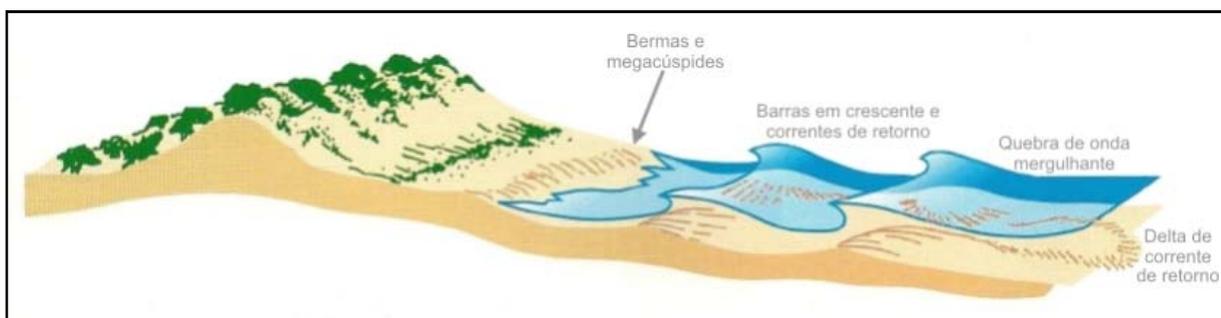


Figura 11 – Representação esquemática de praias intermediárias.
Fonte: modificado de Hesp (2000).

As praias que apresentam estágio morfodinâmico banco e calha longitudinal, conforme Wright e Short (1984), Hoefel (1998) e Short (1999), são formadas em ambientes de alta energia de ondas, onde o relevo banco/calha é mais pronunciado que no estágio dissipativo, apresentando duas zonas de arrebatção (uma antes

do banco arenoso e outra após a calha). As ondas quebram de forma progressiva sobre o banco, reformam-se na calha e voltam a quebrar de forma mergulhante na face praial, que apresenta uma característica reflectiva e declividade mais abrupta que no estágio dissipativo. A morfologia emersa é marcada por feições rítmicas como cúspides e megacúspides, podendo apresentar bermas no pós-praia.

O estágio morfodinâmico banco e praia de cúspides, segundo Wright e Short (1984), Hoefel (1998) e Short (1999), diferencia-se do banco e calha longitudinal pelo carácter rítmico entre o banco arenoso submerso e a face praial. Ambos apresentam feições rítmicas e em fase, em forma de cúspides e megacúspides, sendo as barras dispostas em forma crescente em direção à costa. Separando as barras ocorrem canais de correntes de retorno, sendo que o banco é separado da costa por uma calha contínua. Com morfologia, tanto emersa quanto submersa, marcada por embaixamentos formados pelos inúmeros cúspides e mega-cúspides, as ondas quebram de forma mergulhante antes ou sobre os bancos, deslizando sobre a zona de surfe que se apresenta bastante desenvolvida.

As praias que apresentam estágio morfodinâmico bancos transversais, de acordo com Wright e Short (1984), Hoefel (1998) e Short (1999), diferem-se das de banco e praia de cúspides por apresentarem os bancos arenosos dispostos de forma transversal e/ou perpendicular à linha de costa. Os ciclos de acresção de sedimentos provocam a ampliação das protuberâncias das barras em crescente, ocasionando a junção das pontas dos bancos na face da praia. Este estágio caracteriza-se como o de maior segregação de fluxos laterais, representados pelas células de circulação formadas quando parte da energia dissipada pelas ondas, que quebram apenas sobre os bancos, regressa em direção ao mar ocasionando um refluxo de águas que formam correntes de retorno entre os bancos.

A morfologia da porção emersa é marcada por feições rítmicas em forma de cúspides, megacúspides e embaixamentos na face da praia, sendo que junto aos bancos as declividades são suaves e, entre as cavas, são mais acentuadas.

O estágio morfodinâmico terraço de maré baixa, como afirmam Wright e Short (1984), Hoefel (1998) e Short (1999), caracteriza as praias intermediárias formadas em ambientes de menor energia de ondas. De acordo com Hoefel (1998), em períodos de maré baixa apresentam perfil relativamente plano, quando o banco arenoso encontra-se anexo à face da praia, assumindo um carácter dissipativo. Em períodos de maré alta, apresentam face praial bastante inclinada, assumindo carácter

reflectivo. A morfologia, tanto emersa quanto submersa, apresenta-se plana e sem feições rítmicas.

2.3.2 Variação morfodinâmica em praias arenosas de enseada

As praias de enseada, conforme mencionado anteriormente, assumem formas em planta curvadas ou em arco, devido a processos de refração e difração ocasionados pela localização e orientação dos promontórios rochosos ou quaisquer limites físicos que atuem como barreiras, influenciando os padrões de propagação das ondas.

Estas praias encontram-se submetidas a variadas direções de incidência de ondas, fator que propicia o surgimento de diferentes processos de circulação hidrodinâmica e sedimentar no interior da enseada (SILVESTER; HSU, 1993). Estes processos são ocasionados pelos gradientes laterais de altura e energia das ondas, obliquidade de incidência e curvatura na linha de costa, que irão refletir-se nos padrões morfodinâmicos evidenciados ao longo de um arco praial.

Segundo diversos autores (SHORT, 1999; KLEIN, 2004; MIOT DA SILVA, 2006; OLIVEIRA, 2009), praias de enseada, comumente, apresentam variações longitudinais de estágios morfodinâmicos, conforme apresentado na Figura 12. Nas porções mais abrigadas, localizadas na zona de sombra dos promontórios, pode-se observar estágios reflectivos ou intermediários de terraço de maré baixa, dependendo do grau de curvatura da linha de costa, altura e energia das ondas incidentes.

Nas porções centrais, moderadamente curvadas, predominam os estágios intermediários de banco e praias de cúspides e banco e calha longitudinais. Em praias extensas ou em enseadas moderadamente abrigadas, pode-se observar a formação de trechos caracterizados como barras transversais, dispostos de forma intermediária entre os terraços de maré baixa e banco e praia de cúspides. Na extremidade oposta da praia, que se apresenta de forma mais retilínea e paralela à incidência das ondas predominantes, predominam o estágio intermediário banco e calha longitudinais, podendo atingir o estágio dissipativo.

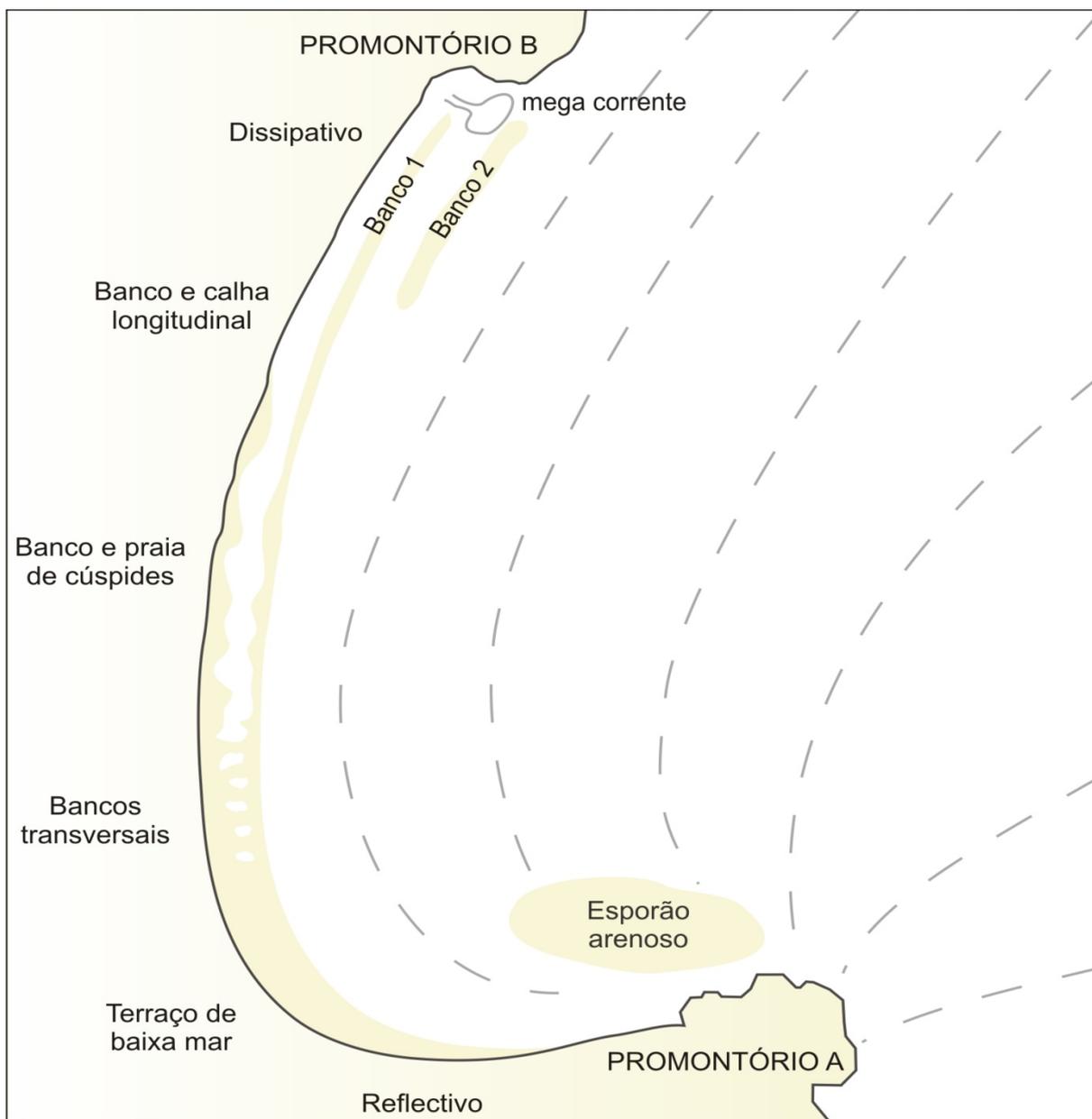


Figura 12 – Modelo de representação da variação longitudinal de estágios morfodinâmicos em praias de enseada, demonstrando a incidência de ondas na antepraia e o grau de curvatura da linha de costa. Observa-se uma transição dos estágios intermediários entre os extremos dissipativo e reflectivo.

Fonte: modificado de Short (1999) e Oliveira (2009).

3 ÁREA DE ESTUDO

Situada no extremo sul da Ilha de Santa Catarina, entre as coordenadas geográficas 27°49'52,420" e 27°50'08,344" de latitude sul e 48°33'59,431" e 48°33'32,973" de longitude oeste, a área de estudo do presente trabalho totaliza 111.000,00 m² ou 11,10 ha, correspondendo ao sistema praiial dos Naufragados, distante cerca de 26,5 km do centro da cidade de Florianópolis. Como referência topográfica, está inserida na carta Paulo Lopes (folha SG.22-Z-D-V-4/VI-3, de acordo com a nomenclatura do Mapeamento Sistemático Brasileiro em escala 1:50.000).

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA

A denominação do lugar está relacionada aos inúmeros naufrágios ocorridos na barra Sul da Ilha de Santa Catarina, de forma mais intensa na ponta oeste da praia, fatos estes que podem ser explicados pelo embate entre as fortes correntes marinhas com as águas calmas do canal da baía Sul. Neste ponto, a Ilha de Santa Catarina apresenta sua largura mínima, aproximadamente 1,3 km (HORN FILHO *et al.*, 2010). A Foto 1 apresenta uma vista panorâmica e a Figura 13, a localização geográfica da área de estudo onde, pode-se localizar a praia dos Naufragados, com sua planície costeira e rio homônimo.

Esta praia é a mais meridional da Ilha de Santa Catarina, sendo caracterizada como uma praia de enseada, incrustada entre dois promontórios rochosos (ponta do Frade, a leste e ponta dos Naufragados, a oeste), apresentando uma extensão aproximada de 750 m, declividade média aproximada de 3° e largura média variável que, em determinadas épocas do ano, podem atingir 150 m em seu ponto mais a oeste (próximo à foz do rio dos Naufragados) e cerca de 50 m, em seu ponto mais a leste (FELIX *et al.*, 2001).

O acesso por terra é realizado somente através da trilha dos Naufragados, com aproximadamente 3 km de extensão, que se inicia no ponto terminal da rodovia Baldicero Filomeno.

Por mar, a praia do “seu” Norberto, com aproximadamente 50 m de extensão, é o ponto de apoio para embarque e desembarque marítimo, sendo o transporte realizado pelas embarcações dos pescadores locais, que exploram a atividade como uma fonte de renda extra.

Em toda sua extensão, a área de estudo se constitui em parte integrante do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (instituído através do Decreto Estadual nº 2.335, de 17 de março de 1977, publicado no DOSC de 23/03/1977), sendo que a infraestrutura local se resume a alguns bares, visto que a ocupação da área é irregular, por se tratar de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral.

Adjacente à praia dos Naufragados observa-se a ocorrência de uma planície costeira, representando uma área de intensa deposição, em ambientes lagunares e eólicos, com aporte de sedimentos marinho praias, eólicos e fluviais, incrustada na reentrância do embasamento cristalino, com comprimento máximo de 850 m no sentido NE–SW, largura média de 400 m e altitude média de 2,5 m. Circundando a praia e a planície costeira adjacente encontra-se as encostas íngremes do embasamento cristalino, recobertas por uma vegetação de Mata Atlântica exuberante. Na ponta dos Naufragados existe um farol, no alto de uma elevação com aproximadamente 33 m de altitude, de onde se observam as ilhas e a Fortaleza de Araçatuba, a ilha dos Papagaios Pequenos, o tómbolo ou ilha dos Papagaios Grandes e as praias da Pinheira e do Sonho, emolduradas pelas encostas das Serras do Leste Catarinense (FELIX, 2005).

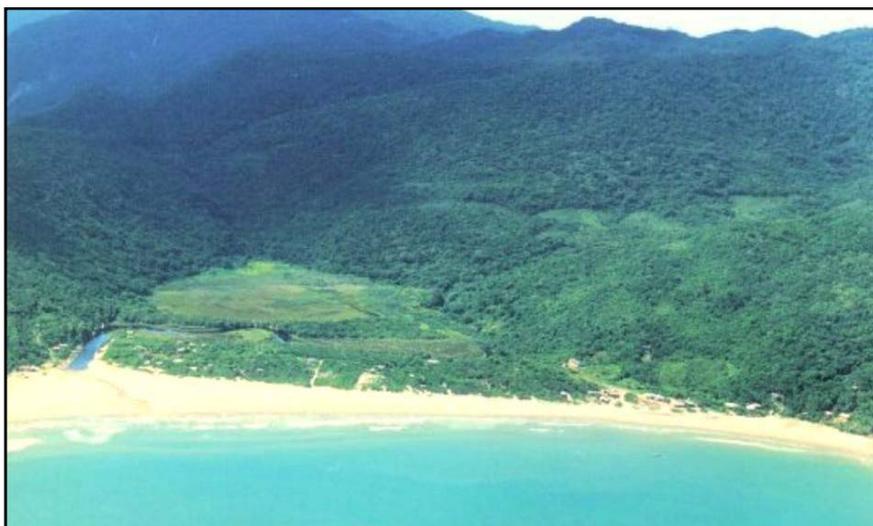


Foto 1 – Vista panorâmica da área de estudo (sudoeste para nordeste), apresentando a praia dos Naufragados com sua planície costeira adjacente, circundadas pelas encostas do embasamento cristalino.

Fonte: Extraído de IPUF (2001a).

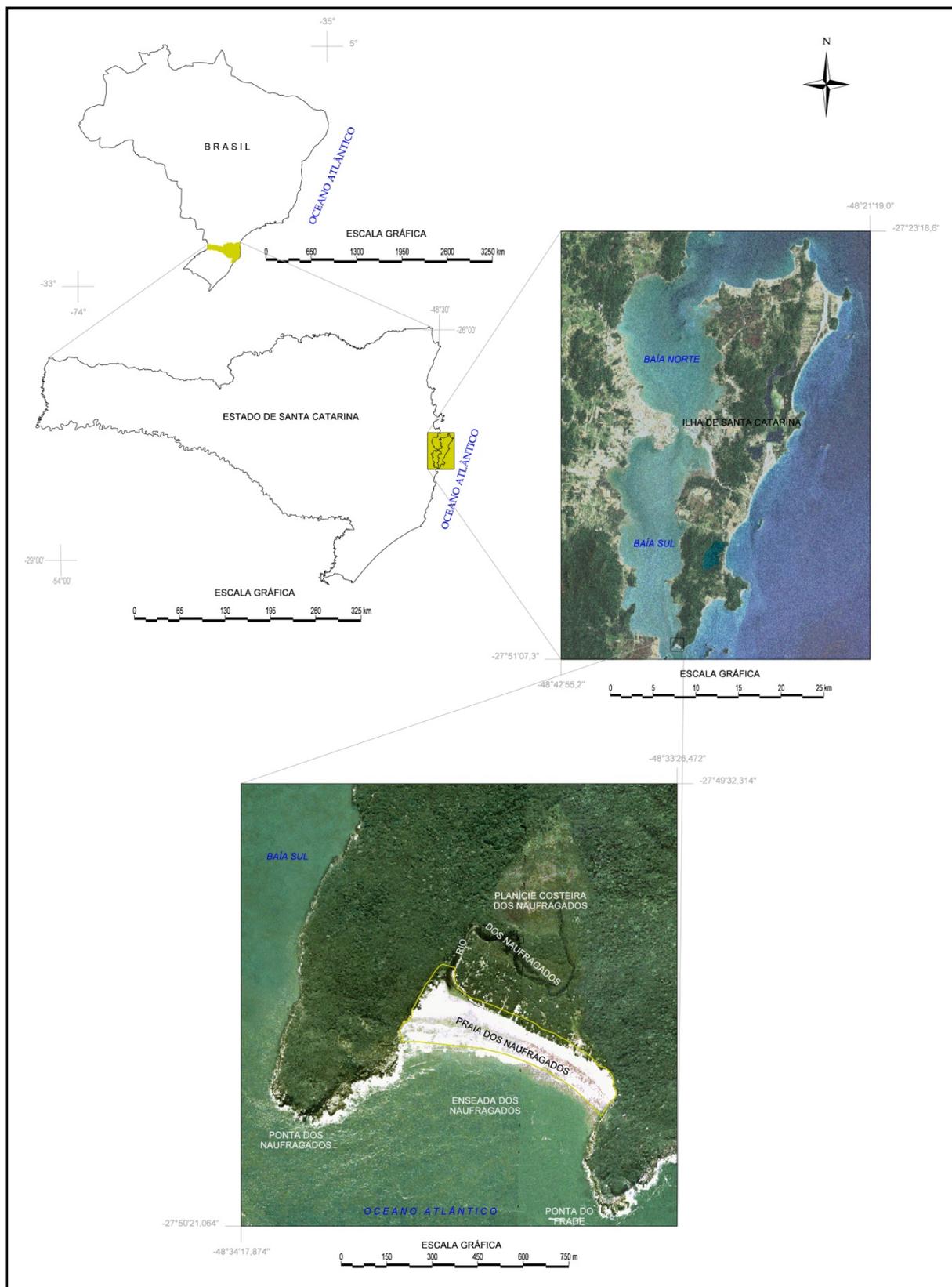


Figura 13 – Localização geográfica da área de estudo (polígono amarelo no detalhe), onde se pode observar a planície costeira e o sistema praias dos Naufragados, formado pelo arco praias (sistema emerso) e pela enseada (sistema submerso).

3.2 SISTEMAS DEPOSICIONAIS, AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO E DEPÓSITOS CORRELATIVOS DA PORÇÃO EMERSA DA PLANÍCIE COSTEIRA DOS NAUFRAGADOS

Os sistemas deposicionais podem ser entendidos como um conjunto tridimensional de fácies constituídos por associações específicas originadas de acordo com os processos atuantes nos ambientes de sedimentação (SUGUIO, 1998). Sendo assim, as relações processo/forma entre os ambientes de sedimentação e os depósitos correlativos gerados tornam-se determinantes da identificação dos sistemas deposicionais ocorrentes em uma determinada unidade fisiográfica.

A partir das unidades deposicionais identificadas na porção superficial da planície costeira dos Naufragados, interpretou-se a ocorrência de um sistema deposicional do tipo laguna-barreira, correspondendo ao sistema laguna-barreira IV, sendo sua gênese, evolução e caracterização exposta por Villwock *et al.* (1986). Este sistema é o mais recente dentro do modelo evolutivo proposto pelos autores, apresentando idade do Holoceno.

O sistema laguna-barreira IV ocorrente na planície costeira dos Naufragados é composto por três ambientes de sedimentação, que geram depósitos correlativos: ambiente fluviopaludial, ambiente eólico e ambiente marinho praiado.

O ambiente fluviopaludial é representado na área de estudo pelos sedimentos típicos de áreas pantanosas, provavelmente formados a partir das variações do nível relativo do mar durante o Holoceno, fator que teria proporcionado as condições para o desenvolvimento destes depósitos em cavas situadas entre cordões litorâneos. O rio dos Naufragados apresenta-se como importante agente de deposição, ao passo que suas águas espraíam-se sobre a planície, proporcionando a deposição de sua carga sólida nestes ambientes pantanosos.

Os depósitos relacionados a este ambiente fluviopaludial ocorrem nas depressões formadas pelas cavas semiconfinadas pelos cordões eólicos e nas áreas planas no interior da planície, proximais ao embasamento, onde se observam microambientes de baixa dinâmica e energia de deposição, formando pequenas áreas pantanosas. Constituem-se por sedimentos areno-siltico-argilosos enriquecidos por matéria orgânica em decomposição.

O ambiente eólico, na área de estudo, é o responsável pela formação dos depósitos eólicos, a partir da remobilização de sedimentos junto à linha de costa, depositados por processos predominantemente marinhos, constituídos de areias quartzosas holocênicas bem selecionadas.

Os depósitos eólicos são caracterizados pelo acúmulo de material essencialmente arenoso, muito bem selecionado, transportado pela influência das forçantes eólicas a partir da remobilização de materiais previamente depositados. Segundo Greeley e Iversen (1985, *apud* BROWN; MCLACHLAN, 1990), a quantidade de material arenoso movimentado depende de três fatores: umidade da areia, a velocidade do vento e o tamanho do grão, sendo carregada aos saltos em 75% dos casos, arrastada em 25% e, em poucos eventos, suspensa no ar e depositada mais para o interior.

Na planície costeira dos Naufragados identificaram-se dois tipos de feições geomorfológicas associadas aos depósitos eólicos: dunas embrionárias e dunas frontais.

As dunas embrionárias são formadas pelo trapeamento inicial de areias entre a vegetação incipiente ocorrente sobre a praia (Figura 14). Trata-se de depósitos eólicos imaturos do ponto de vista de sua gênese (com idades atuais), pouco desenvolvidos e estritamente associados ao sistema praiado atual, compostos totalmente por areias finas, claras e muito bem selecionadas. Suguio (1998) denominou estes acúmulos eólicos de cordões dunares incipientes, associando-os aos depósitos denominados de dunas de crista praiado por Bigarella *et al.* (1969) no litoral paranaense, à duna frontal incipiente de Hesp (1988) no sudeste australiano e à duna embrionária vegetada de Tomazelli (1990) no litoral sul-rio-grandense.

As dunas frontais na planície costeira dos Naufragados foram subdivididas em duas gerações. A mais recente dispõe-se imediatamente após o sistema praiado atual para o interior do continente, apresentando-se em forma de cordão paralelo à linha de costa atual, de idade holocênica, sendo caracterizado como dunas fixas por vegetação. A mais antiga foi interpretada como paleodunas frontais, apresentando-se, também, em forma de cordão paralelo à linha de costa e coberto por vegetação, sendo associada a um antigo nível de estabilização do mar ocorrido durante a regressão holocênica.



Figura 14 – Dunas embrionárias (indicadas pelas setas em amarelo), formadas pelo trapeamento inicial de areias entre a vegetação incipiente ocorrente sobre a praia dos Naufragados.

Foto de Alexandre Felix (15/12/2007).

Embora sejam interpretados como pertencentes à mesma época geológica (Holoceno), estes depósitos foram divididos em gerações distintas por serem associados a eventos que marcaram a evolução da linha de costa da planície costeira dos Naufragados durante o Holoceno e que podem ser classificados como pertencentes a uma série evolutiva. A Figura 15 apresenta estas duas gerações de depósitos eólicos em forma de dunas frontais, intercaladas por depósitos fluviopaludiais nas cavas semiconfinadas pelos cordões dunares.

Ambas as gerações possuem a mesma gênese, sendo formadas logo após a linha de costa para o continente, constituídas totalmente por areias claras, de granulometria fina e muito bem selecionadas e apresentando-se em pequenas dimensões. Denominados de antedunas por Bigarella *et al.* (1969) e Suguio (1998), estes depósitos foram nomeados de dunas frontais vegetadas por Tomazelli (1990).

O ambiente marinho praiado ocorrente na área de estudo corresponde aos depósitos em forma de praias atuais, que compõem a praia dos Naufragados (Foto 2). De acordo com o esquema geral proposto por Selley (1976) estes ambientes são denominados como ambientes litorâneos.

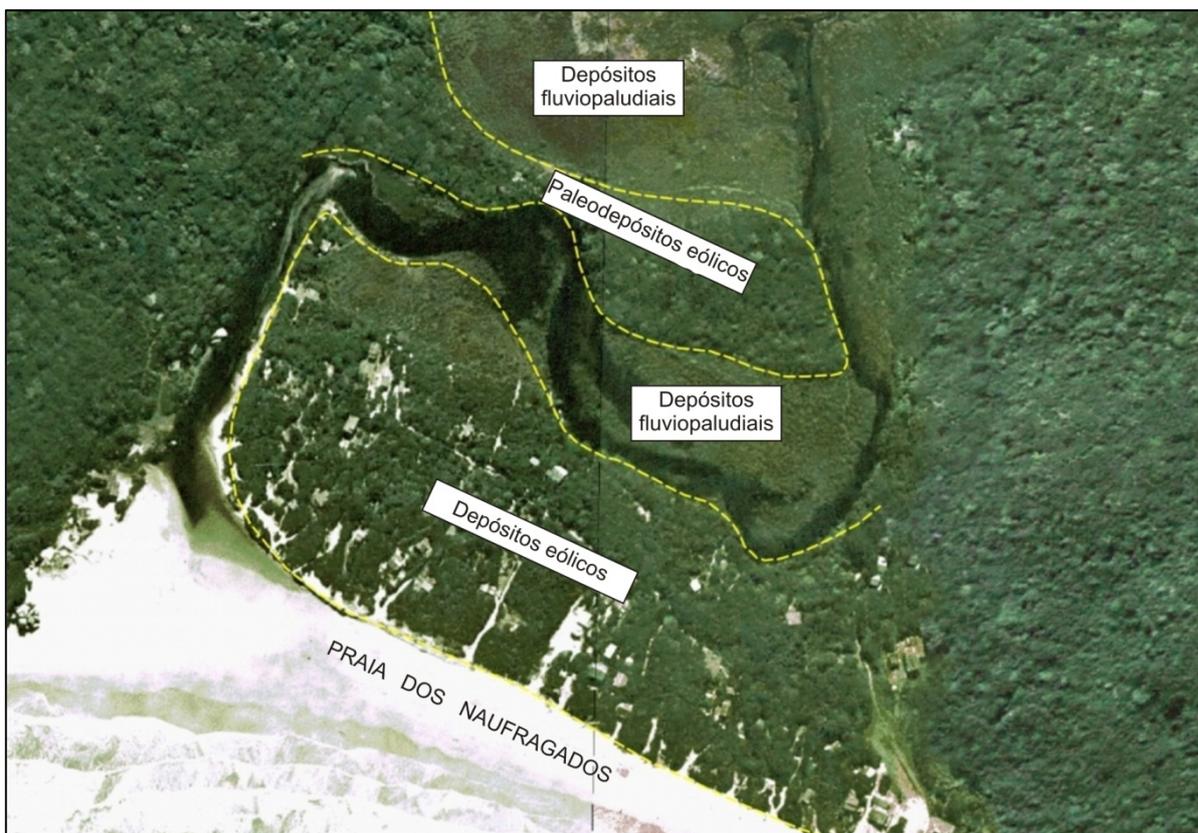


Figura 15 – Indicação das dunas e paleodunas frontais e dos depósitos fluviopaludiais ocorrentes na porção emersa da planície costeira dos Naufragados.

Fonte: IPUF (2002b).

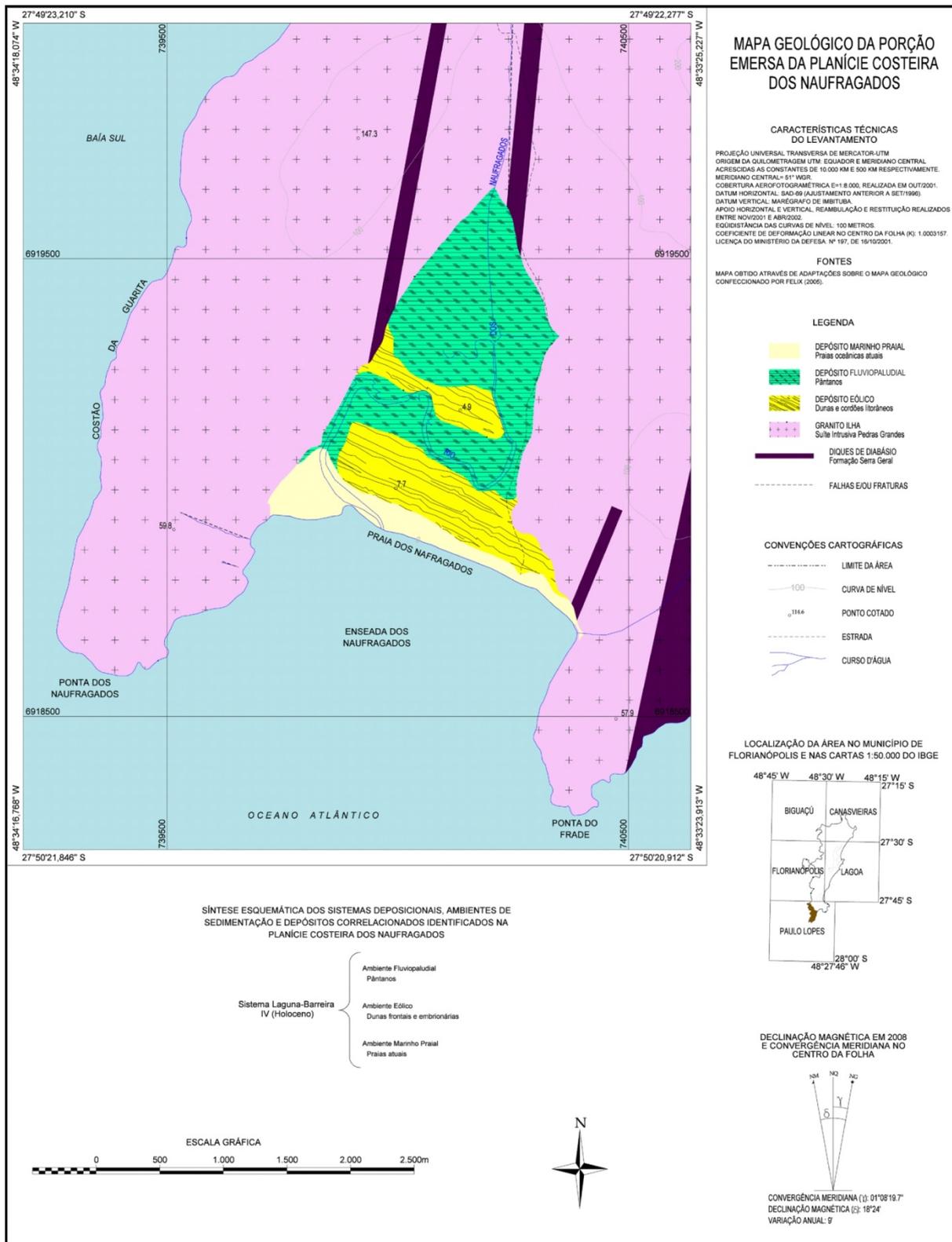


Foto 2 – Praia dos Naufragados, compondo o ambiente marinho praiial.

Foto de Alexandre Felix (15/12/2007).

Os depósitos marinho-praias ocorrentes ao longo da linha de costa da praia dos Naufragados formam uma faixa extremamente dinâmica do ponto de vista morfológico e sedimentológico, com deposição marinho-eólica e sendo retrabalhados pelas ondas, correntes, marés e por ações eólicas e antrópicas. Os sedimentos são constituídos por grãos de granulometria classificada como areia fina, bem selecionados e arredondados, composta por minerais félsicos e máficos, predominando o quartzo e a ilmenita, respectivamente. Apresenta grande concentração de minerais pesados, sendo alguns magnéticos, com ocorrências variadas de carbonatos biodetríticos formados por fragmentos de conchas ao longo do arco praias (FELIX *et al.*, 2001).

No Mapa 1 observa-se o mapeamento dos ambientes de sedimentação e depósitos correlativos evidenciados na porção emersa da planície costeira dos Naufragados e que compõem um sistema associado à laguna-barreira IV, conforme proposição apresentada por Villwock *et al.* (1986).



Mapa 1 – Mapeamento dos ambientes de sedimentação e depósitos correlativos evidenciados na porção emersa da planície costeira dos Naufragados.

Fonte: modificado de Felix (2005).

3.3 DINÂMICA DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA

De acordo com Felix (2005), que se baseou em uma série de dados entre 1980 – 2001, coletados na Estação Meteorológica do DPV – Aeroporto Internacional Hercílio Luz, a temperatura média anual no município de Florianópolis oscila em torno dos 22°C (mínimas entre 1°C e 2°C e máximas entre 38°C e 40°C).

Situada em altitude de 6 m, a 27°40' de latitude sul e 48°33' de longitude oeste, os dados apresentados em Felix (2005) referentes aos 22 anos da série, tomados nesta estação que dista cerca de 18,5 km do centro da área de estudo, evidentemente, podem se apresentar com algumas variações quanto aos parâmetros de precipitação ocorridos no extremo sul da Ilha de Santa Catarina, principalmente ocasionados pelos fatores orográficos explicados anteriormente. No entanto, devido à inexistência de uma estação ou posto meteorológico oficial naquela região, a Estação do DPV, classificada como estação de superfície classe I, representa a base de dados mais confiável, por ser a estação mais próxima da área.

Os ventos predominantes possuem direções de N-NE (mais frequentes durante o ano) e S-SW, L-SE (menos frequentes, porém, apresentando maiores velocidades). A média de precipitação é de 1.720 mm por ano e a média de umidade relativa do ar é de 80% (FELIX, 2005).

Monteiro e Furtado (1995), afirmaram que os ventos de quadrante N-NE possuem origem no Anticiclone Semipermanente do Atlântico Sul, no centro da Massa Tropical Atlântica, enquanto que os de quadrante S – SW são associados às “diversas trajetórias das massas polares e suas frentes” ocasionadas pelo Anticiclone Móvel Polar.

O relevo bastante montanhoso das encostas que confinam a área de estudo e atingem cotas altimétricas superiores aos 300 m a menos de 1,5 km da linha de costa, atuam como importantes fatores de controle climático.

Embora não existam dados pluviométricos coletados em campo, os efeitos orográficos são evidenciados quando as massas úmidas formadas no oceano em áreas próximas à costa atingem as encostas e são forçadas a subirem, causando a condensação e posterior precipitação, que se apresenta maior na planície dos Naufragados do que nas localidades adjacentes ao norte desta.

Por diversas vezes, no período de monitoramento executado neste trabalho, ocorreram chuvas torrenciais na praia dos Naufragados (inclusive uma tempestade de granizo, no dia 23 de fevereiro de 2008), sendo que na localidade da Caieira da Barra do Sul, imediatamente após o divisor de águas em sentido norte, sequer tinha chovido.

3.4 HIDRODINÂMICA COSTEIRA

Caracterizada como uma praia de enseada, semiexposta à ação dos agentes da dinâmica costeira, a praia dos Naufragados, a exemplo do restante das praias da Ilha de Santa Catarina, possui variações máximas de 1,4 m do nível do mar provocadas pelas marés astronômicas, de acordo com os apontamentos para o porto de Florianópolis expresso pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), classificando-as como micromarés, com regime semidiurno.

Em relação à incidência de ondas na área de estudo, Araújo *et al.* (2003), com base em dados coletados por um ondógrafo fundeado em águas profundas distante cerca de 35 km da porção leste da Ilha de Santa Catarina, identificaram um total de cinco padrões principais, definidos conforme Mazzer (2007) da seguinte maneira:

- Ondulação de sul – direção de propagação = 162° , período de pico = 11,4 s e altura significativa da onda entre 1,25 e 2,0 m, associadas à passagem de frentes frias e correspondendo a 11% da frequência total da incidência de ondas na Ilha de Santa Catarina;
- Ondulação de sudeste – direção de propagação = 146° , período de pico = 14,2 s e altura significativa da onda entre 1,5 a 2,0 m, geradas em altas latitudes do oceano Atlântico sul e correspondendo a 16% da frequência total da incidência de ondas na Ilha de Santa Catarina;
- Ondulação de leste – direção de propagação = 92° , período de pico = 8,5 s e altura significativa da onda entre 0,75 e 1,75 m, associadas a ventos de nordeste e correspondendo a 10% da frequência total da incidência de ondas na Ilha de Santa Catarina;

- Vagas de nordeste – direção de propagação = 27° , período de pico = 4,5 s e altura significativa da onda > 0,75 m, geradas por ventos de curta duração e correspondendo a 20,5% da frequência total da incidência de ondas na Ilha de Santa Catarina;
- Vagas de sul – direção de propagação = 188° , período de pico = 7,7 s e altura significativa da onda > 1,0 m, associadas a ventos de sul/sudoeste de curta duração e correspondendo a 10% da frequência total da incidência de ondas na Ilha de Santa Catarina.

As informações sobre a hidrodinâmica costeira da praia dos Naufragados, apresentadas neste tópico, encontram-se elencadas de forma bastante resumida e em associação aos dados representativos da Ilha de Santa Catarina, sendo o detalhamento das observações coletadas durante o período de monitoramento exposto posteriormente.

4 METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho concentrou-se em cinco etapas: compilação de dados bibliográficos e cartográficos; definição do plano amostral; trabalhos de campo; análises laboratoriais; e, tratamento de dados e compilação de resultados.

4.1 COMPILAÇÃO DE DADOS BIBLIOGRÁFICOS E CARTOGRÁFICOS

Inicialmente, visando a obtenção e compilação de dados técnicos preexistentes sobre a área de estudo, foi efetuada a revisão bibliográfica, com realização de leituras e estudos sobre a zona costeira catarinense, com ênfase em estudos sobre morfodinâmica praial, especialmente, daqueles realizados na Ilha de Santa Catarina.

Após a pesquisa inicial, o próximo passo consistiu na obtenção dos dados cartográficos de base para a área de estudo, composto de produtos aerofotogramétricos como fotografias aéreas métricas, ortofotocartas digitais e arquivos digitais do levantamento aerofotogramétrico do município de Florianópolis. O Quadro 1 lista os produtos utilizados para a elaboração da base cartográfica do presente trabalho.

Estes produtos possuem padrão de exatidão cartográfica classe “A”, assim definida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, no que diz respeito a precisão cartográfica para a escala, sendo restituídos no *datum* vertical SAD-69 e *datum* horizontal expresso pelo marégrafo de Imbituba. A precisão do produto cartográfico resultante da fotogrametria é obtida através do método da aerotriangulação, responsável pelo posicionamento dos pontos encontrados nas imagens em um sistema de coordenadas, constituindo-se em “uma técnica fotogramétrica para a determinação de coordenadas de pontos num referencial específico” (ANDRADE, 1998).

A Fotogrametria pode ser definida como a ciência ou a técnica de obtenção de medições confiáveis à cerca de objetos antrópicos e do meio natural, através de processos de registro e interpretação de imagens fotográficas, utilizando-se aparelhos e métodos estereoscópicos (OLIVEIRA, 1993; ANDRADE, 1998; LOCH; LAPOLLI, 1998). Segundo Andrade (1998), a Geodésia, juntamente com a Cartografia constituem os maiores campos de atuação conjunta da Fotogrametria.

Identificação		Fonte
Produto	Descrição	
Fotografias aéreas métricas	Tomadas em maio de 2002, em escala 1:15.000 e no padrão pancromático RGB, pela empresa Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria Ltda. (licença de aerolevanteamento expedida pelo Ministério da Defesa sob nº 088, de 17/05/2002). Duas fotografias aéreas métricas: fotos 002 e 003 da faixa 02. Versões analógicas	IPUF (2002a)
Ortofotocartas digitais	Confeccionadas em escala 1:5.000, a partir do processamento sobre fotografias aéreas métricas em escala 1:15.000 tomadas em maio de 2002, pela empresa Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria Ltda. (licença de aerolevanteamento expedida pelo Ministério da Defesa sob nº 088, de 17/05/2002). Duas ortofotocartas digitais: FL – 01 e FL – 02. Versões digitais.	IPUF (2002b)
Cartas aerofotogramétricas	Confeccionadas em escala 1:2.000, a partir do processamento sobre fotografias aéreas métricas em escala 1:8.000 tomadas em outubro de 2001, pela empresa Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria Ltda. (licença de aerolevanteamento expedida pelo Ministério da Defesa sob nº 197, de 16/10/2001). Quatro cartas aerofotogramétricas: SG.22-Z-D-V-4-NE-F-I-1, SG.22-Z-D-V-4-NE-E-II-3, SG.22-Z-D-V-4-NE-D-III-5 e SG.22-Z-D-V-4-NE-C-IV-6. Versões digitais.	IPUF (2001b)

Quadro 1 – Produtos utilizados para a elaboração da base cartográfica deste trabalho.

Fonte: Dados obtidos através da interpretação de produtos cartográficos de base (IPUF, 2002a; 2002b; 2001b).

De posse destes dados, foram confeccionados os produtos cartográficos de base, utilizando-se técnicas como a fotointerpretação, a cartografia digital e o geoprocessamento. Utilizando-se o sistema CAD, com aplicação dos procedimentos de editoração gráfica do *software* MicroStation (BENTLEY, 1999), foi realizado um processo de edição gráfica, visando a confecção da base cartográfica planialtimétrica (adaptada a partir das cartas aerofotogramétricas) e da ortofotocarta contendo o imageamento da totalidade da área de estudo.

4.2 DEFINIÇÃO DO PLANO AMOSTRAL

De acordo com Muehe (2002), “a escolha do método de amostragem depende dos objetivos da pesquisa, se de caracterização do depósito sedimentar, do estudo de processos ou da direção de transporte.” Na praia dos Naufragados, foi proposto a abordagem dos processos de morfodinâmica praial, onde foram analisados dados sedimentares e morfológicos.

Visando a obtenção de dados sedimentares, como as praias arenosas oceânicas, sabidamente, possuem zonas distintas e individualizadas em seu interior, optou-se por uma amostragem do tipo aleatória estratificada com geometria de malha em perfil ou transecto, contemplando os sistemas praias emerso e submerso (até a porção intermediária da antepraia superior, em profundidade aproximada de $-1,0$ m).

De acordo com vários autores (SOUZA; SUGUIO, 1998; SHORT, 1999; MUEHE, 2002; SOUZA *et al.*, 2005), o número de perfis necessários para a representação da dinâmica praial varia de acordo com a extensão da praia e com a variabilidade morfológica e hidrodinâmica da mesma. A praia dos Naufragados é relativamente pequena (extensão aproximada de 750 m), com características distintas em suas duas extremidades, conforme apresentado anteriormente.

Neste sentido, optou-se pela elaboração de três perfis praias transversais à linha de costa, sendo um deles posicionado na porção mais a leste (denominado de perfil 1) e outro posicionado na porção mais a oeste (denominado de perfil 3). Em posição intermediária entre estes dois perfis, aproximadamente no centro da praia, foi demarcado o perfil 2. Em cada um destes perfis foram coletadas amostras de sedimentos nas quatro zonas morfológicas de interesse, caracterizando as estações de coleta, sendo elas: base da duna frontal, pós-praia, estirâncio e antepraia superior. A nomenclatura destas amostras encontra-se apresentada na Tabela 1. Na Figura 16, apresenta-se a indicação dos perfis e local aproximado de amostragem de acordo com as zonas praias de interesse.

Tabela 1 – Nomenclatura das amostras de sedimentos de acordo com o perfil praiar e zona morfológica da praia dos Naufragados.

Identificação do perfil		Nome da amostra
Perfil	Zona morfológica – Estações	
1	Base da duna frontal	P1d
	Pós-praia	P1p
	Estirâncio	P1e
	Antepraia superior	P1a
2	Base da duna frontal	P2d
	Pós-praia	P2p
	Estirâncio	P2e
	Antepraia superior	P2a
3	Base da duna frontal	P3d
	Pós-praia	P3p
	Estirâncio	P3e
	Antepraia superior	P3a

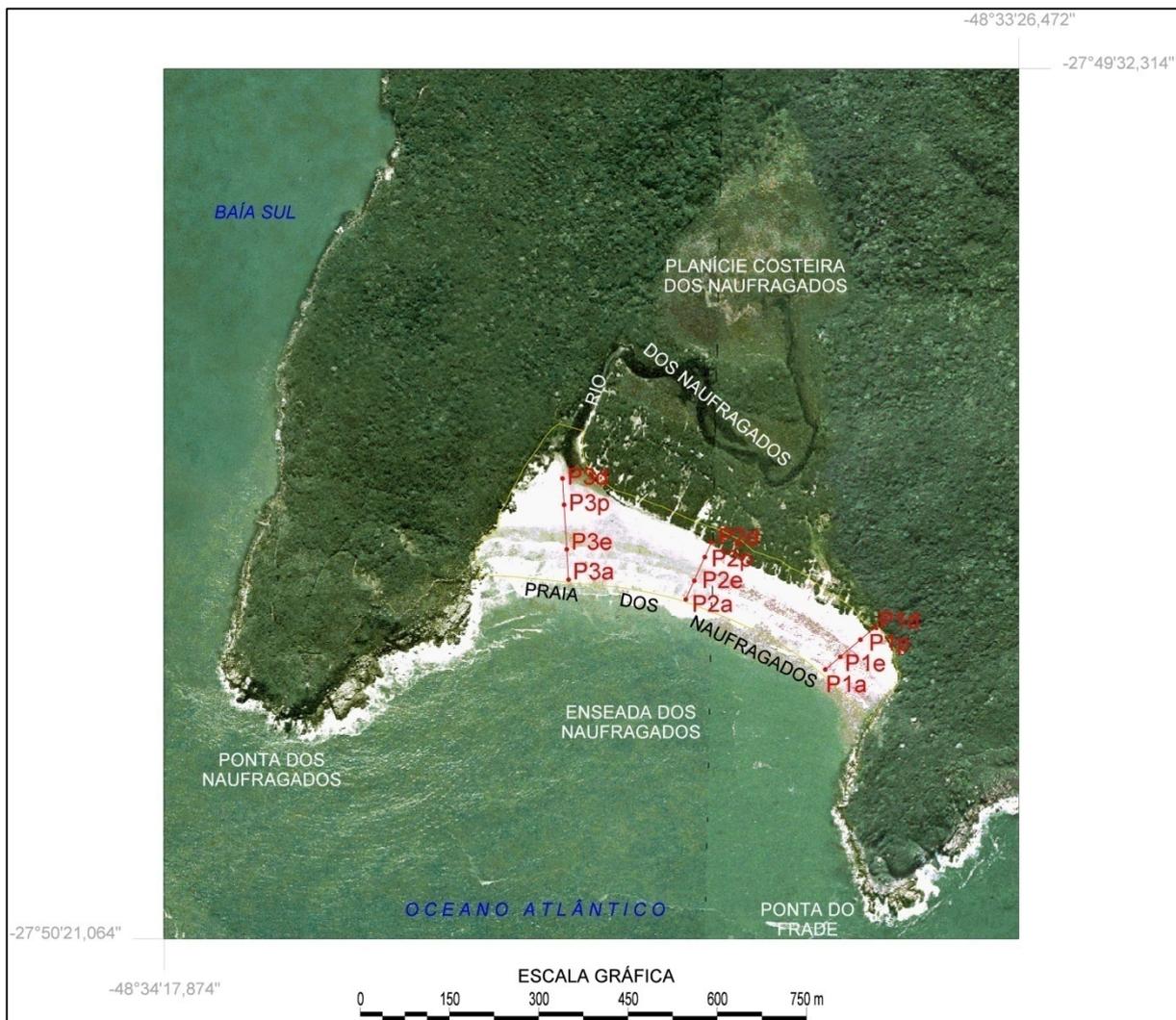


Figura 16 – Plano amostral da praia dos Naufragados, apresentando amostragem do tipo aleatória estratificada com geometria de malha em perfil. Observam-se, ainda, os pontos de amostragem com a nomenclatura aplicada neste trabalho.

Para coleta dos dados morfológicos, tendo em vista as análises pretendidas e a utilização do método do levantamento topográfico planialtimétrico com utilização de estação total, realizaram-se duas formas de amostragem: total e parcial.

A amostragem de dados total foi desenvolvida sobre a extensão do arco praial e definida como do tipo intencional, nos pontos representativos de alterações morfológicas, como cristas de berma, vértices de cúspides, etc., permitindo a descrição detalhada das morfologias praias. Destina-se à obtenção de MDTs a serem utilizados nas análises tridimensionais (3D).

Para a amostragem de dados parcial, novamente, foi utilizada a amostragem do tipo intencional em pontos representativos de variações do relevo. No entanto, restrita ao alinhamento transversal à linha de costa, com base nos três perfis praias definidos. Esta amostragem destina-se a elaboração de análises bidimensionais (2D) de perfis de praia.

4.3 TRABALHOS DE CAMPO

4.3.1 Instalação das bases de referência dos perfis praias

Após a definição do plano amostral, foi efetuada uma etapa de logística pré-campo visando a instalação dos marcos topográficos para as bases de referência de nível dos três perfis de praia, conforme pode ser visualizado nas Fotos 3 a 6.

Os marcos topográficos foram confeccionados a partir de canos de PVC com comprimento de 1,1 m e diâmetro de 50 mm, contendo em seu interior duas barras de aço galvanizado e apresentando um pino saliente na parte central de uma de suas extremidades. Em cada um dos três perfis de praia foi instalado este marco topográfico sobre a porção superior da duna frontal, ficando parcialmente enterrado, sendo a extremidade com o pino saliente mantida exposta (aproximadamente 10 cm acima do nível do solo), representando a base de referência para cada perfil (Foto 7).



Foto 3 – Abertura de cava para instalação do marco topográfico de referência do perfil praial 2.
Foto de Alexandre Felix (15/12/2007).



Foto 4 – Marco topográfico instalado na base do perfil praial 1.
Foto de Alexandre Felix (15/12/2007).



Foto 5 – Marco topográfico instalado na base do perfil praial 2.
Foto de Ulisses Rocha de Oliveira (15/12/2007).



Foto 6 – Marco topográfico instalado na base do perfil praial 3.
Foto de Alexandre Felix (15/12/2007).



Foto 7 – Detalhe do marco topográfico instalado na base do perfil praial 3. Observam-se a altura da porção exposta do marco (aproximadamente 10 cm acima do nível do solo) e o pino saliente na parte central de sua extremidade, que servirá de base para estação do perfil praial.
Foto de Ulisses Rocha de Oliveira (15/12/2007).

Visando a manutenção da precisão cartográfica que se pretendia atingir com o processamento de dados neste trabalho, as coordenadas no sistema de projeções UTM (Universal Transversa de Mercator) destas bases de referência foram determinadas através de um receptor geodésico do sinal GPS da marca *Ashtech* de propriedade do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal de Santa Catarina. Este receptor utiliza o sistema ProMark2, utilizado para navegação e levantamento de precisão.

Segundo Teodolini (2004a),

[...] o sistema ProMark2 utiliza tripés padrão ou de altura fixa para posicionar os componentes do sistema nos pontos a serem levantados. O receptor ProMark2 coleta sinais de transmissão de satélites e armazena estas informações em sua memória interna. Os dados coletados são extraídos do receptor através de um cabo serial e enviados a um computador para serem pós-processados.

Importante destacar que estas coordenadas UTM foram rastreadas com base no *Datum* Sul-Americano (*South American Datum* – SAD-69), sendo o elipsóide de referência recomendado pela União Astronômica Internacional e homologado pela Associação Internacional de Geodésia no ano de 1967, com origem das coordenadas no município de Chuá – MG. Este *datum* foi eleito por ser o mesmo que compõe a cartografia de base correspondente ao levantamento aerofotogramétrico do município de Florianópolis.

O sistema de projeção utilizado em todo o trabalho é a Projeção Universal Transversa de Mercator – UTM, uma adaptação da Projeção Cilíndrica de Mercator (desenvolvida no século XVI pelo cartógrafo flamengo Gerardus Mercator), onde o eixo do cilindro secante (superfície auxiliar desenvolvida) é disposto na posição transversal ao eixo polar da Terra.

O sistema UTM subdivide o globo em 60 fusos, cada um contendo 6° de longitude, distribuindo-se de oeste para leste a partir do anti-meridiano de *Greenwich*, estendendo-se latitudinalmente entre 84° N e 80° S. O ponto de origem das coordenadas no sistema UTM é constituído pela intersecção entre o meridiano central e a linha do Equador.

Por convenção, atribui-se o valor de 500.000 metros para o meridiano central em cada fuso (acrescendo para o leste e decrescendo para oeste) e zero metros para a linha do Equador em relação ao hemisfério norte. No hemisfério sul, os valores são decrescentes a partir de 10.000.000 de metros, na linha do Equador.

O estado de Santa Catarina encontra-se inteiramente incluído no interior de um único fuso do sistema UTM, o fuso 22° S., constituído pelo meridiano central 51° W. Gr. A escolha deste sistema de projeção cartográfica foi originada devido ao mesmo fator de escolha do *datum* de referência, ou seja, para adequar-se ao levantamento aerofotogramétrico do município de Florianópolis, utilizado como documento cartográfico de base neste trabalho.

O rastreamento das coordenadas baseou-se no transporte a partir do Marco da Rede Geodésica de 1ª Ordem do IBGE, localizado próximo a Biblioteca Central da UFSC, em coordenadas UTM 6.944.760,914 de latitude sul e 744.923,477 de longitude oeste, com cota altimétrica $z = 5,901$ m, distante cerca de 26 km da área de estudo. Este marco geodésico foi denominado ponto de base para o rastreamento de coordenadas.

Um receptor do sinal ficou instalado no ponto de base, emitindo o sinal para os outros dois receptores instalados em campo sobre os pontos de amarração do levantamento topográfico, denominados L1 e L2, rastreando as coordenadas emitidas do ponto de base em modo estático. As Fotos 8 a 11 apresentam alguns passos realizados nesta etapa. Estes pontos de amarração serão detalhados posteriormente, na seção 4.3.2.

O pós-processamento dos dados foi realizado no *software Ashtech Solutions*, um *software* de processamento totalmente automatizado que opera em conjunto com o Sistema ProMark2 (TEODOLINI, 2004b). A Tabela 2 apresenta o resultado final do rastreamento de coordenadas, conforme explicado.



Foto 8 – Receptor GPS da marca *Ashtech* de propriedade do Laboratório de Geoprocessamento da UFSC, instalado sobre o ponto de amarração L1 do levantamento topográfico.

Foto de Alexandre Felix (15/12/2007).



Foto 9 – Detalhe do ponto de amarração L1, onde se observa a acurácia proporcionada pela base do tripé de altura fixa do aparelho, instalado exatamente na marca fixa sobre as rochas do costão da porção mais a leste da praia dos Naufragados.

Foto de Alexandre Felix (15/12/2007).



Foto 10 – Receptor GPS da marca *Ashtech* de propriedade do Laboratório de Geoprocessamento da UFSC, instalado sobre o ponto de amarração L2 do levantamento topográfico.

Foto de Alexandre Felix (15/12/2007).



Foto 11 – Detalhe do ponto de amarração L2, onde se observa a acurácia proporcionada pela base do tripé de altura fixa do aparelho, instalado exatamente sobre o pino saliente no centro da extremidade do marco topográfico.

Foto de Alexandre Felix (15/12/2007).

Tabela 2 – Coordenadas rastreadas para os pontos de base de amarração do levantamento topográfico para a praia dos Naufragados. Estas coordenadas estão referenciadas ao sistema de projeções UTM, zona 22° S., com meridiano central 51° WGr.

Identificação		Erro padrão (mm)
Ponto	Coordenada UTM (m)	
Base	Longitude = 744.923,477	0,00
	Latitude = 6.944.760,914	0,00
	Altitude = 5,901	0,00
L1	Longitude = 740.376,020	1,00
	Latitude = 6.918.645,544	0,00
	Altitude = 2,272	1,00
L2	Longitude = 740.217,562	1,90
	Latitude = 6.918.840,343	1,90
	Altitude = 4,427	3,90

Fonte: Dados obtidos através do pós-processamento realizado no *software Ashtech Solutions* (TEODOLINI, 2004b).

Posteriormente, estes dados foram utilizados como base de entrada dos pontos de amarração L1 e L2 do levantamento topográfico realizado com auxílio da estação total, durante o pós-processamento dos dados topográficos, conforme explicado posteriormente na seção 4.3.2, fornecendo, assim, as coordenadas UTM das bases de referência representadas pelos marcos topográficos instalados na base de cada perfil de praia (Tab. 3) e, a partir destes, estendendo-se para todos os pontos levantados em campo.

Tabela 3 – Coordenadas dos marcos topográficos que representam as estações de base dos três perfis de praia, para a praia dos Naufragados. Estas coordenadas estão referenciadas ao sistema de projeções UTM, zona 22° S., com meridiano central 51° WGr.

Identificação	
Ponto	Coordenada UTM (m)
Base de referência do perfil 1	Longitude = 740.352,990
	Latitude = 6.918.760,720
	Altitude = 1,918
Base de referência do perfil 2	Longitude = 740.082,575
	Latitude = 6.918.911,093
	Altitude = 5,014
Base de referência do perfil 3	Longitude = 739.792,514
	Latitude = 6.919.019,383
	Altitude = 3,876

Fonte: Dados obtidos através do pós-processamento realizado no *software AutoCad* (AUTODESK, 2007).

4.3.2 Coleta de dados morfológicos: levantamento planialtimétrico e monitoramento dos perfis praias

Sobre o arco praias foram desenvolvidas atividades de monitoramento através do levantamento topográfico do sistema emerso e parte do sistema submerso (porção intermediária da antepraia superior, até profundidades aproximadas de -1,0 m) por um período de 14 meses (dezembro de 2007 a janeiro de 2009), totalizando doze campanhas com leituras em intervalos aproximadamente mensais. No entanto, devido à pequena variação morfológica observada, tendo em vista a simplificação das análises, optou-se pela periodicidade bimensal, relativo às campanhas ímpares, totalizando seis campanhas com leituras em intervalos aproximadamente bimensais. O Quadro 2 apresenta uma síntese das informações sobre as campanhas bimensais de monitoramento.

Campanha	Data	Descrição geral
1	15/12/2007	Tempo estável no decorrer do dia, com ventos do quadrante sudeste – leste, passando para nordeste no período vespertino.
2	23/02/2008	Tempo estável no decorrer do dia, com ventos do quadrante sudeste-sul.
3	10/05/2008	Tempo estável no decorrer do dia, formando intensa nebulosidade próxima ao entardecer, com fortes ventos do sul.
4	26/07/2008	Tempo estável no decorrer do dia, com ventos do quadrante nordeste proporcionando ondulações com alturas superiores a 1,5 m.
5	11/10/2008	Tempo instável e chuvoso no decorrer do dia, com períodos de pancadas de chuvas intensas e ventos de baixa intensidade de quadrante nordeste.
6	22/12/2008	Tempo estável no decorrer do dia, com ventos do quadrante nordeste, passando para leste no período vespertino.

Quadro 2 – Síntese das informações sobre as campanhas bimensais de monitoramento através do levantamento topográfico realizado na praia dos Naufragados.

Para execução destes levantamentos topográficos, realizaram-se duas formas de coleta de dados:

- Coleta parcial de dados topográficos – modelagem 2D: realizada com intuito de se determinar, apenas, os perfis praias transversais à linha de costa, desde a estação instalada sobre a duna frontal até a porção intermediária da antepraia superior, obtidos com base no marco topográfico de referência de cada perfil, sendo a cota altimétrica desta base determinada pelo processamento realizado;

- Coleta total de dados topográficos – modelagem 3D: realizada sobre a totalidade do arco praias, sendo desenvolvidos os levantamentos planialtimétricos com vistas à obtenção de modelos digitais do terreno – MDTs.

O levantamento planialtimétrico consiste em uma técnica de leitura das formas topográficas superficiais do relevo, elaboradas com auxílios de equipamentos de precisão diversos, como teodolitos e estações totais. No presente trabalho, este levantamento foi executado com a utilização da estação total da marca TOPCON, modelo GTS 213, com precisão linear de 5 mm e angular de 10", cedida pela empresa Escala Topografia Ltda., que possui um sistema completamente automatizado de leitura e armazenamento de dados.

O sistema é composto por equipamentos de emissão/captação de sinal (estação total e tripé de fixação) e equipamentos de transferência de sinal (bastão milimetrado e prisma ótico). O armazenamento dos dados ocorre de forma automática na estação total e o posterior processamento é realizado em *software Autocad* (AUTODESK, 2007), com o auxílio do *software Posição* (MANFRA, 2000), que permite a transferência dos dados da estação total para o ambiente CAD.

Inicialmente, instalou-se a estação total no ponto determinado como de amarração do levantamento topográfico, denominado L1. A partir de então, seguiu-se uma rotina típica de trabalhos de levantamento topográfico, que consiste na informação do ponto a ré do levantamento, que caracteriza o segundo ponto de amarração (ponto L2). Estes dois pontos possuem coordenadas UTM conhecidas, conforme explicado anteriormente, possibilitando a execução do levantamento referenciado com a base cartográfica irradiada da Rede Geodésica de 1ª Ordem do IBGE.

Cabe destacar que o processo de instalação do ponto de amarração L2 seguiu os mesmos procedimentos dos pontos de base de referência de nível dos perfis praias, inclusive sendo instalados na mesma ocasião, conforme descrito anteriormente. Após a tomada do ponto a ré (L2), iniciou-se a irradiação e obtenção da posição de n pontos de controle, conforme necessidade de amostragem intencional da topografia superficial do relevo no momento da execução do levantamento. As Fotos 12 a 17 representam algumas etapas do levantamento topográfico executadas na área de estudo.



Foto 12 – Detalhe do momento de instalação da estação total, que constitui o equipamento de emissão e captação do sinal de transferência de dados, no ponto de amarração do levantamento (ponto L1). A estação total possui um sistema de nivelamento e alinhamento que permite a instalação na exata posição sobre um determinado ponto demarcado no solo.

Foto de Daniella Zatarian (10/05/2008).



Foto 13 – Detalhe do conjunto de bastão milimetrado e prisma ótico que constituem os equipamentos de transferência do sinal emitido e captado pela estação total. Observa-se a precaução de prender a ponta do bastão entre os dedos dos pés como forma de evitar o enterramento da mesma e consequente erro na cota altimétrica do ponto.

Foto de Daniella Zatarian (10/05/2008).

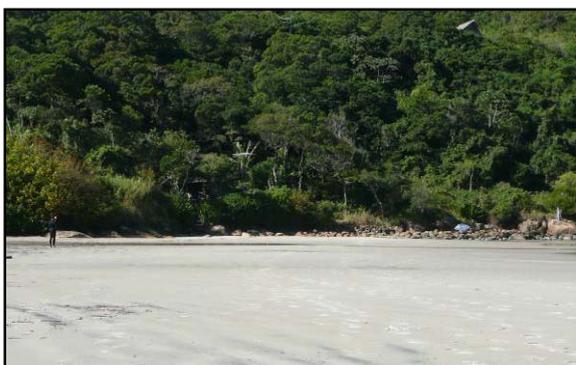


Foto 14 – Momento de aquisição de um ponto de controle para o levantamento topográfico planialtimétrico, na zona morfológica pós-praia.

Foto de Daniella Zatarian (10/05/2008).



Foto 15 – Momento de aquisição de um ponto de controle para o levantamento topográfico planialtimétrico, na zona morfológica estirâncio.

Foto de Daniella Zatarian (10/05/2008).



Foto 16 – Momento de aquisição de um ponto de controle para o levantamento topográfico planialtimétrico, na porção intermediária da zona morfológica antepraia superior (profundidade aproximada de - 1,0 m).

Foto de Daniella Zatarian (10/05/2008).



Foto 17 – Momento de aquisição de um ponto de controle para o levantamento topográfico planialtimétrico, na zona morfológica pós-praia. Neste momento, a estação total já tinha sido instalada em um novo ponto de amarração do levantamento, ponto conhecido como a vante. A técnica de irradiar um ponto a vante decorre da necessidade devido à aquisição de pontos localizados a grandes distâncias da estação total ou que não podem ser adquiridos diretamente a partir da mesma.

Foto de Daniella Zatarian (10/05/2008).

Ao término do levantamento topográfico obteve-se uma malha de pontos que permitiram a elaboração de um MDT e a consequente determinação das alterações morfológicas do sistema praial, além da possibilidade de leitura sobre os perfis praias transversais à linha de costa.

4.3.3 Coleta de sedimentos

Com intuito de caracterizar a distribuição granulométrica dos sedimentos do sistema praial, realizou-se a coleta superficial de amostras de sedimentos em cada um dos três perfis.

Como o ambiente praial é muito dinâmico, o pacote sedimentar sobre a praia é formado por um conjunto de estratos, sendo que cada estrato representa a praia em um determinado momento (MUEHE, 2002). Devido a este fato, a coleta de sedimentos é dita superficial e foi realizada com auxílio de uma espátula nas zonas do sistema emerso.

Devido à homogeneidade textural dos sedimentos, optou-se pela análise com periodicidade bimensal, conforme expresso anteriormente. Portanto, foi considerado um total de seis campanhas de monitoramento bimensal, totalizando 72 amostras coletadas. Ao término das coletas, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e devidamente etiquetadas, contendo identificação, data de coleta e número do monitoramento, conforme especificado no plano amostral. Em cada uma destas amostras, além da preparação preliminar, foi determinada a distribuição granulométrica, segundo detalhamento expresso posteriormente.

A Tabela 4 apresenta os dados referentes ao número de campanhas, perfis, estações, amostras e variáveis de análise.

Tabela 4 – Dados referentes ao número de campanhas, perfis, estações, amostras e variáveis de análise após a realização das campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Campanha	Nº perfis	Estações por perfil	Total de estações	Amostras por estação	Total de amostras	Variáveis de análise	Total de análises
1	3	4	12	1	12	1	12
2	3	4	12	1	12	1	12
3	3	4	12	1	12	1	12
4	3	4	12	1	12	1	12
5	3	4	12	1	12	1	12
6	3	4	12	1	12	1	12
TOTAIS							
6	18	72		72		72	

4.3.4 Coleta de dados meteorológicos, hidrodinâmicos e observações *in loco*

Paralelamente ao monitoramento, foram realizadas observações meteorológicas, hidrodinâmicas e morfológicas *in loco*.

Com relação às observações hidrodinâmicas (altura significativa de onda na arrebentação e período de ondulação), a determinação dos parâmetros foi estimada através do método visual, com base nos procedimentos apresentados por Melo Filho (1991) e Muehe (2002).

A altura significativa das ondas na arrebentação (H_b) foi determinada a partir de estimativas totalmente visuais, considerando-se a média de 1/3 das maiores alturas de onda identificadas. Visando a eliminação de possíveis discrepâncias, oriundas de interpretações diversas de acordo com a experiência individual de cada observador, estas estimativas visuais foram efetuadas pelo mesmo indivíduo durante todas as seis campanhas de monitoramento executadas (MELO FILHO, 1991).

Para a determinação do período de ondulação, a quebra da onda na zona de arrebentação foi adotada como ponto fixo, a partir do qual, se cronometrou a sequência de 11 quebras de ondas, dividindo-se o tempo obtido (em segundos) por 10 (MUEHE, 2002).

As direções dos ventos foram obtidas através de observações em campo com auxílio de bússola, sendo suas velocidades estimadas em fraca, moderada e forte. O sentido e velocidade das correntes de deriva foram estimados a partir do lançamento de corpos flutuantes na zona de arrebentação.

Outra importante tarefa efetuada nesta etapa refere-se às observações com intuito de proporcionar descrições qualitativas sobre as características das feições morfológicas ocorrentes nos perfis praias, tanto na porção emersa quanto na submersa, buscando a identificação de feições rítmicas e demais peculiaridades que serão utilizadas posteriormente, quando das análises morfodinâmicas. Todas as informações obtidas foram devidamente listadas e ordenadas em uma tabela de controle de dados.

4.4 ANÁLISES LABORATORIAIS

O tratamento e processamento das amostras de sedimentos coletadas em campo foram realizados de acordo com os padrões metodológicos adotados pelo Laboratório de Sedimentologia da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

4.4.1 Preparação preliminar

Os procedimentos iniciais de preparação das amostras de sedimentos seguiram os métodos oferecidos em Suguio (1973) e Toldo Júnior (1997), de retirada de sais solúveis através de lavações sucessivas em água destilada e secagem das amostras em estufas com temperaturas inferiores ou iguais a 60° C por 24 horas. Seguiu-se o quarteamento das amostras, utilizando-se o quarteador de câmaras do tipo Jones para individualizar subamostras de, aproximadamente, 30 g de sedimento.

4.4.2 Análises granulométricas

As análises granulométricas dos sedimentos arenosos foram efetuadas através do método de peneiração segundo a escala do tamanho do grão de Wentworth (1922), adaptado para a escala *phi* (\emptyset) por Krumbein (1934), de acordo com os métodos propostos por Suguio (1973) e Toldo Júnior (1997).

As subamostras quarteadas foram, primeiramente, transferidas para recipientes *beckers* e pesadas em balanças de precisão, sendo posteriormente submetidas ao peneiramento mecânico, utilizando-se conjunto de peneiras com intervalo de $\frac{1}{2} \emptyset$, por um período de 5 minutos. Após este processo, o material retido em cada peneira foi transferido, novamente, para recipientes *beckers* e mais uma vez pesados, obtendo-se o detalhamento da distribuição granulométrica.

Este detalhamento da distribuição granulométrica dos sedimentos praias foi expresso na forma de histogramas de representação granulométrica, curvas de frequências acumuladas e de parâmetros estatísticos.

Em muitas amostras foi observado concentrações de carbonatos biodetríticos formados por pequenos fragmentos de conchas calcárias. Porém, seus teores não foram determinados, tendo em vista o entendimento expresso por Miot da Silva (2006), de que a eliminação destes carbonatos produziria uma “importante mudança na caracterização granulométrica da praia, que não refletiria a realidade”. O mesmo procedimento foi adotado em relação aos minerais pesados.

4.5 TRATAMENTO DE DADOS E COMPILAÇÃO DE RESULTADOS

Nesta etapa, foram detalhados os procedimentos de análises de parâmetros estatísticos dos sedimentos praias, bem como, de análises morfológicas bidimensionais e tridimensionais, que subsidiaram a proposição de setorização do arco praias dos Naufragados.

4.5.1 Análise dos parâmetros estatísticos dos sedimentos praias

O tratamento dos dados e cálculo dos parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica dos sedimentos praias foi efetuado de acordo com os parâmetros de Folk e Ward (1957), utilizando-se o sistema integrado para análises granulométricas SysGran 3.0 (CAMARGO, 1999).

Com os resultados obtidos no SysGran 3.0, para os sedimentos praias foram analisados os parâmetros moda, média, mediana, desvio padrão, assimetria e curtose, além de construídos histogramas de frequência granulométrica simples, de frequência acumulada e diagramas de dispersão para a classificação textural das amostras.

A moda, a média e a mediana são medidas da tendência central, consistindo nos parâmetros estatísticos mais importantes, pois caracterizam as classes mais comuns da distribuição granulométrica (SUGUIO, 1973). A moda representa o intervalo predominante de concentração granulométrica. A média (M_z) e a mediana (M_d) indicam o tamanho dos grãos. Em uma distribuição simétrica, os valores da moda, média e mediana são iguais.

O desvio padrão, a assimetria e a curtose são denominados medidas de dispersão. O desvio padrão (D_p) indica a distribuição geral em relação à dispersão a partir da média da distribuição granulométrica, determinando o grau de seleção que se apresenta como fator crucial para determinação do sentido predominante da corrente de deriva litorânea ao longo do arco praias.

A assimetria (S_{ki}) determina se a distribuição é simétrica ou assimétrica. Em caso de distribuição assimétrica, será classificada como negativa se a cauda tender para as classes de sedimentos mais grossos a esquerda e positiva, se a cauda tender para os mais finos, a direita da distribuição. Segundo Muehe (2002), em depósitos praias são comuns valores de assimetria negativa.

A K_g indica a esbeltez da distribuição, podendo ser classificada em leptocúrtica (distribuição unimodal com curva muito esbelta), mesocúrtica (distribuição normal) e platicúrtica (distribuição polivariada com curva achatada).

Estes parâmetros estatísticos proporcionaram análises longitudinais e transversais dos pacotes granulométricos, que subsidiaram interpretações a cerca da dinâmica deste ambiente praias.

4.5.2 Análise bidimensional (2D) – classificação morfodinâmica dos perfis praiais

A partir do levantamento topográfico realizado durante os trabalhos de campo, iniciou-se a elaboração dos produtos topológicos. A malha de pontos obtida pela estação total passou por um processo de conversão, onde os dados coletados e armazenados pelo equipamento foram importados para o ambiente CAD, através de aplicativos do *software* AutoCad (AUTODESK, 2007), transformando-se em arquivos vetoriais digitais, contendo a localização de cada um dos pontos, bem como, sua cota altimétrica.

Após estes procedimentos, ainda no *software* AutoCad (AUTODESK, 2007), foram criadas as curvas de nível, com equidistância de 20 cm. Estas curvas de nível foram geradas a partir da interpolação dos pontos coletados, através do método de interpolação *kriging* (krigagem), constante no *software* Posição (MANFRA, 2000), que funciona de forma integrada ao AutoCad (AUTODESK, 2007). Este interpolador cria uma malha triangular através de processamentos matemáticos, sendo que a junção de pontos com mesma cota estimada em cada intersecção da malha triangular origina as curvas de nível.

Iniciou-se, então, um processo de edição topológica dos arquivos, visando uma conferência geral de erros pontuais oriundos da distribuição irregular dos pontos coletados, bem como, a verificação do atributo de cota de cada curva, com intuito de configurar o arquivo de maneira a ser compatível para importação pelos *softwares* MicroStation J (BENTLEY, 1999) e ArcGis 9.2 (ESRI, 2007). A Figura 17 ilustra os resultados das quatro principais etapas desenvolvidas para a geração dos produtos topológicos de análise derivados do levantamento topográfico.

Finalizada a edição topológica, os arquivos passaram por nova conversão, sendo importados para o *software* MicroStation J (BENTLEY, 1999), onde foram demarcados os perfis praiais, através de aplicativos da extensão *Geoterrain*, que é dotada de excelentes ferramentas para análise gráfica de relevo em modos bidimensional e tridimensional (Figura 18). A determinação destes perfis possibilitou a análise de aspectos morfológicos como a declividade da face da praia, a largura média da praia (Y_b), o índice de mobilidade do pós-praia (δY_b), o coeficiente de variação da linha de costa (CV%) e a variação de volume.

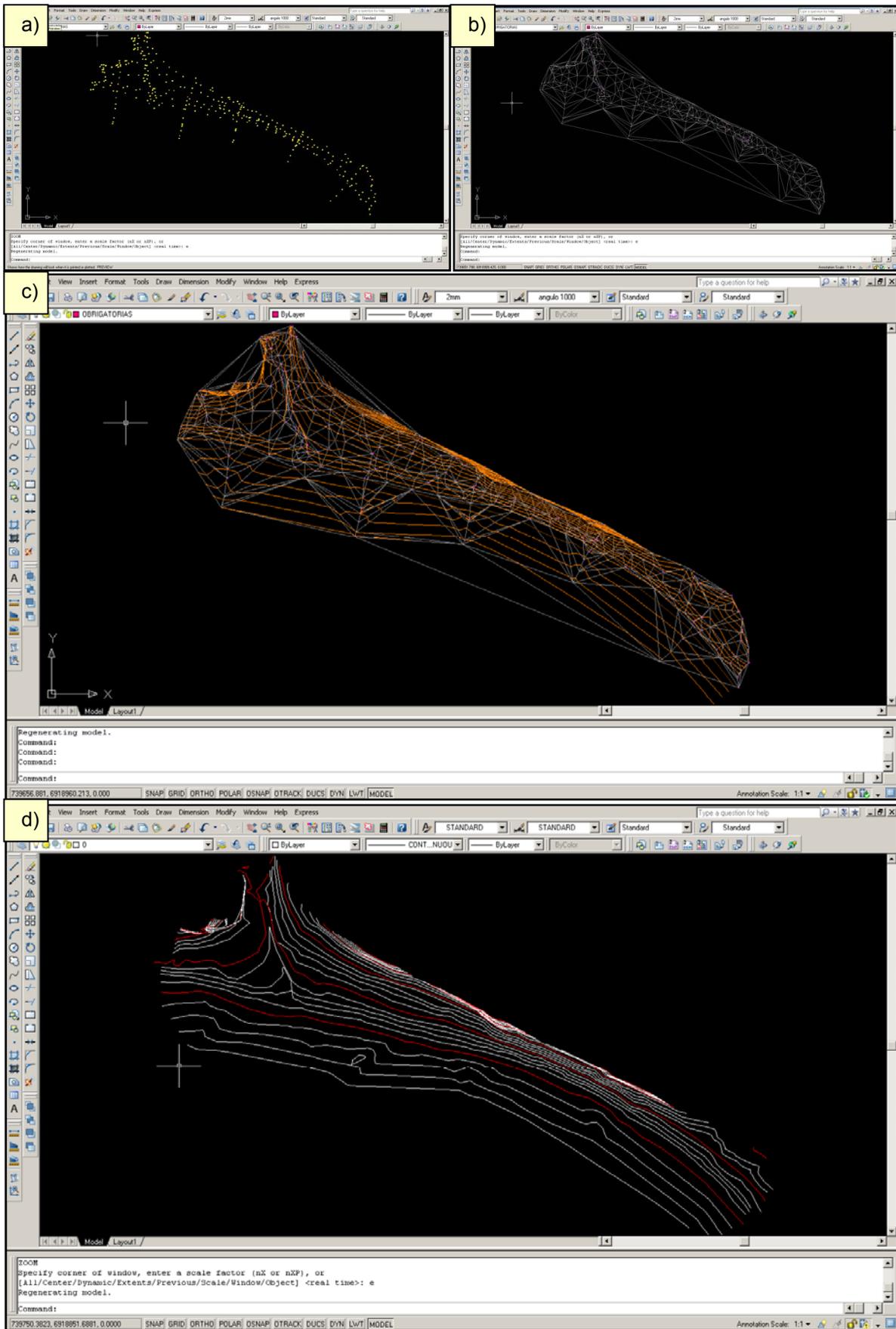


Figura 17 – Ilustração das principais etapas de geração dos produtos topológicos de base: a) importação dos pontos do levantamento; b) geração da malha triangular; c) interpolação das curvas de nível; d) edição topológica. Ilustrações em AutoCad 2007 da campanha 3 (10/05/2008).

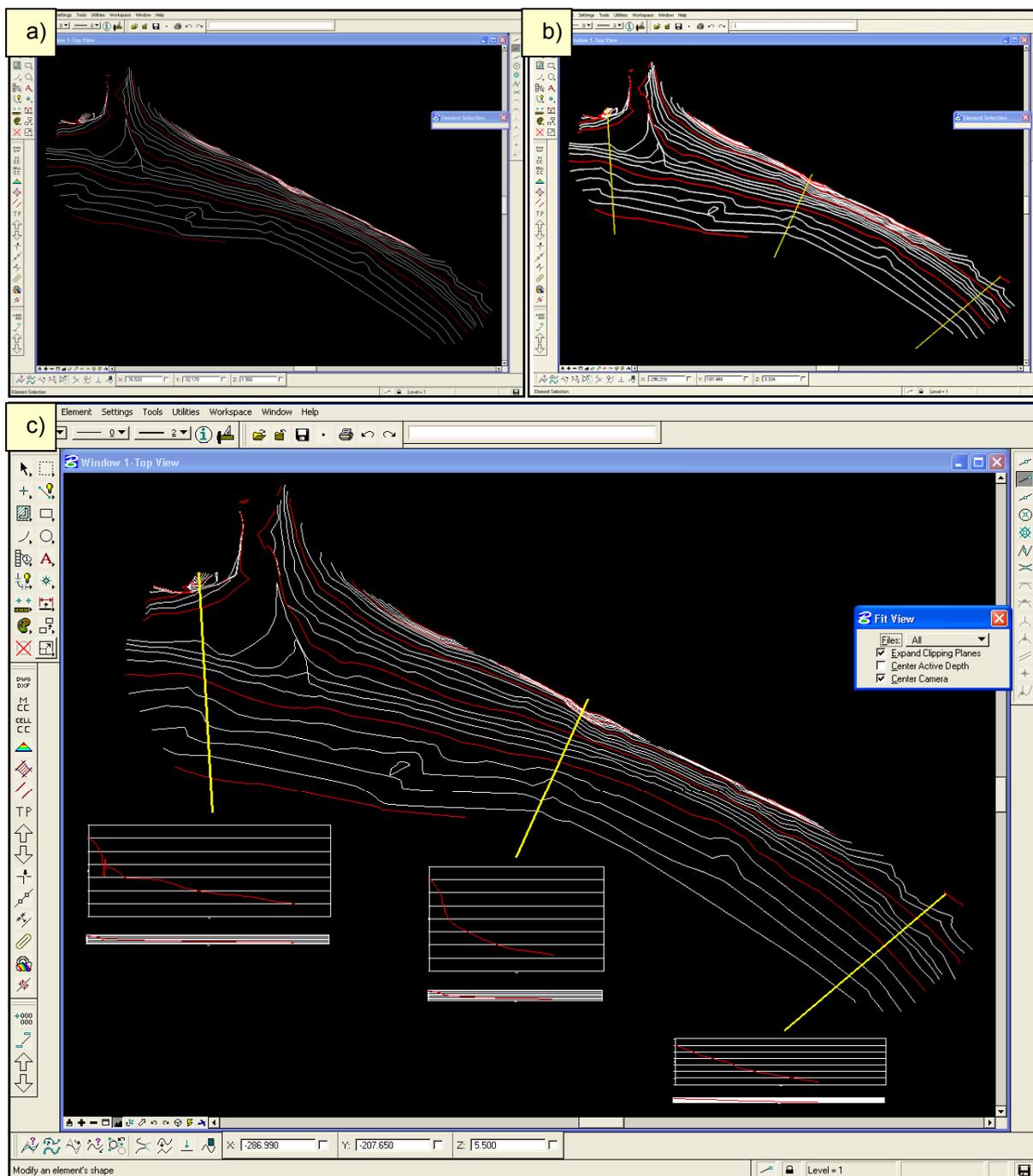


Figura 18 – Ilustração das principais etapas de geração dos perfis topológicos, desenvolvidas em cada uma das seis campanhas de monitoramento: a) importação das curvas de nível; b) inserção dos alinhamentos dos perfis topológicos; c) geração dos perfis a partir dos alinhamentos. Ilustrações em MicroStation J da campanha 3 (10/05/2008).

A declividade da face praial constitui-se em um importante indicador auxiliar do padrão morfodinâmico ocorrente. A largura média da praia (Y_b), neste trabalho, foi obtida através da distância entre a base do perfil e o 0,0 m definido pelo *datum* vertical estabelecido a partir do marégrafo de Imbituba, que compõe a Rede Geodésica de 1ª Ordem do IBGE. Estes aspectos foram determinados em ambiente

CAD, diretamente sobre os perfis, através de aplicativos do *software* MicroStation J (BENTLEY, 1999), sendo os produtos finais gerados, novamente, no *software* AutoCad (AUTODESK, 2007).

O índice de mobilidade do pós-praia (δY_b) foi obtido a partir do desvio padrão apresentado por Y_b e o coeficiente de variação da linha de costa (CV%), através da relação entre Y_b e δY_b , representada pela seguinte equação:

$$CV\% = \frac{\delta Y_b}{Y_b} \cdot 100 \quad (1)$$

Cabe destacar que os índices de mobilidade do pós-praia e o coeficiente de variação da linha de costa são considerados por Short e Hesp (1982) como excelentes indicadores da susceptibilidade do perfil quanto aos processos de erosão e acreção. As análises comparativas de variação de volume de sedimentos nos perfis foram realizadas, também, em ambiente CAD, através de cálculos de área, extrapolados para volume por seções transversais de 1 m de largura (m^3/m), sendo apresentados em gráficos bidimensionais.

A classificação morfodinâmica dos perfis praias foi realizada com base em parâmetros hidrodinâmicos, granulométricos e morfológicos, que serviram para determinar o valor adimensional ômega (Ω). De acordo com Oliveira (2004), o parâmetro adimensional ômega é empírico e aplicável, apenas, em praias dominadas por ondas sob regime de micromarés, sendo utilizado para o enquadramento dos perfis aos estágios morfodinâmicos conforme Wright e Short (1984).

A determinação do valor adimensional ômega considera três parâmetros principais: altura da onda na arrebentação – H_b (m), período da onda – t (s) e velocidade de sedimentação das partículas – W_m (cm/s), sendo calculado a partir da seguinte equação:

$$\Omega = \left(\frac{H_b}{W_s} \right) \times t \quad (2)$$

Os valores de H_b e t foram obtidos através de observações *in loco* utilizando-se o método visual com base nos procedimentos apresentados anteriormente. Os valores de W_m foram calculados através da correção do parâmetro velocidade de sedimentação

das partículas (W_s) que, por sua vez, é definido pelo tamanho do grão. O parâmetro W_s pode ser determinado pela seguinte equação proposta por Gibbs *et al.* (1971):

$$W_s = \frac{-3\mu + \sqrt{9\mu^2 + gr^2\rho(\rho_s - \rho)(0,015476 + 0,19841r)}}{\rho(0,011607 + 0,14881r)} \quad (3)$$

Onde: μ = viscosidade dinâmica da água (dependente da temperatura da água); g = aceleração da gravidade (981 cm/s^2); r = raio da média do grão de areia (cm); ρ = densidade da água ($1,025 \text{ g/cm}^3$); ρ_s = densidade do grão ($2,65 \text{ g/cm}^3$ para o quartzo).

Utilizando-se desta equação, Baba e Komar (1981) tabelaram dados para W_s conforme diferentes tamanhos de grãos e temperaturas da água, sendo que estas tabelas foram aplicadas nesta dissertação. Para tal, foram inferidos valores médios para a temperatura da água em 22°C . Os valores dos tamanhos médios dos grãos foram transformados de \emptyset para milímetros através da equação (4) e, posteriormente, convertidos de milímetros para micras, multiplicando-se o valor obtido por 1.000.

$$d = \frac{1}{2^\emptyset} \quad (4)$$

O valor calculado para W_s foi corrigido, devido ao atrito com a água provocado pelas irregularidades dos grãos, gerando o parâmetro W_m a partir da seguinte equação:

$$W_m = 0,761 \cdot W_s \quad (5)$$

A partir do valor obtido para Ω , pode-se enquadrar a praia em um dos seis estágios do modelo proposto por Wright e Short (1984), de acordo com a seguinte classificação expressa por Wright *et al.* (1985):

- $\Omega < 1,5$ – praias reflectivas;
- $\Omega = 2,4 \pm 0,19$ – praias intermediárias/terraço de maré baixa;
- $\Omega = 3,15 \pm 0,64$ – praias intermediárias/bancos transversais;
- $\Omega = 3,50 \pm 0,76$ – praias intermediárias/banco e praias de cúspides;
- $\Omega = 4,70 \pm 0,93$ – praias intermediárias/banco e calha longitudinal;
- $\Omega > 5,5$ – praias dissipativas.

4.5.3 Análise tridimensional (3D) – determinação das feições morfológicas praias

Após a interpretação dos perfis praias e a identificação dos diferentes estágios morfodinâmicos, passou-se a elaboração das análises referentes às feições morfológicas que constituem os diferentes padrões de alterações sazonais observados ao longo da totalidade do arco praias, tanto de sua porção emersa, quanto submersa da praia dos Naufragados (até a porção intermediária da antepraia superior, em profundidade aproximada de $-1,0$ m).

Estas análises foram elaboradas mediante a utilização das acuradas técnicas de tratamento de dados que culminaram na modelagem tridimensional da praia dos Naufragados (MDTs), confeccionada em *software* ArcGis 9.2 (ESRI, 2007).

Visando complementar a área de interesse, ao levantamento topográfico efetuado foi incorporado um produto cartográfico que constituiu uma base complementar do entorno, obtida a partir das curvas de nível contidas nas cartas do levantamento aerofotogramétrico do município de Florianópolis, em escala 1:2.000. Para tal, foi efetuado um recorte de detalhe da área de estudo, sendo filtrados, apenas, os elementos de interesse para a complementação topológica. Este produto complementar foi anexado ao arquivo do levantamento topográfico, formando a base topológica de análise tridimensional. Estes procedimentos foram efetuados através de aplicativos de edição gráfica, em ambiente CAD, contidos no *software* AutoCad (AUTODESK, 2007) (Figura 19).

Após este processo de edição e complementação topológica, os arquivos contendo as curvas de nível passaram novamente por conversão, sendo importados para o *software* ArcGis 9.2 (ESRI, 2007). Neste *software*, estas curvas de nível foram utilizadas para a geração dos MDTs, através de ferramentas da extensão *3D Analyst*, que desenvolve uma malha triangular derivada destas curvas, através do método de interpolação *kriging*, o mesmo utilizado pelo *software* Posição (MANFRA, 2000). Este fator proporcionou a criação de uma superfície de referência representativa do MDT da área analisada, denominada superfície *TIN*, que possibilita a geração, entre outros, de mapas clinográficos e hipsométricos.

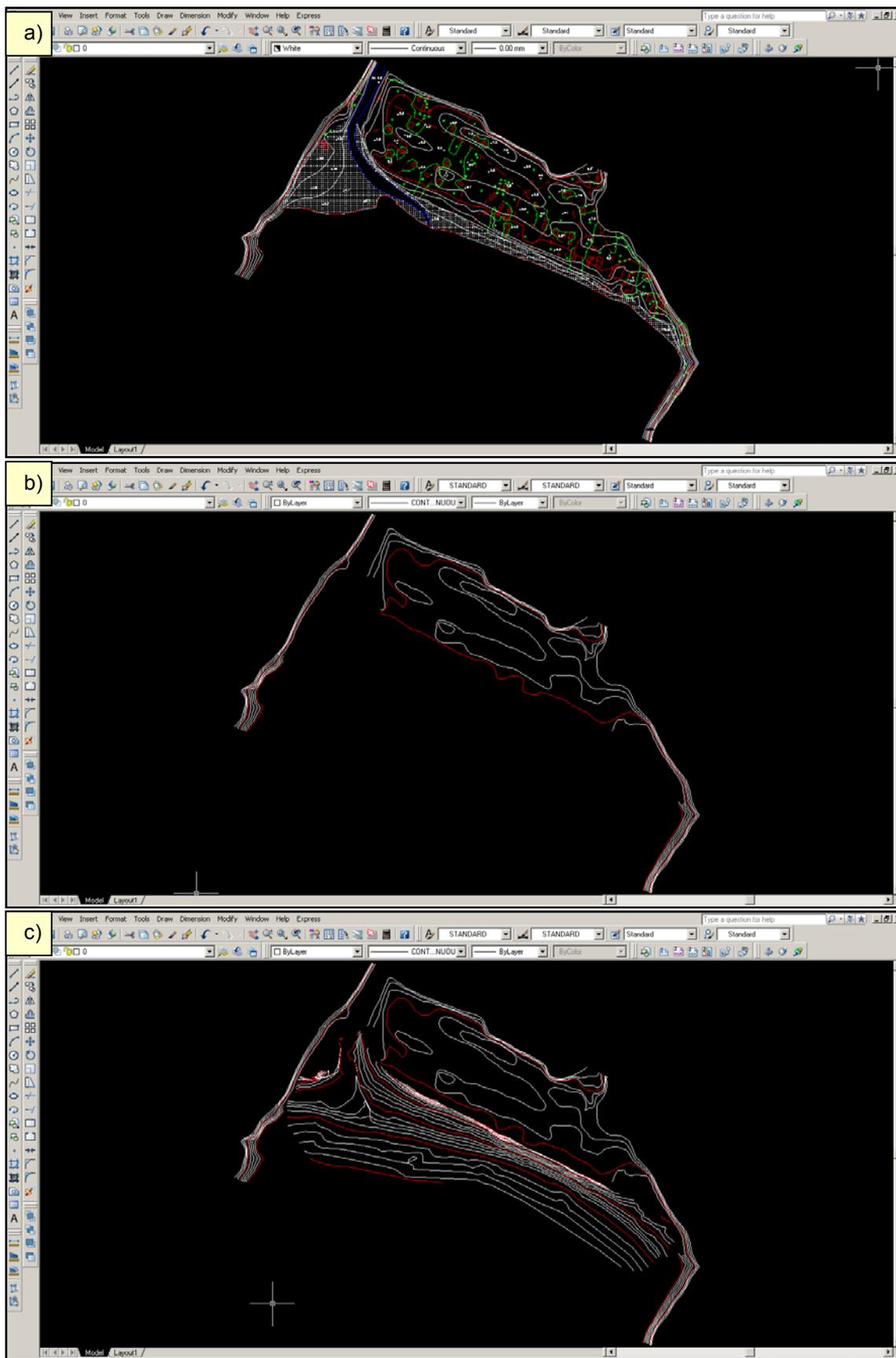


Figura 19 – Ilustração das principais etapas de criação da base topológica destinada às análises tridimensionais: a) base de dados contida no recorte da área de entorno; b) base de dados de interesse topológico, filtrada a partir da base do entorno; c) inserção do levantamento topográfico do arco praiial na Campanha 3 (10/05/2008). Ilustrações em AutoCad 2007.

Os produtos finais das análises, com exceção dos mapas clinográficos (representados em 2D), foram gerados através da extensão *ArcScene*, que disponibiliza algumas representações gráficas, como vistas em perspectivas e exauros verticais, além da representação denominada *face*, que utiliza técnicas de iluminação, textura e exauro vertical para visualização dos dados, permitindo maior evidência das feições morfológicas da área analisada. A Figura 20 ilustra os resultados das principais etapas desenvolvidas para a geração dos produtos desenvolvidos para elaboração das análises tridimensionais.

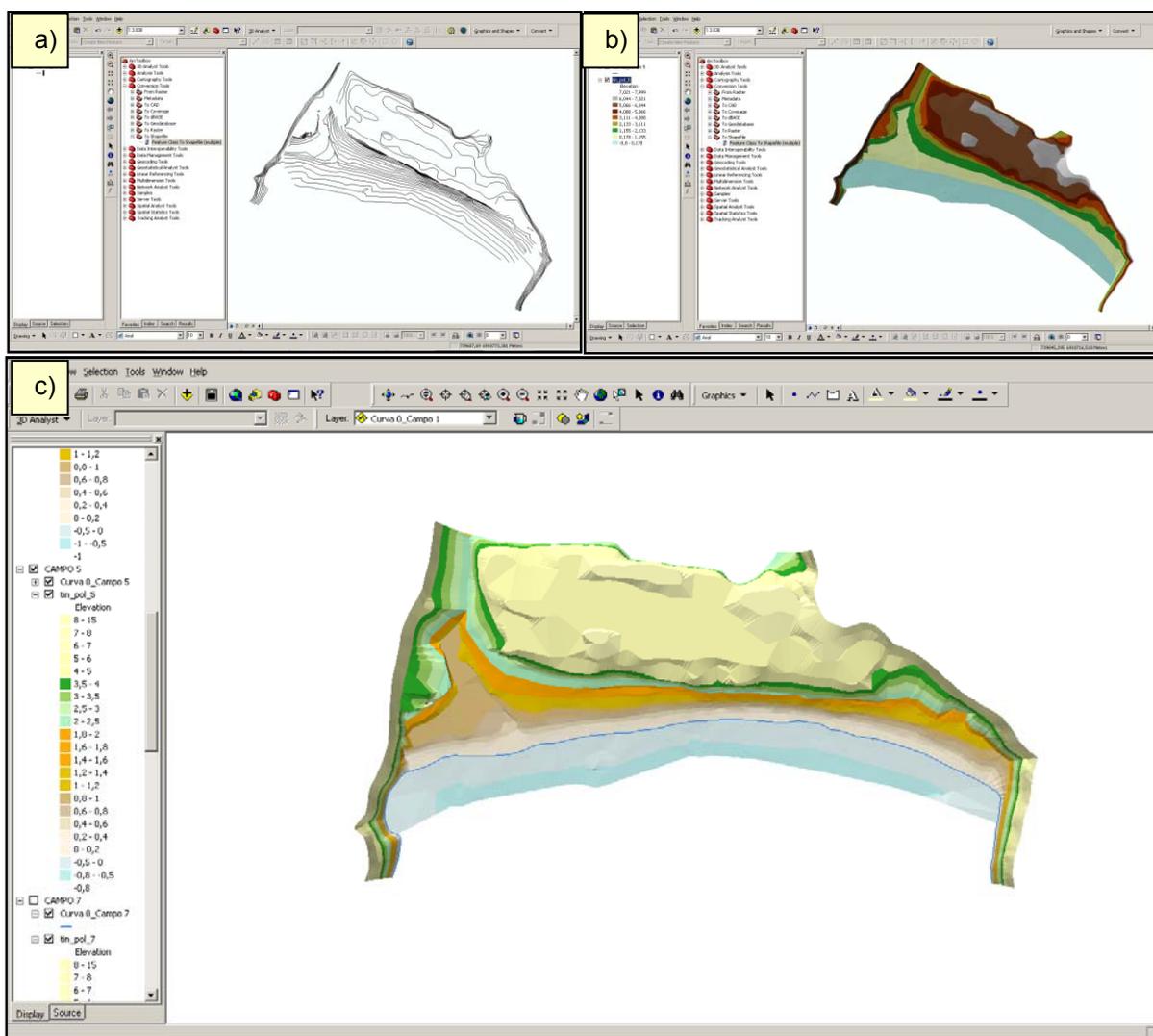


Figura 20 – Ilustração das principais etapas de criação de produtos para análises tridimensionais, em processo desenvolvido em cada uma das seis campanhas de monitoramento: a) importação da base de dados; b) criação da superfície de referência representativa do MDT (*TIN*); c) exemplo de produto de análise gerado no *ArcScene*, um mapa hipsométrico, em vista plana, com exauro vertical cinco (escala vertical cinco vezes maior que a horizontal). Ilustrações em *ArcGIS 9.2* da campanha 3 (10/05/2008).

A interpretação destes mapas visou a identificação, aplicação e correlação de morfologias típicas, conforme apresentadas no Quadro 3, que contém uma síntese das principais características observadas em cada um dos seis estágios morfodinâmicos do modelo sequencial evolutivo proposto por Wright e Short (1984).

Estágio morfodinâmico	Síntese das principais características morfológicas		
	Declividade da face da praia	Morfologia submersa	Morfologia emersa
Reflectivo	Moderada a íngreme	Rampas acentuadas e ausência de feições rítmicas próximas da face praial, com baixo gradiente de inclinação no restante da antepraia	Cúspides na face da praia e bermas bem desenvolvidas com cristas acentuadas
Intermediário terraço de maré baixa	Plana a suavemente inclinada	Plana e com feições rítmicas sutis ou pouco significativas	Plana, podendo apresentar cúspides de preamar e bermas desenvolvidas
Intermediário bancos transversais	Suave junto aos bancos e moderada junto às cavas	Bancos arenosos dispostos de forma transversal e/ou perpendicular à linha de costa, sendo que suas pontas podem se unir à face da praia	Cúspides, megacúspides e embaixamentos na face da praia, com bermas bem desenvolvidas e crista evidente
Intermediário banco e praia de cúspides	Suave junto aos bancos e moderada junto às cavas	Cúspides e mega-cúspides, sendo as barras dispostas em forma crescente em direção à costa, separadas por calhas	Cúspides, megacúspides e embaixamentos na face da praia, com bermas bem desenvolvidas e crista evidente
Intermediário banco e calha longitudinal	Moderada	Banco e calha dispostos de forma longitudinal à costa	Cúspides e mega-cúspides, com bermas bem desenvolvidas e crista evidente
Dissipativo	Plana a suavemente inclinada	Plana a suavemente inclinada, podendo apresentar entre dois e cinco bancos arenosos	Ausência de feições rítmicas e de crista de berma, apresentando declividade plana à suavemente inclinada

Quadro 3 – Síntese das principais características morfológicas observadas em cada um dos seis estágios morfodinâmicos do modelo sequencial evolutivo proposto por Wright e Short (1984).

Após as análises individuais sobre os mapas, as informações foram compiladas através de sobreposições, em ambiente CAD, utilizando-se ferramentas de aplicativos do *software* AutoCad (AUTODESK, 2007). Estas sobreposições dos produtos de análise tridimensional permitiram a determinação de diferentes assembleias de características morfológicas, fator que propiciou a determinação de conjuntos de dados categóricos correlacionados, permitindo a identificação de compartimentos morfológicos distintos ao longo do arco praial dos Naufragados durante o período monitorado.

Esta delimitação foi efetuada a partir do conjunto formado pela sobreposição entre as assembleias morfológicas evidenciadas, sobretudo, no pós-praia (ver implicações com relação às morfologias da antepraia, mencionado anteriormente).

O limite de cada compartimento foi definido a partir da identificação da ocorrência dos conjuntos de assembléias morfológicas. Sobre a curva de nível 0,0 m de cada campanha foi determinado o ponto máximo de extensão destes conjuntos, sendo este ponto denominado de nó do compartimento. A partir do nó foi traçado, de forma perpendicular à linha de costa, o limite de cada compartimento, estendendo-se até a curva de nível de 2,0 m de cada campanha, adotada nesta análise como limite interno do sistema emerso da praia dos Naufragados.

4.5.4 Setorização do arco praial – análise bidimensional (2D) x análise tridimensional (3D)

A setorização morfodinâmica da praia dos Naufragados foi efetuada mediante o cruzamento de informações obtidas pelas análises bidimensionais e tridimensionais, sobretudo, pela determinação dos estágios morfodinâmicos e dos compartimentos morfológicos ocorrentes ao longo do arco praial.

As análises bidimensionais sobre os perfis monitorados serviram para a determinação dos estágios morfodinâmicos ocorrentes na praia. Para cada campanha de monitoramento realizada, foram elaboradas, ainda, análises qualitativas e quantitativas sobre a determinação das características morfológicas típicas de cada estágio morfodinâmico do modelo sequencial evolutivo proposto por Wright e Short (1984) que, tomadas em conjunto, formam assembleias categóricas de compartimentos morfológicos.

Após estas identificações, passou-se a determinação e extrapolação das máximas e mínimas extensões destes compartimentos morfológicos ao longo da praia dos Naufragados, baseando-se em análises quantitativas sobre as ocorrências destes diferentes compartimentos em cada uma das seis campanhas de monitoramento realizadas.

A associação entre os estágios morfodinâmicos (determinados através das análises dos perfis praias) e os limites de mínima e máxima extensão de ocorrência dos compartimentos morfológicos, a partir da identificação dos diferentes padrões de comportamento ocorrentes em cada uma das seis campanhas de monitoramento, propiciaram a setorização do arco praial dos Naufragados de acordo com os diferentes estágios morfodinâmicos identificados no decorrer do período estudado.

5 RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados referentes às observações atmosféricas e hidrodinâmicas, aos aspectos granulométricos e morfológicos, incluindo as análises bidimensionais e tridimensionais efetuadas sobre o arco praiial dos Naufragados.

5.1 ASPECTOS ATMOSFÉRICOS E HIDRODINÂMICOS OBSERVADOS

As principais características dos parâmetros atmosféricos e hidrodinâmicos atuantes na morfodinâmica praiial, como incidência, tipos de quebra, altura significativa e período das ondas; sentido e velocidade das correntes litorâneas; e, direções e intensidades dos ventos, foram observadas *in loco*, através dos métodos empíricos e visuais descritos anteriormente, sendo os resultados expressos e discutidos a seguir.

5.1.1 Ondas: direção de propagação, tipos de quebra, altura significativa e período

A praia dos Naufragados está sujeita ao padrão dominante de propagação de ondas, a exemplo das demais praias da Ilha de Santa Catarina. No entanto, o ângulo de incidência sobre a praia ocorre de forma diferenciada, sendo controlado por processos locais de refração e, principalmente, de difração destas ondas. Nestes termos, devido aos objetivos deste trabalho e visando a simplificação das análises, não foram determinados os ângulos de incidência das ondas nos perfis praiiais.

Na Tabela 5 apresentam-se os dados referentes às observações de direção de propagação, tipos de arrebatamento, alturas significativas e períodos de ondas durante as campanhas de monitoramento efetuadas, segundo a metodologia de coleta de dados expressa anteriormente.

No que se refere aos perfis analisados, no perfil 1, a altura significativa média das ondas durante o período de monitoramento foi de 0,27 m (alturas significativas mínimas, máximas e desvio padrão de 0,1 m, 0,4 m e 0,1 m), com arrebentação predominantemente deslizante. No perfil 2, a altura significativa média das ondas passou para 0,42 m (alturas significativas mínimas, máximas e desvio padrão de 0,2 m, 0,5 m e 0,12 m), com arrebentação variando entre deslizante e mergulhante. Porém, no perfil 3, a altura significativa média das ondas atingiu 0,75 m (alturas significativas mínimas, máximas e desvio padrão de 0,3 m, 1,5 m e 0,45 m), sendo a arrebentação, predominantemente, mergulhante.

Tabela 5 – Dados referentes às observações de direção de propagação, tipos de arrebentação, alturas significativas e períodos de ondas durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Campanha	Perfil	Direção de propagação	Tipo de arrebentação	Altura significativa – H_b (m)	Período (s)
1 (15/12/2007)	1	Leste	Deslizante	0,1	8
	2	Leste	Mergulhante	0,2	8
	3	Leste	Mergulhante	0,3	8
2 (23/02/2008)	1	Leste	Mergulhante	0,3	8,5
	2	Leste	Mergulhante	0,5	8,5
	3	Leste	Mergulhante	0,8	8,5
3 (10/05/2008)	1	Sul	Deslizante	0,2	6,5
	2	Sul	Deslizante	0,4	6
	3	Sul	Deslizante	0,4	6,5
4 (26/07/2008)	1	Sul	Mergulhante	0,4	10
	2	Sul	Mergulhante	0,5	10
	3	Sul	Mergulhante	1,5	10
5 (11/10/2008)	1	Leste	Deslizante	0,3	12
	2	Leste	Deslizante	0,4	12
	3	Leste	Mergulhante	1	12
6 (22/12/2008)	1	Leste	Deslizante	0,3	8,5
	2	Leste	Deslizante	0,5	8,5
	3	Leste	Mergulhante	0,5	8,5

5.1.2 Ventos: direções e intensidades

Na Tabela 6 apresentam-se os dados referentes às observações de direção e intensidade estimada dos ventos durante as campanhas de monitoramento efetuadas, segundo a metodologia de coleta de dados expressa anteriormente.

Tabela 6 – Dados referentes às observações de direção e intensidade dos ventos durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Campanha	Perfil	Direção	Intensidade
1 (15/12/2007)	1	Sudeste/Leste	Fraco
	2	Nordeste	Fraco
	3	Nordeste	Fraco
2 (23/02/2008)	1	Sudeste/Sul	Fraco
	2	Sul	Moderado
	3	Sul	Forte
3 (10/05/2008)	1	Sul	Moderado
	2	Sul	Forte
	3	Sul	Forte
4 (26/07/2008)	1	Nordeste	Fraco
	2	Nordeste	Moderado
	3	Nordeste	Moderado
5 (11/10/2008)	1	Nordeste	Fraco
	2	Nordeste	Fraco
	3	Nordeste	Fraco
6 (22/12/2008)	1	Nordeste/Leste	Fraco
	2	Leste	Moderado
	3	Leste	Moderado

Predominaram três padrões de direções dos ventos durante o período de monitoramento, sendo os de nordeste, de fraca intensidade, os mais comuns, correspondendo a 50% dos casos observados no decorrer do monitoramento e estando associados ao Anticiclone Semipermanente do Atlântico Sul, centro de formação da Massa Tropical Atlântica, conforme Monteiro e Furtado (1995).

Na sequência, figuram os ventos provenientes de sul, com intensidades de moderada a forte, em 27,78% dos casos observados, estando associadas às passagens de frentes frias. Nos outros 22,22% dos casos, foram observados ventos provenientes de sudeste – leste, com intensidades de moderada a fraca.

Foram observadas três alterações nas direções de ventos decorridas durante os trabalhos de campo das campanhas de monitoramento, todas próximas ao período do meio-dia, sendo que, a inversão ocorrente na segunda campanha, efetuada em 23 de fevereiro de 2008, esteve relacionada a entrada de um sistema frontal proveniente de sul que provocou um quadro de instabilidade.

5.1.3 Correntes: sentidos e velocidades

Na Tabela 7 apresentam-se os dados referentes às observações relacionadas às correntes, principalmente as de deriva litorânea, com os sentidos e velocidades observadas durante as campanhas de monitoramento efetuadas, segundo a metodologia de coleta de dados expressa anteriormente.

Tabela 7 – Dados referentes aos sentidos e velocidades das correntes de deriva litorânea observadas durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Campanha	Perfil	Sentido	Velocidade (m/s)
1 (15/12/2007)	1	Leste / Oeste	0,05
	2	Leste / Oeste	0,17
	3	Leste / Oeste	0,31
2 (23/02/2008)	1	Leste / Oeste	0,06
	2	Leste / Oeste	0,05
	3	Oeste / Leste	0,24
3 (10/05/2008)	1	Leste / Oeste	0,03
	2	Oeste / Leste	0,07
	3	Leste / Oeste	0,16
4 (26/07/2008)	1	Oeste / Leste	0,08
	2	Oeste / Leste	0,64
	3	Oeste / Leste	1,01
5 (11/10/2008)	1	Oeste / Leste	0,08
	2	Leste / Oeste	0,14
	3	Oeste / Leste	0,27
6 (22/12/2008)	1	Leste / Oeste	0,58
	2	Leste / Oeste	0,36
	3	Leste / Oeste	0,28

Devido à orientação do arco praiar, que se dispõe de leste para oeste, observou-se um equilíbrio entre os dois sentidos possíveis de correntes litorâneas durante o período de monitoramento, sendo que predominou as correntes com sentido leste – oeste em 61,11% dos perfis investigados, com média de velocidade de 0,2 m/s, com variações de mínima e máxima velocidades de 0,03 m/s e 0,58 m/s (desvio padrão de 0,17 m/s).

As correntes com sentido oeste – leste, no entanto, foram as mais intensas, apresentando as maiores médias de velocidade e o maior valor estimado, com 0,34 m/s e 1,01 m/s (corrente forte), respectivamente. As velocidades mínimas e máximas variaram de 0,07 m/s a 1,01 m/s (desvio padrão de 0,36 m/s).

Em algumas campanhas, foram observadas a ocorrência de correntes de retorno nas porções central e oeste da praia, principalmente, nas campanhas 2, 3 e 4, associadas à ondulações provenientes de sul.

5.1.4 Ocorrência de eventos de alta energia hidrodinâmica

Os eventos de alta energia hidrodinâmica ou “ressacas”, como são popularmente conhecidos, decorrem da atuação das ondas de tempestade que, por sua vez, são responsáveis pela geração de marés meteorológicas que desencadeiam efeitos expressos, geralmente, por eventos erosivos na zona costeira.

Na região Sudeste do Brasil, os eventos de alta energia hidrodinâmica são comuns em diversas épocas do ano, sendo historicamente mais intensos nos meses de outono e inverno, justamente, devido à maior intensidade das massas polares atuantes na dinâmica atmosférica, ocasionando passagens de frentes de instabilidade que provocam grandes ondas de tempestade e marés meteorológicas associadas.

Na praia dos Naufragados, durante o período de monitoramento, foram registradas quatro eventos de alta energia hidrodinâmica, conforme descrição apresentada na Tabela 8. Pode-se considerar que estes eventos ocorreram em dois períodos, sendo os três primeiros associados ao meio do outono (quando as temperaturas começam a apresentar queda mais acentuada) e, o último, ao final do inverno (quando as temperaturas começam a se elevar). Comparado a anos anteriores, considera-se que o período monitorado apresentou uma média baixa de eventos desta natureza, principalmente no que se refere à intensidade, que pode ser avaliada pelas alterações morfológicas imputadas no arco praiial.

A Foto 18 apresenta registro da passagem dos três primeiros e sucessivos eventos de alta energia hidrodinâmica, onde se pode confirmar o baixo grau de alterações morfológicas imputadas na porção emersa da praia dos Naufragados.

Tabela 8 – Descrição dos eventos de alta energia hidrodinâmica registrados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Evento	Início	Ápice	Término	Grau de alteração morfológica
Evento 1	22/04/2008	24/04/2008	25/04/2008	Incipiente
Evento 2	26/04/2008	27/04/2008	28/04/2008	Incipiente
Evento 3	01/05/2008	04/05/2008	06/05/2008	Incipiente
Evento 4	05/09/2008	06/09/2008	07/09/2008	Baixa



Foto 18 – Vista geral do acúmulo de minerais pesados na praia dos Naufragados, formados pela ação de ondas de tempestade após os três primeiros eventos de alta energia hidrodinâmica registrados. Este acúmulo apresentou-se em forma de uma faixa contínua, com largura variando em torno de 10 m em toda a extensão da praia, a partir da base da duna frontal em direção a linha de costa.

Foto: Alexandre Felix (10/05/2008).

De modo geral, apesar de verificada pequenas alterações morfológicas na praia, as principais evidências dos eventos de alta energia hidrodinâmica observados foram as concentrações de minerais pesados no pós-praia. Estas concentrações são formadas pela ação de ondas de tempestade, que intensificam a energia do espraiamento (*swash*). À medida que esta energia diminui, os minerais pesados se precipitam antes da fração de minerais leves, que continuam em suspensão e retornam ao mar pelo refluxo (*backwash*).

Este mecanismo de segregação pela densidade específica proporciona a concentração de lâminas de minerais pesados e o conseqüente acúmulo, indicando, ainda, o nível do espriamento durante o evento erosivo.

5.2 ASPECTOS GRANULOMÉTRICOS

Neste item serão apresentadas as características que identificam o comportamento transversal (por perfil, na base da duna frontal, pós-praia, estirâncio e antepraia superior) e longitudinal (zonas morfológicas ao longo do arco praial) das assembleias granulométricas dos sedimentos ocorrentes na praia dos Naufragados.

Constituídos por grãos de granulometria composta, essencialmente, por areias finas e de coloração esbranquiçada, os sedimentos praias em Naufragados são compostos por minerais félsicos, com pequena fração de minerais máficos. Dentre os minerais félsicos, predomina o quartzo, seguido de feldspato e micas (muscovita). Com relação aos minerais máficos, observam-se teores diversificados de concentração ao longo das zonas praias, sendo formados, principalmente, pela ilmenita, com presença marcante de minerais magnéticos (FELIX *et al.*, 2001). Observam-se, ainda, ocorrências variadas de carbonatos biodetríticos derivados de fragmentos de conchas calcáreas.

5.2.1 Características granulométricas dos perfis monitorados

5.2.1.1 Perfil 1

Os parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica das amostras de sedimentos coletadas no perfil 1 encontram-se apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica das amostras de sedimentos coletadas no perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Campanha	Amostra	Mz (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg	Classificação			
						Média	Seleção	Assimetria	Curtose
1 (15/12/2007)	P1d	2,65	0,34	-0,12	1,33	Areia fina	Muito bem	Negativa	Leptocúrtica
	P1p	2,63	0,29	-0,22	0,99	Areia fina	Muito bem	Negativa	Mesocúrtica
	P1e	2,59	0,49	-0,37	1,67	Areia fina	Bem	Muito negativa	Leptocúrtica
	P1a	2,30	0,56	-0,12	1,39	Areia fina	Moderadamente	Negativa	Leptocúrtica
2 (23/02/2008)	P1d	2,66	0,34	-0,13	1,36	Areia fina	Muito bem	Negativa	Leptocúrtica
	P1p	2,68	0,31	-0,09	1,32	Areia fina	Muito bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P1e	2,64	0,38	-0,15	1,28	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
	P1a	2,33	0,58	-0,08	1,79	Areia fina	Moderadamente	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
3 (10/05/2008)	P1d	2,70	0,39	0,00	1,28	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P1p	2,65	0,30	-0,17	1,17	Areia fina	Muito bem	Negativa	Leptocúrtica
	P1e	2,66	0,43	-0,24	1,69	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
	P1a	2,17	0,48	-0,15	1,29	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
4 (26/07/2008)	P1d	2,67	0,37	-0,08	1,49	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P1p	2,57	0,33	-0,09	0,81	Areia fina	Muito bem	Aprox. simétrica	Platicúrtica
	P1e	2,58	0,48	-0,46	1,65	Areia fina	Bem	Muito negativa	Leptocúrtica
	P1a	2,39	0,65	-0,44	1,22	Areia fina	Moderadamente	Muito negativa	Leptocúrtica
5 (11/10/2008)	P1d	2,64	0,39	-0,06	1,56	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P1p	2,67	0,26	-0,23	1,09	Areia fina	Muito bem	Negativa	Mesocúrtica
	P1e	2,61	0,37	-0,06	0,98	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Mesocúrtica
	P1a	2,55	0,38	0,00	0,88	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Platicúrtica
6 (22/12/2008)	P1d	2,76	0,36	0,07	1,43	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P1p	2,76	0,29	0,04	1,42	Areia fina	Muito bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P1e	2,72	0,43	-0,12	1,50	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
	P1a	2,47	0,59	-0,36	1,24	Areia fina	Moderadamente	Muito negativa	Leptocúrtica

Onde: d = duna frontal; p = pós-praia; e = estirâncio; a = antepraia superior.

No perfil 1, predominam areias finas, com diâmetro médio do grão (Mz) de 2,58 Ø. Com relação à seleção, predominam as amostras bem selecionadas em 50% dos casos, sendo 33,34% classificadas como muito bem selecionadas e 16,66% como moderadamente selecionadas, onde o valor médio do desvio padrão (Dp) foi de 0,41 Ø, sendo os menores e maiores valores, respectivamente, de 0,26 Ø para amostras muito bem selecionadas e 0,65 Ø para amostras moderadamente selecionadas.

No que se refere à assimetria (Ski), o valor médio determinado foi de -0,15, sendo que 41,67% das amostras apresentam-se como aproximadamente simétricas, enquanto que outros 41,67% possuem assimetria negativa e 16,66%, assimetria muito negativa. Nestes termos, como predominam os casos em que a cauda da distribuição tende para a esquerda, observa-se, portanto, uma tendência das amostras assimétricas para as classes de sedimentos mais finos.

Quanto à distribuição, predominam as amostras unimodais, onde 79,17% dos casos são classificadas como leptocúrticas, 12,50% são mesocúrticas e outros 8,33% são platicúrticas. O valor médio determinado para a Kg foi de 1,33.

Na base da duna frontal, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a 2,68 Ø, Dp médio de 0,36 Ø e grau de seleção variando de bem a muito bem selecionado, indicando elevada maturidade granulométrica das partículas sedimentares. A Ski das amostras variou entre aproximadamente simétrica e assimetria negativa, significando, portanto, pouca fração de sedimentos grossos nas amostras. Quanto à Kg, as amostras são essencialmente leptocúrticas, indicando poucas classes granulométricas, conforme pode ser observado nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 21, onde se constatam amostras unimodais com predominância da classe 3 Ø.

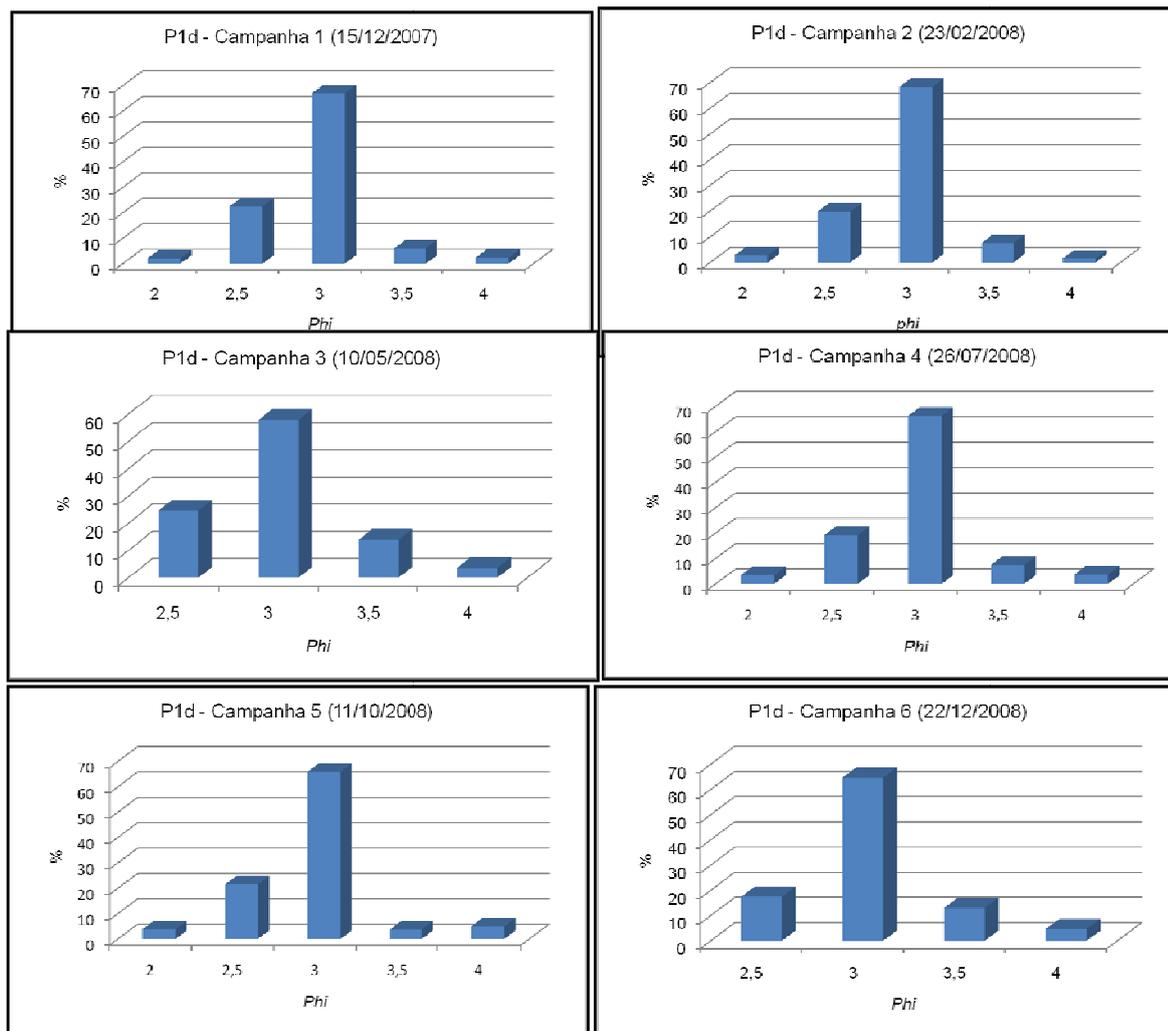


Figura 21 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na base da duna do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

No pós-praia, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a $2,66 \text{ } \emptyset$, Dp médio de $0,30 \text{ } \emptyset$ e grau de seleção muito bem selecionados, indicando, da mesma forma que na base da duna frontal, elevada maturidade granulométrica das partículas sedimentares. A Ski das amostras, a exemplo das amostras da base da duna frontal, variou entre aproximadamente simétrica e assimetria negativa. Quanto à Kg , observou-se uma ampla variação na distribuição granulométrica, ocorrendo amostras leptocúrticas, mesocúrticas e platicúrticas, conforme pode ser observado nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 22, onde se constata amostras unimodais, com predominância das classes $2,5$ e $3 \text{ } \emptyset$.

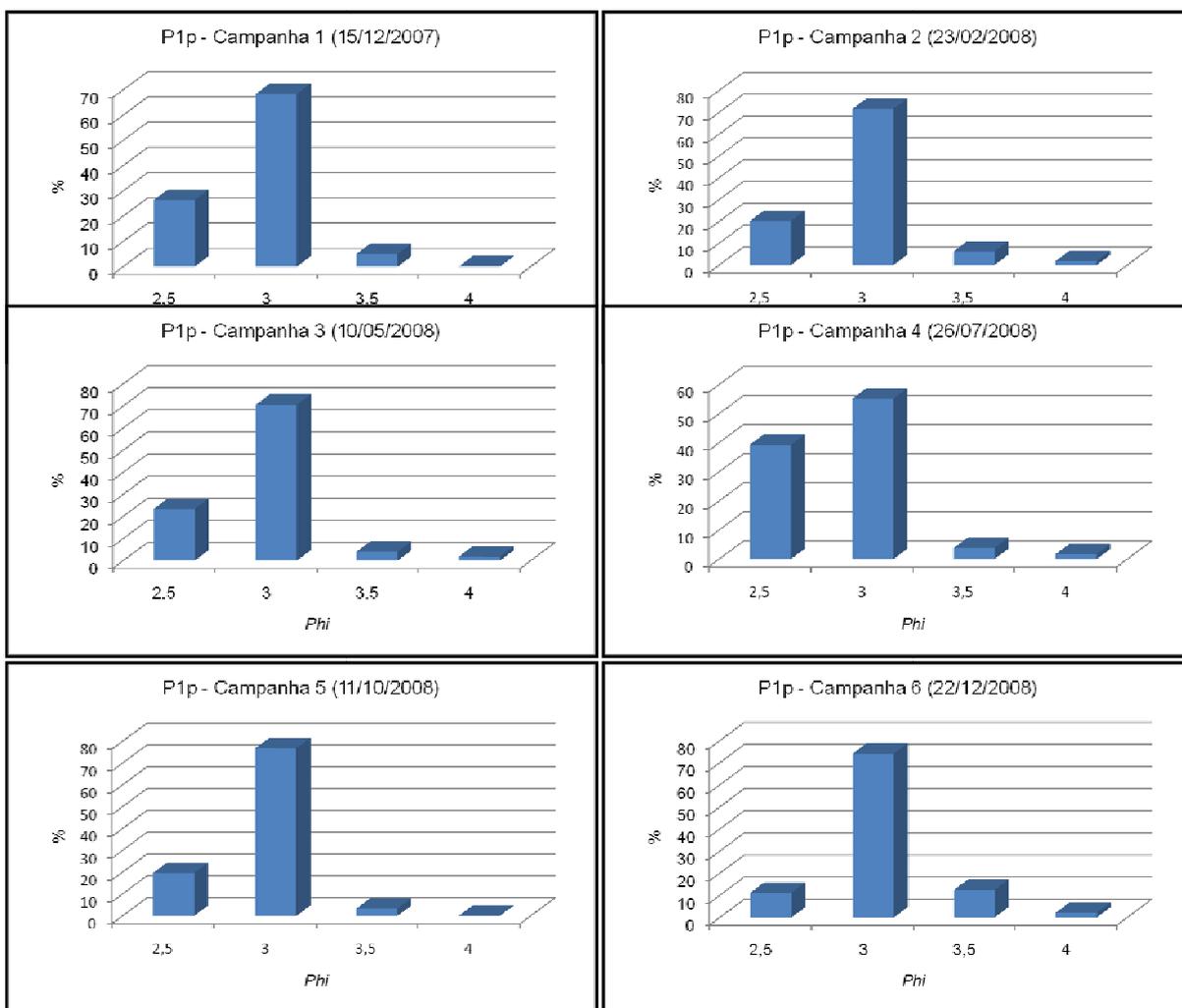


Figura 22 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no pós-praia do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

No estirâncio, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a $2,63 \text{ } \emptyset$, Dp médio de $0,43 \text{ } \emptyset$ e grau de seleção bem selecionados. A Ski das amostras variou entre aproximadamente simétrica a assimetria muito negativa. Quanto à Kg , observou-se uma variação na distribuição granulométrica, ocorrendo amostras leptocúrticas e mesocúrticas, conforme pode ser observado nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 23, onde se constata amostras unimodais, com predominância das classes $2,5$ e $3 \text{ } \emptyset$.

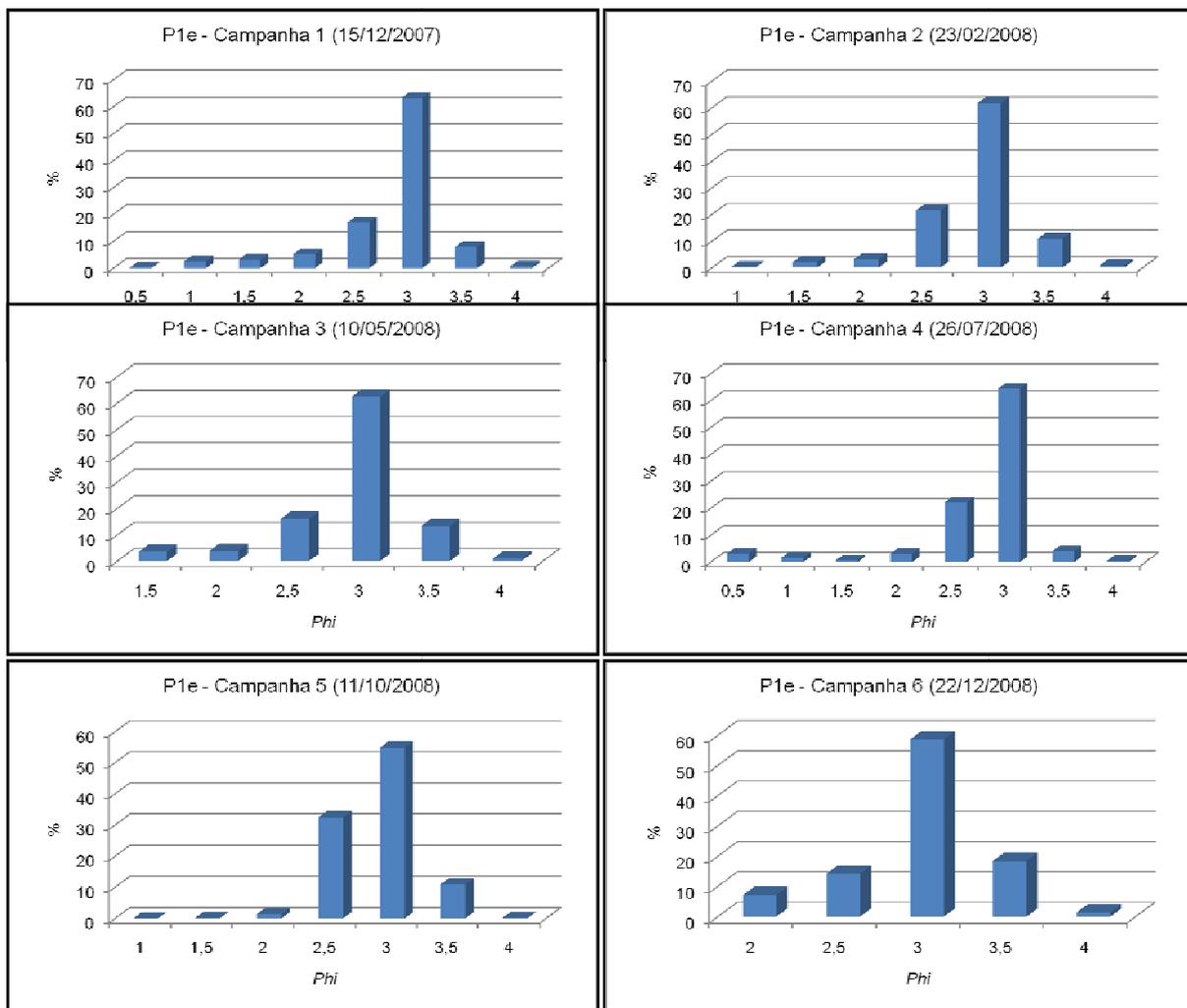


Figura 23 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no estirâncio do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Na antepraia, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a $2,37 \text{ } \emptyset$, Dp médio de $0,54 \text{ } \emptyset$ e grau de seleção variando de moderadamente a bem selecionados. A Ski das amostras da antepraia do perfil 1 variou entre aproximadamente simétrica a muito negativa. Quanto à Kg , observou-se uma variação na distribuição granulométrica, ocorrendo amostras leptocúrticas e platicúrticas, conforme pode ser observado nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 24, onde se constata amostras unimodais, com predominância das classes $2,5$ e $3 \text{ } \emptyset$.

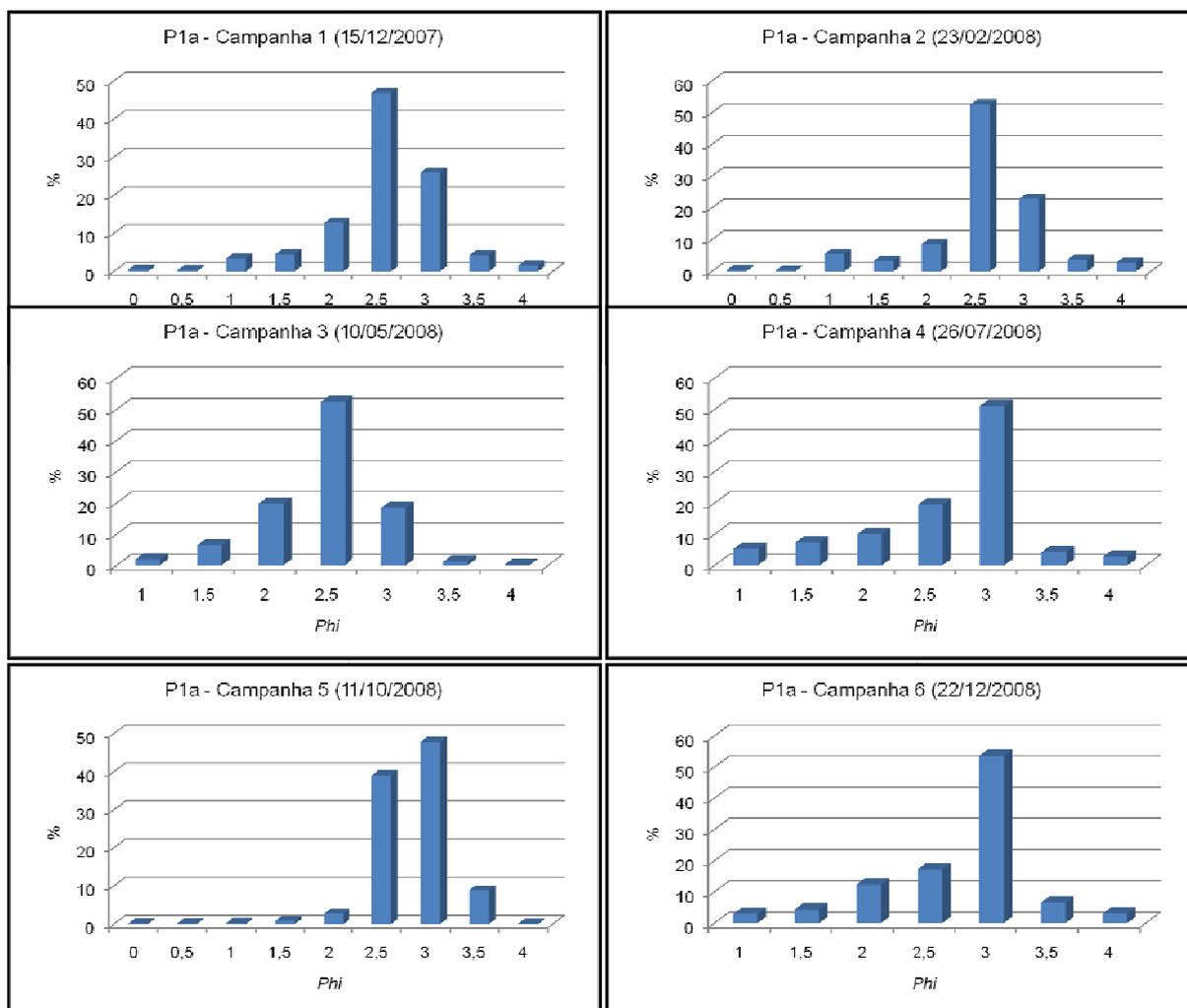


Figura 24 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na antepraia do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

5.2.1.2 Perfil 2

Os parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica das amostras de sedimentos coletadas no perfil 2 são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica das amostras de sedimentos coletadas no perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Campanha	Amostra	Mz (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg	Classificação			
						Média	Seleção	Assimetria	Curtose
1 (15/12/2007)	P2d	2,69	0,34	-0,03	1,44	Areia fina	Muito bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P2p	2,64	0,35	-0,17	1,33	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
	P2e	2,56	0,56	-0,44	1,84	Areia fina	Moderadamente	Muito negativa	Leptocúrtica
	P2a	2,19	0,56	-0,21	1,63	Areia fina	Moderadamente	Negativa	Leptocúrtica
2 (23/02/2008)	P2d	2,83	0,41	0,23	1,71	Areia fina	Bem	Positiva	Leptocúrtica
	P2p	2,62	0,34	-0,20	1,11	Areia fina	Muito bem	Negativa	Mesocúrtica
	P2e	2,60	0,38	-0,24	1,19	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
	P2a	2,26	0,55	-0,18	1,42	Areia fina	Moderadamente	Negativa	Leptocúrtica
3 (10/05/2008)	P2d	2,74	0,33	0,05	1,51	Areia fina	Muito bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P2p	2,68	0,34	-0,07	1,30	Areia fina	Muito bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P2e	2,56	0,56	-0,43	1,74	Areia fina	Moderadamente	Muito negativa	Leptocúrtica
	P2a	2,39	0,65	-0,40	1,15	Areia fina	Moderadamente	Muito negativa	Leptocúrtica
4 (26/07/2008)	P2d	2,83	0,39	0,23	1,68	Areia fina	Bem	Positiva	Leptocúrtica
	P2p	2,67	0,31	-0,15	1,27	Areia fina	Muito bem	Negativa	Leptocúrtica
	P2e	2,66	0,42	-0,18	1,52	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
	P2a	2,30	0,43	-0,07	1,26	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
5 (11/10/2008)	P2d	2,88	0,42	0,30	1,70	Areia fina	Bem	Muito positiva	Leptocúrtica
	P2p	2,59	0,34	-0,36	1,11	Areia fina	Muito bem	Muito negativa	Mesocúrtica
	P2e	2,32	0,33	0,11	1,34	Areia fina	Muito bem	Positiva	Leptocúrtica
	P2a	2,13	0,47	-0,23	1,41	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
6 (22/12/2008)	P2d	2,68	0,38	-0,01	1,40	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P2p	2,65	0,34	-0,12	1,32	Areia fina	Muito bem	Negativa	Leptocúrtica
	P2e	2,71	0,45	-0,22	2,00	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
	P2a	2,55	0,48	-0,27	1,29	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica

Onde: d = duna frontal; p = pós-praia; e = estirâncio; a = antepraia superior.

No perfil 2, predominam areias finas, com diâmetro médio do grão (Mz) de 2,57 Ø. Com relação à seleção, predominam as amostras bem selecionadas em 45,83% dos casos, sendo 33,34% classificadas como muito bem selecionadas e 20,83% como moderadamente selecionadas, onde o valor médio do desvio padrão (Dp) foi de 0,42 Ø, sendo os menores e maiores valores, respectivamente, de 0,31 Ø para amostras muito bem selecionadas e 0,65 Ø para amostras moderadamente selecionadas.

No que se refere à assimetria (Ski), o valor médio determinado foi de -0,13, sendo que 62,50% das amostras possuem assimetria negativa à muito negativa, enquanto que 20,83% apresentam-se como aproximadamente simétricas e outros 16,67%, possuem assimetria positiva a muito positiva. Observa-se, portanto, uma distribuição de tendências das amostras assimétricas, com predominância para as classes de sedimentos mais finos.

Quanto à distribuição, predominam as amostras unimodais, onde 91,67% dos casos são classificados como leptocúrticas e 8,33%, como mesocúrticas. O valor médio determinado para a Kg foi de 1,44.

Na base da duna frontal, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a 2,77 Ø, Dp médio de 0,38 Ø e grau de seleção variando de bem a muito bem selecionado. A Ski das amostras variou entre aproximadamente simétrica e muito positiva. Quanto à Kg, predominaram amostras leptocúrticas, indicando poucas classes granulométricas, conforme pode ser observado nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 25, onde se constata amostras unimodais com predominância da classe 3 Ø.

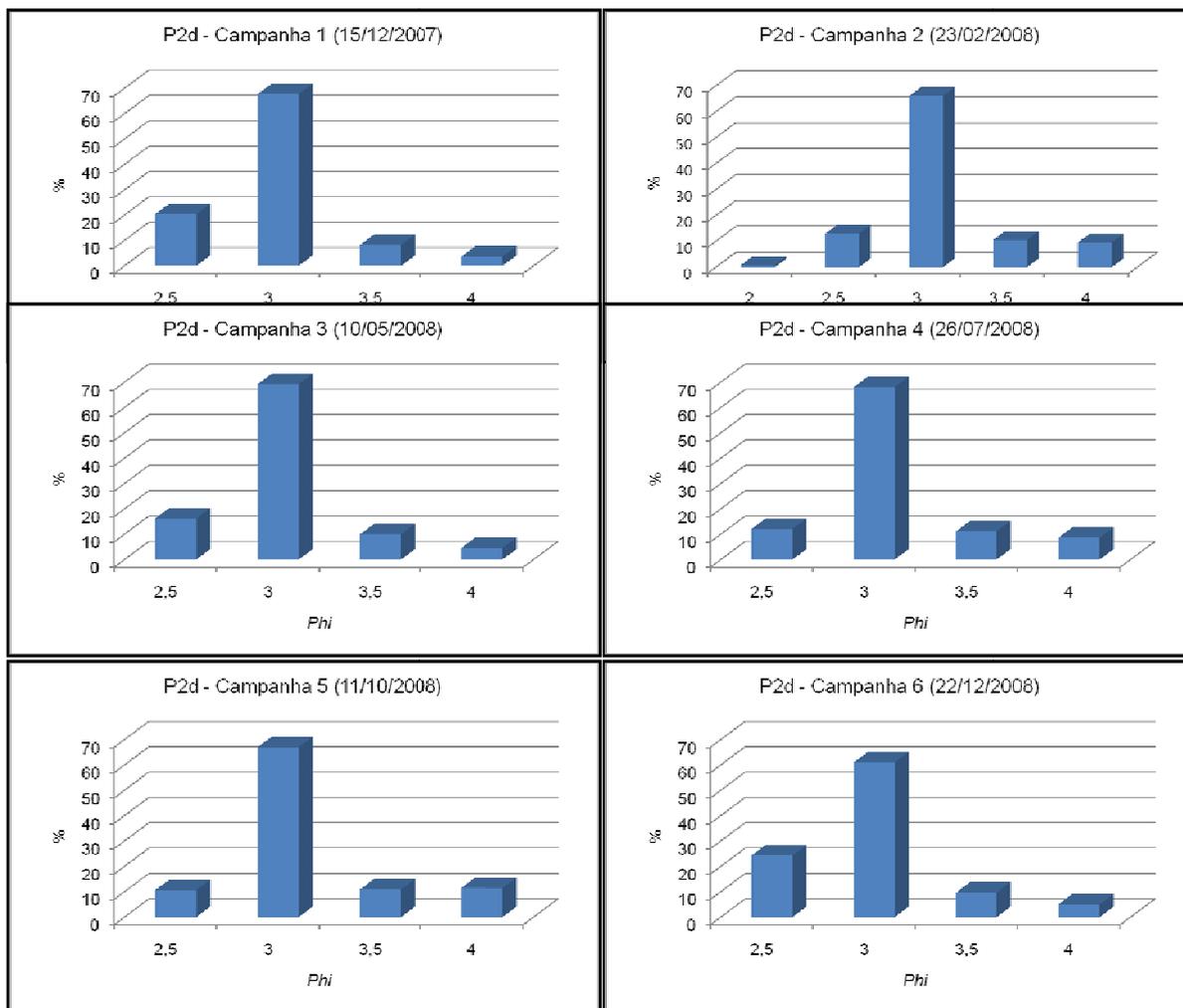


Figura 25 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na base da duna frontal do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

No pós-praia, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a $2,64 \text{ } \emptyset$, Dp médio de $0,34 \text{ } \emptyset$ e grau de seleção bem a muito bem selecionados. A Ski das amostras variou entre aproximadamente simétrica e assimetria muito negativa. Quanto à Kg , observaram-se amostras leptocúrticas e mesocúrticas, conforme pode ser observado nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 26, onde se constata amostras unimodais com predominância da classe $3 \text{ } \emptyset$.

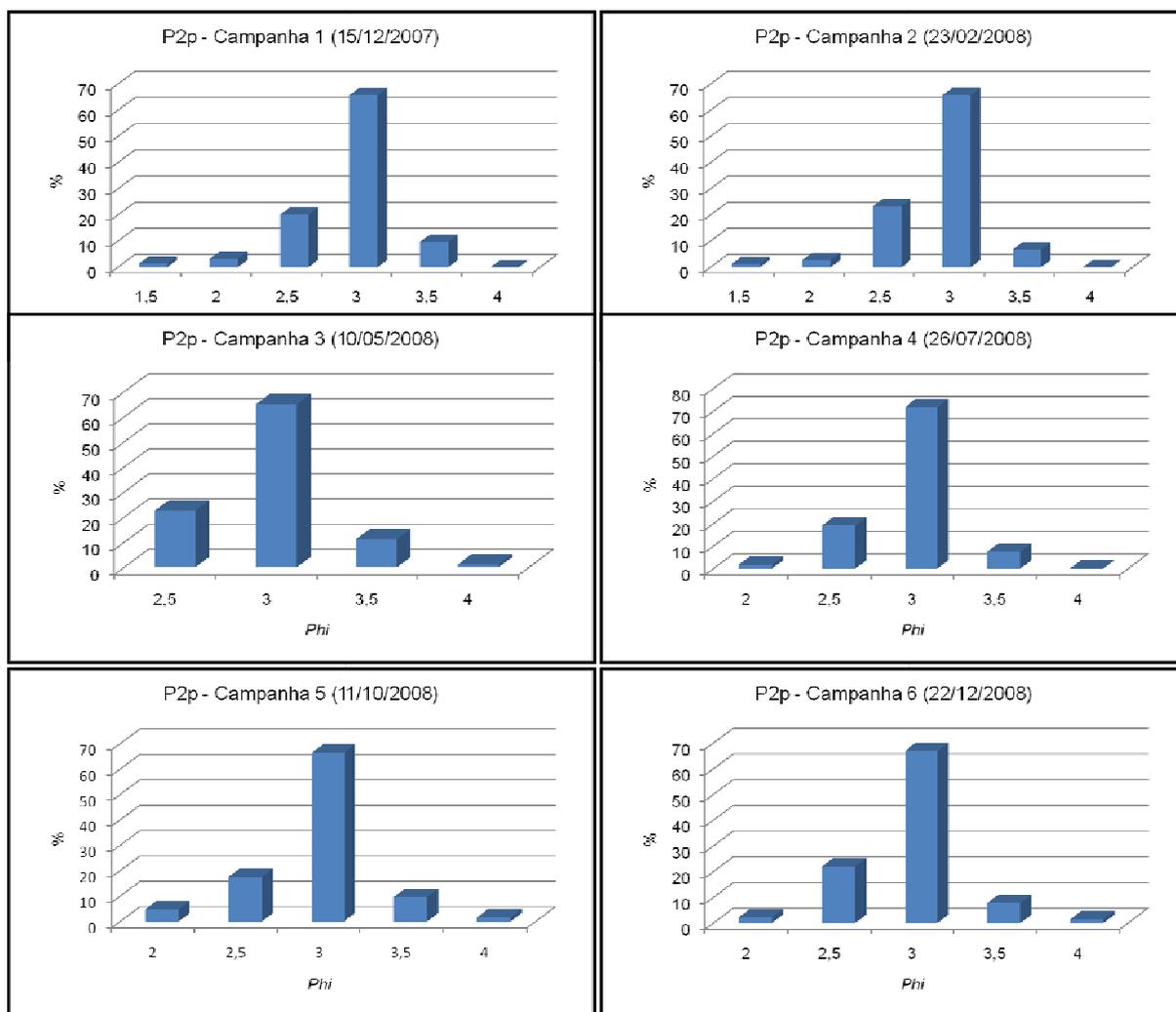


Figura 26 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no pós-praia do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

No estirâncio, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a $2,57 \text{ } \emptyset$, Dp médio de $0,45 \text{ } \emptyset$ e grau de seleção variando de moderadamente a bem selecionados. A Ski das amostras variou entre assimetria muito negativa a positiva. Quanto à Kg , as amostras apresentaram-se leptocúrticas, conforme pode ser observado nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 27, onde se constata amostras unimodais com predominância da classe $3 \text{ } \emptyset$.

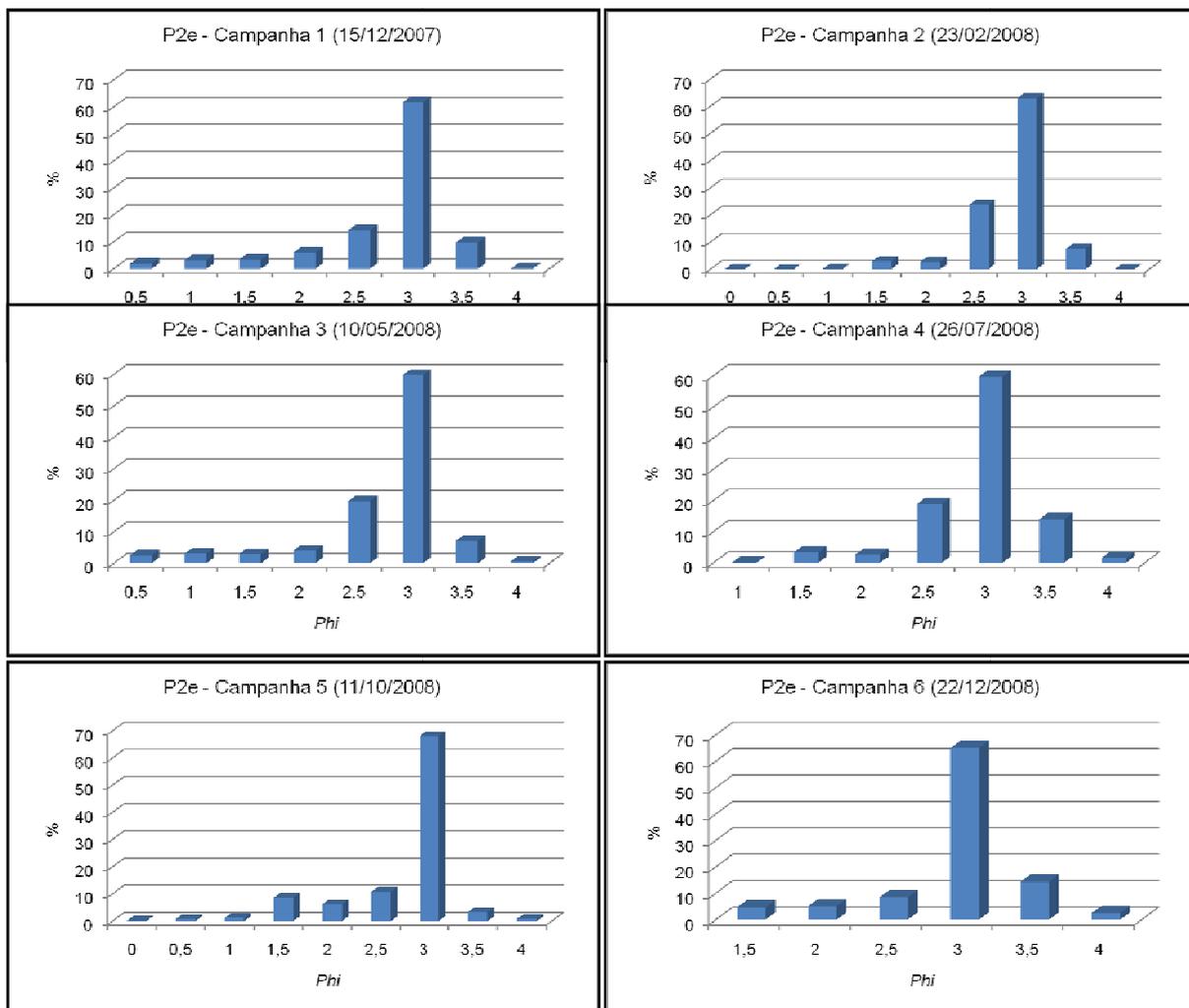


Figura 27 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no estirâncio do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Na antepraia, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a $2,30 \text{ } \emptyset$, Dp médio de $0,52 \text{ } \emptyset$ e grau de seleção variando de moderadamente a bem selecionados. A Ski das amostras variou entre aproximadamente simétrica a muito negativa. Quanto à Kg , as amostras apresentaram-se leptocúrticas, conforme pode ser observado nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 28, onde se constata amostras unimodais, com predominância das classes $2,5$ e $3 \text{ } \emptyset$.

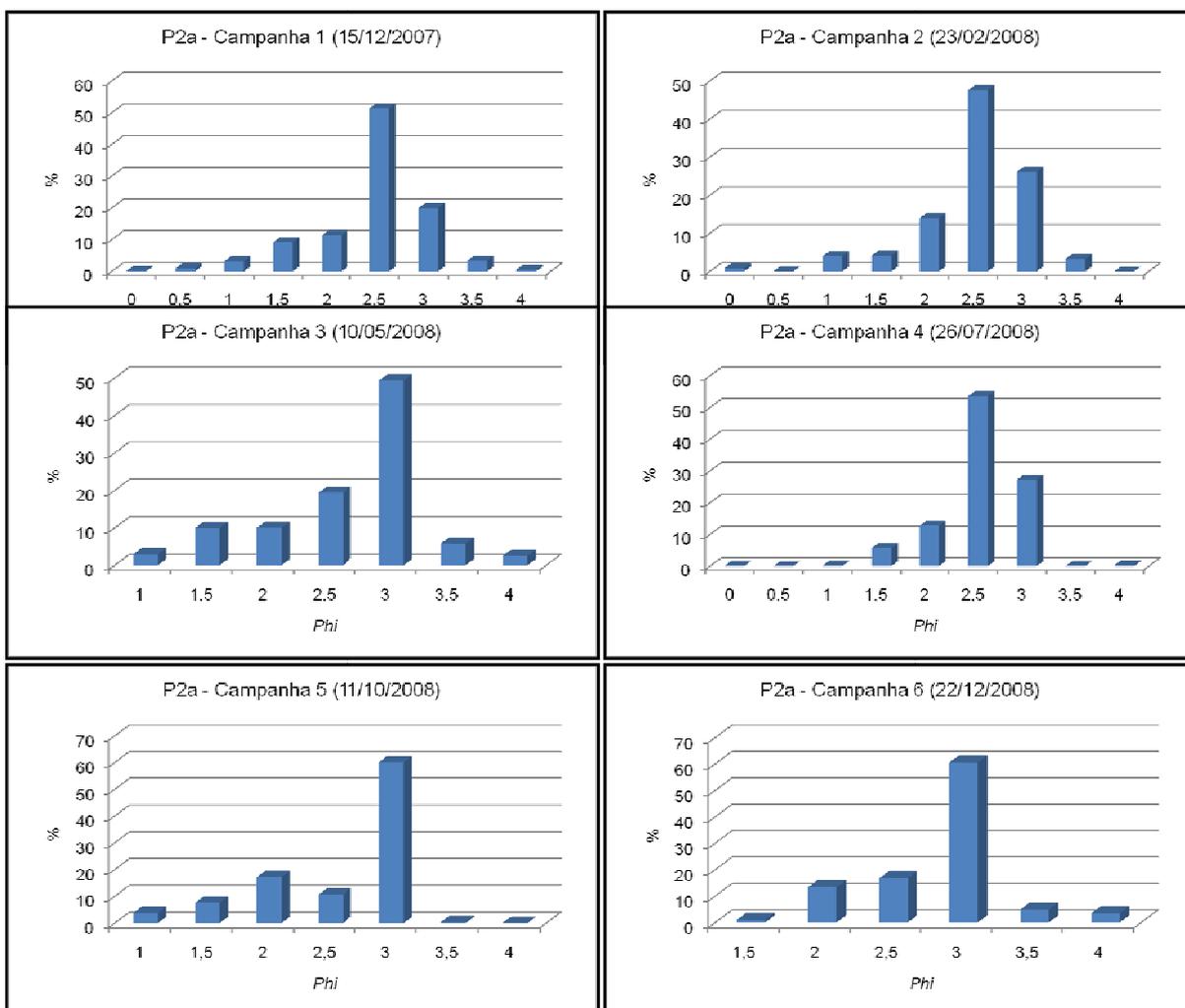


Figura 28 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na antepraia do perfil 2, durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

5.2.1.3 Perfil 3

Os parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica das amostras de sedimentos coletadas no perfil 3 encontram-se apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica das amostras de sedimentos coletadas no perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Campanha	Amostra	Mz (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg	Classificação			
						Média	Seleção	Assimetria	Curtose
1 (15/12/2007)	P3d	2,66	0,33	-0,14	1,33	Areia fina	Muito bem	Negativa	Leptocúrtica
	P3p	2,62	0,33	-0,34	1,20	Areia fina	Muito bem	Muito negativa	Leptocúrtica
	P3e	2,65	0,54	-0,19	1,39	Areia fina	Moderadamente	Negativa	Leptocúrtica
	P3a	2,12	0,49	-0,26	1,67	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
2 (23/02/2008)	P3d	2,68	0,35	-0,07	1,38	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P3p	2,65	0,29	-0,29	1,17	Areia fina	Muito bem	Negativa	Leptocúrtica
	P3e	2,59	0,61	-0,28	1,78	Areia fina	Moderadamente	Negativa	Leptocúrtica
	P3a	2,37	0,54	-0,14	1,85	Areia fina	Moderadamente	Negativa	Leptocúrtica
3 (10/05/2008)	P3d	2,69	0,34	-0,04	1,41	Areia fina	Muito bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P3p	2,62	0,34	-0,36	1,31	Areia fina	Muito bem	Muito negativa	Leptocúrtica
	P3e	2,67	0,48	-0,18	1,43	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
	P3a	2,14	0,46	-0,27	1,75	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
4 (26/07/2008)	P3d	2,71	0,36	0,01	1,65	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P3p	2,64	0,30	-0,29	1,15	Areia fina	Muito bem	Negativa	Leptocúrtica
	P3e	2,78	0,37	-0,01	1,68	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
	P3a	2,13	0,47	-0,24	1,42	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
5 (11/10/2008)	P3d	2,64	0,32	-0,23	1,25	Areia fina	Muito bem	Negativa	Leptocúrtica
	P3p	2,59	0,34	-0,36	1,11	Areia fina	Muito bem	Muito negativa	Mesocúrtica
	P3e	2,32	0,33	0,11	1,34	Areia fina	Muito bem	Positiva	Leptocúrtica
	P3a	2,12	0,47	-0,22	1,40	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
6 (22/12/2008)	P3d	2,79	0,33	0,11	1,43	Areia fina	Muito bem	Positiva	Leptocúrtica
	P3p	2,68	0,33	-0,15	1,40	Areia fina	Muito bem	Negativa	Leptocúrtica
	P3e	2,64	0,48	-0,27	1,87	Areia fina	Bem	Negativa	Leptocúrtica
	P3a	2,25	0,49	-0,10	1,63	Areia fina	Bem	Aprox. simétrica	Leptocúrtica

Onde: d = duna frontal; p = pós-praia; e = estirâncio; a = antepraia superior.

No perfil 3, predominam areias finas, com diâmetro médio do grão (Mz) de 2,53 Ø. Com relação à seleção, predominam as amostras muito bem e bem selecionadas, ambas com 87,50% dos casos, sendo 12,50% classificadas como moderadamente selecionadas, onde o valor médio do desvio padrão (Dp) foi de 0,40 Ø, sendo os menores e maiores valores, respectivamente, de 0,29 Ø para amostras muito bem selecionadas e 0,60 Ø para amostras moderadamente selecionadas.

No que se refere à assimetria (Ski), o valor médio determinado foi de -0,18, sendo que 70,84% das amostras possuem assimetria negativa a muito negativa, enquanto que 20,83% apresentam-se como aproximadamente simétricas e outros 8,33%, assimetria positiva. Observa-se, portanto, uma ampla tendência das amostras assimétricas para as classes de sedimentos mais finos, pois a cauda da distribuição tende para a esquerda (lado dos sedimentos mais grossos).

Quanto à distribuição, predominam as amostras unimodais, onde 95,84% dos casos são classificados como leptocúrticas e 4,16% são mesocúrticas. O valor médio determinado para a Kg foi de 1,46.

Na base da duna frontal, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a 2,69 Ø, Dp médio de 0,34 Ø e grau de seleção variando de bem a muito bem selecionado. A Ski das amostras apresentou ampla variação, passando de assimetria negativa para aproximadamente simétrica e assimetria positiva. Quanto à Kg das amostras do perfil 3, as mesmas são essencialmente leptocúrticas, conforme pode ser observado nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 29, onde se constata amostras unimodais com predominância da classe 3 Ø.

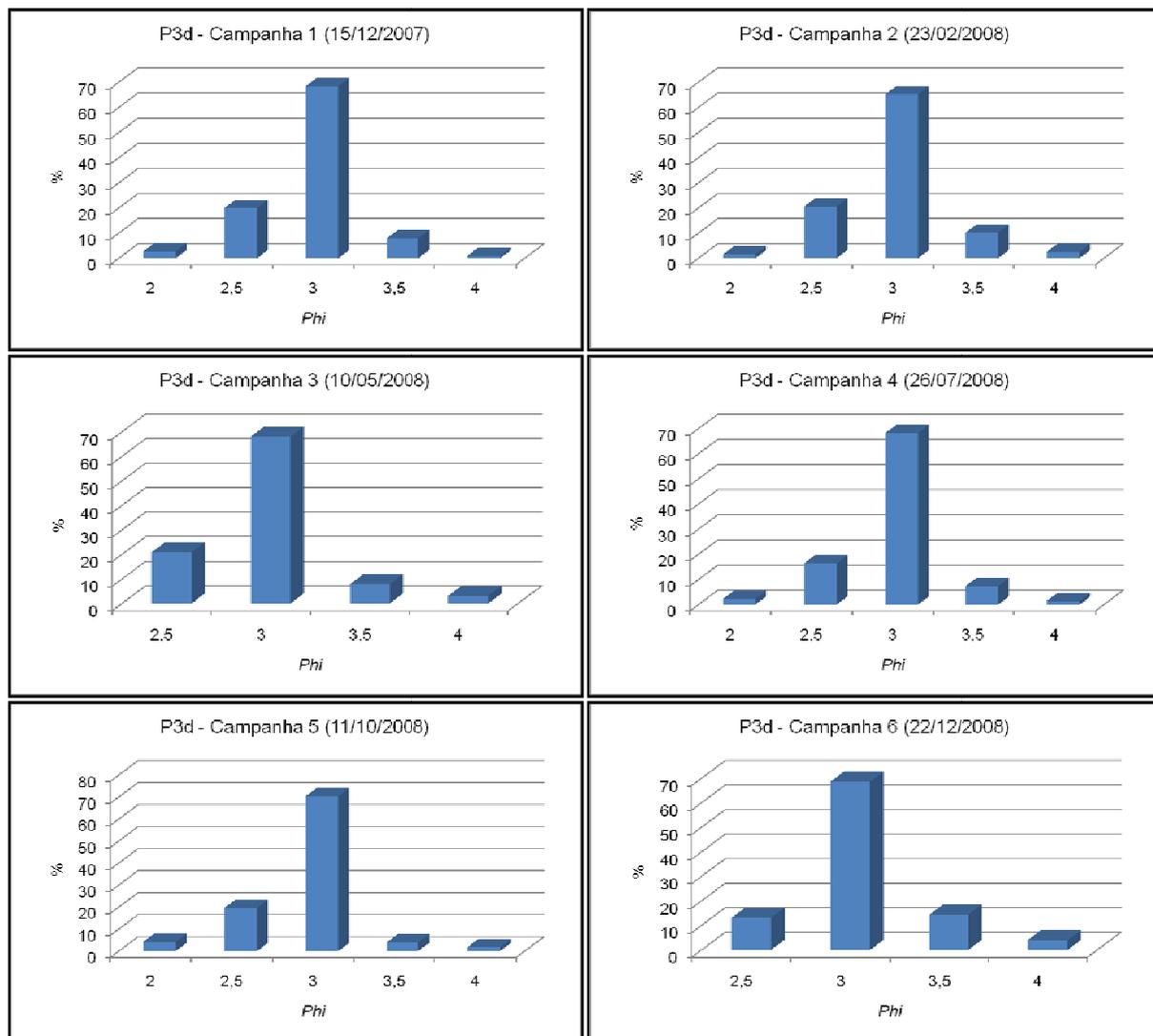


Figura 29 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na base da duna do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

No pós-praia, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a $2,63 \text{ } \emptyset$, Dp médio de $0,32 \text{ } \emptyset$ e grau de seleção muito bem selecionados. A Ski das amostras variou entre assimetria negativa a muito negativa. Quanto à Kg , observou-se uma variação na distribuição granulométrica, ocorrendo amostras leptocúrticas à mesocúrticas, conforme pode ser observado nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 30, onde se constata amostras unimodais com predominância da classe $3 \text{ } \emptyset$.

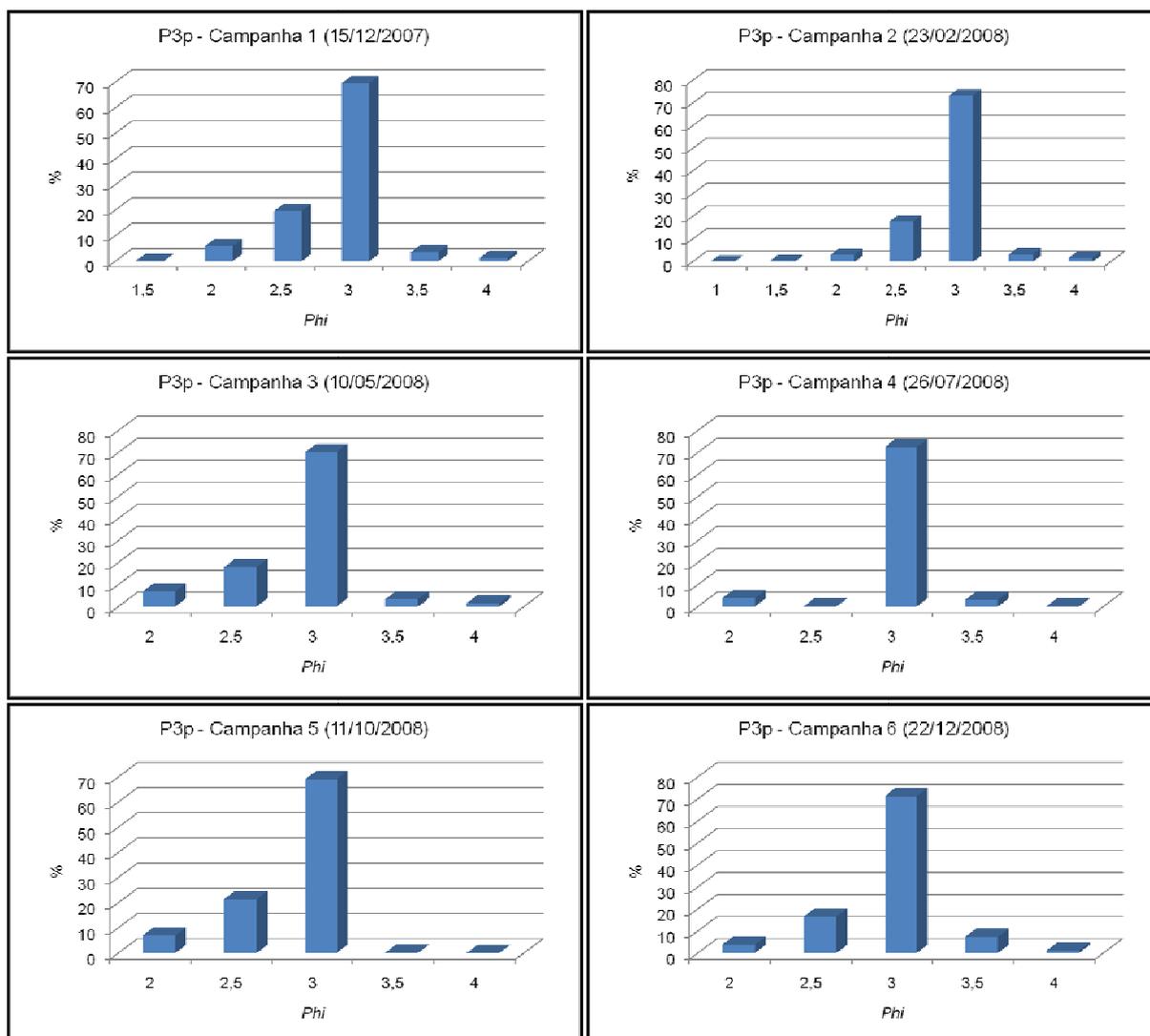


Figura 30 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no pós-praia do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

No estirâncio, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a $2,61 \text{ } \emptyset$, Dp médio de $0,47 \text{ } \emptyset$ e grau de seleção variando de moderadamente a muito bem selecionados. A Ski das amostras apresentou ampla variação, passando de assimetria positiva para aproximadamente simétrica e assimetria negativa. Quanto à Kg , observaram-se amostras leptocúrticas, conforme pode ser visto nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 31, onde se constata amostras unimodais, com predominância das classes 2,5 e $3 \text{ } \emptyset$.

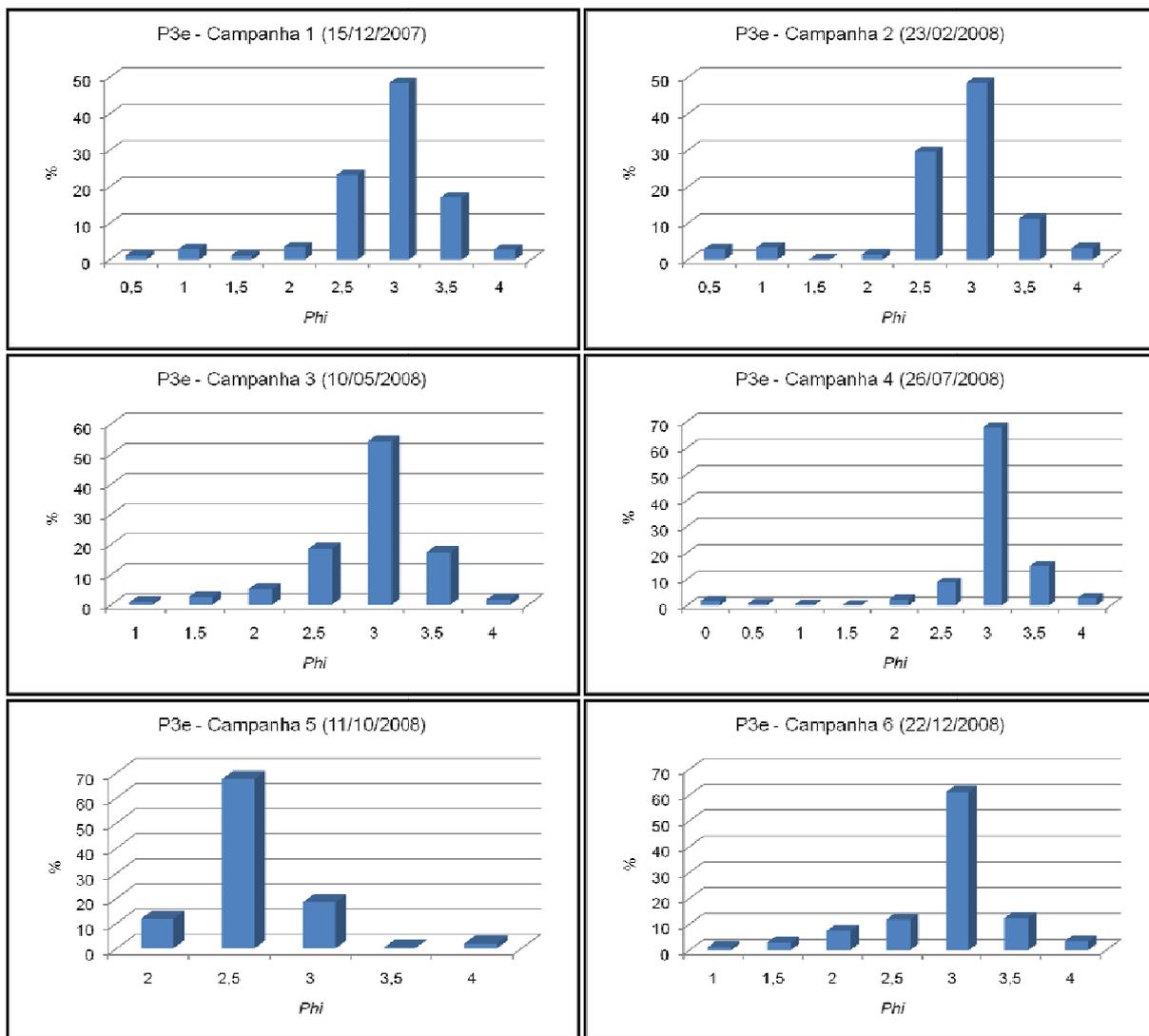


Figura 31 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas no estirâncio do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Na antepraia, os sedimentos são compostos por grãos de granulometria areia fina, com Mz médio igual a $2,19 \text{ } \emptyset$, Dp médio de $0,49 \text{ } \emptyset$ e grau de seleção variando de moderadamente a bem selecionado. A Ski das amostras apresentou-se como assimetria negativa a aproximadamente simétrica. Quanto à Kg , observaram-se amostras leptocúrticas, conforme pode ser observado nos histogramas de frequência simples apresentados na Figura 32, onde se constata amostras unimodais, com predominância das classes $2,5$ e $3 \text{ } \emptyset$.

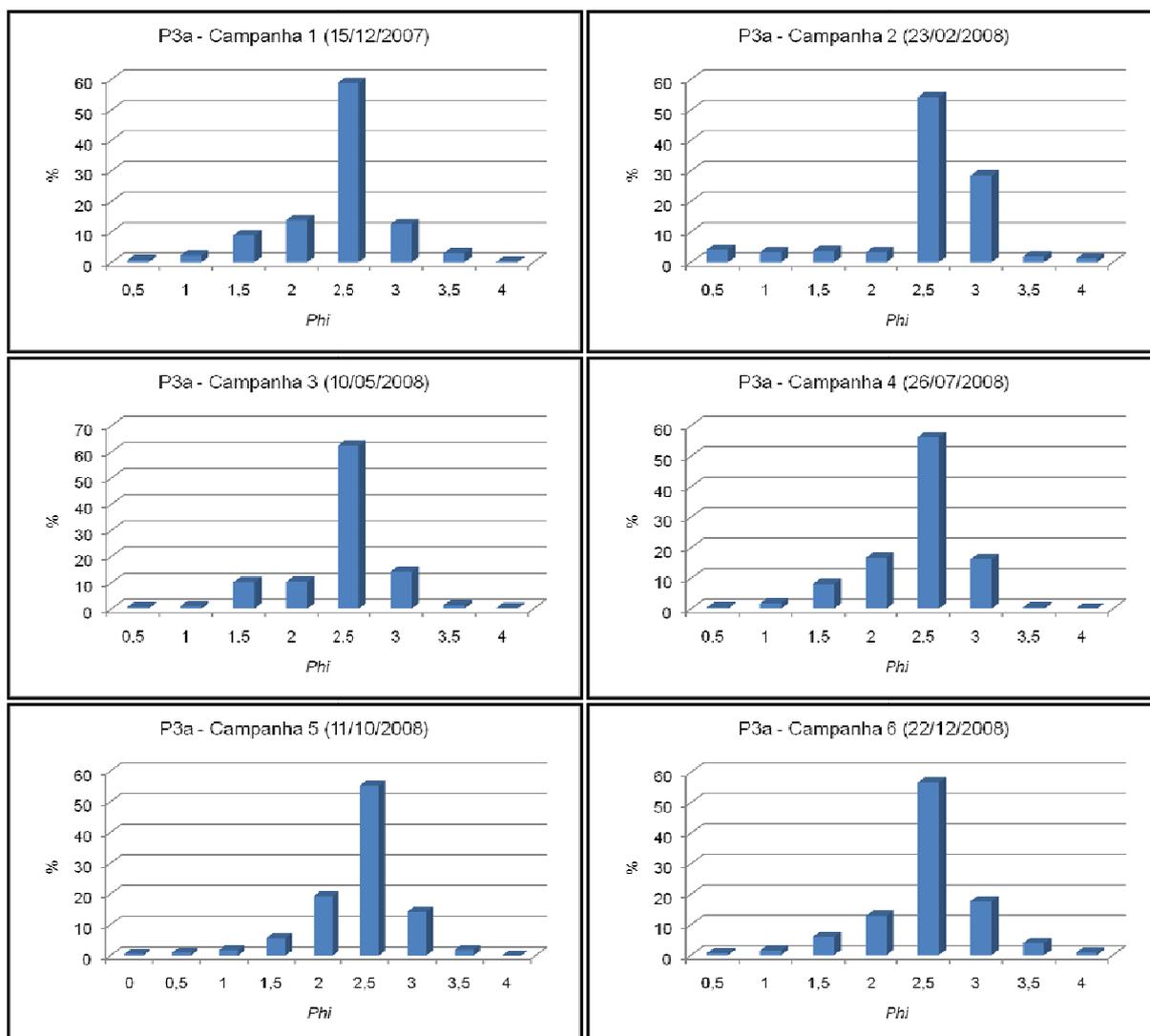


Figura 32 – Histogramas de frequência simples da distribuição granulométrica das amostras coletadas na antepraia do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

5.2.2 Variação granulométrica ao longo do arco praial

Nas análises sobre o comportamento transversal dos sedimentos, ficou evidente a composição bastante homogênea das assembleias granulométricas nas diferentes porções da praia dos Naufragados, sendo formada essencialmente por areias finas, predominantemente bem selecionadas, sendo que o diâmetro médio apresentou um aumento pequeno, porém, gradativo do perfil 1 para o perfil 3.

O desvio padrão demonstrou-se bastante homogêneo ao longo da praia, como também os valores de assimetria, que apresentou-se predominantemente com valores negativos (quando a cauda da distribuição alonga-se para o lado esquerdo, onde se encontram as partículas mais grossas). Com relação à distribuição, prevalecem amostras unimodais e leptocúrticas, constatando-se a predominância da classe 3 Ø nas zonas emersas, um equilíbrio entre as classes 2,5 e 3 Ø no estirâncio e da classe 2,5 Ø na antepraia superior.

Com relação à variação granulométrica das zonas morfológicas, observa-se grande homogeneidade na base da duna frontal, pós-praia e estirâncio, onde os sedimentos mais finos estão concentrados na base da duna frontal, com média granulométrica de 2,72 Ø. Os sedimentos do pós-praia apresentam média granulométrica de 2,65 Ø, mantendo-se bastante semelhantes aos da base da duna frontal, em todas as campanhas analisadas. No estirâncio observam-se sedimentos pouco mais grossos (média granulométrica de 2,61 Ø) e maior mobilidade granulométrica ao longo do período monitorado. Porém, na antepraia se observa as maiores heterogeneidades, onde os sedimentos são mais grossos que os ocorrentes nas demais zonas (média granulométrica de 2,30 Ø) e a mobilidade entre as classes granulométricas apresentou a maior variação ao longo do período monitorado.

A Figura 33 apresenta as frequências acumuladas médias nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se a maior distribuição entre classes no estirâncio e antepraia e a maior concentração de sedimentos na classe 3 Ø no pós-praia e base da duna frontal.

Nas Figuras 34 e 35 observam-se ilustrações das considerações apresentadas sobre o diâmetro médio dos grãos ao longo do arco praiar dos Naufragados. O parâmetro média granulométrica determinado indica bastante homogeneidade do pacote de sedimentos, sendo que a pequena diferença observada nas zonas pode ser explicada, em parte, pela energia dos agentes atuantes em cada setor.

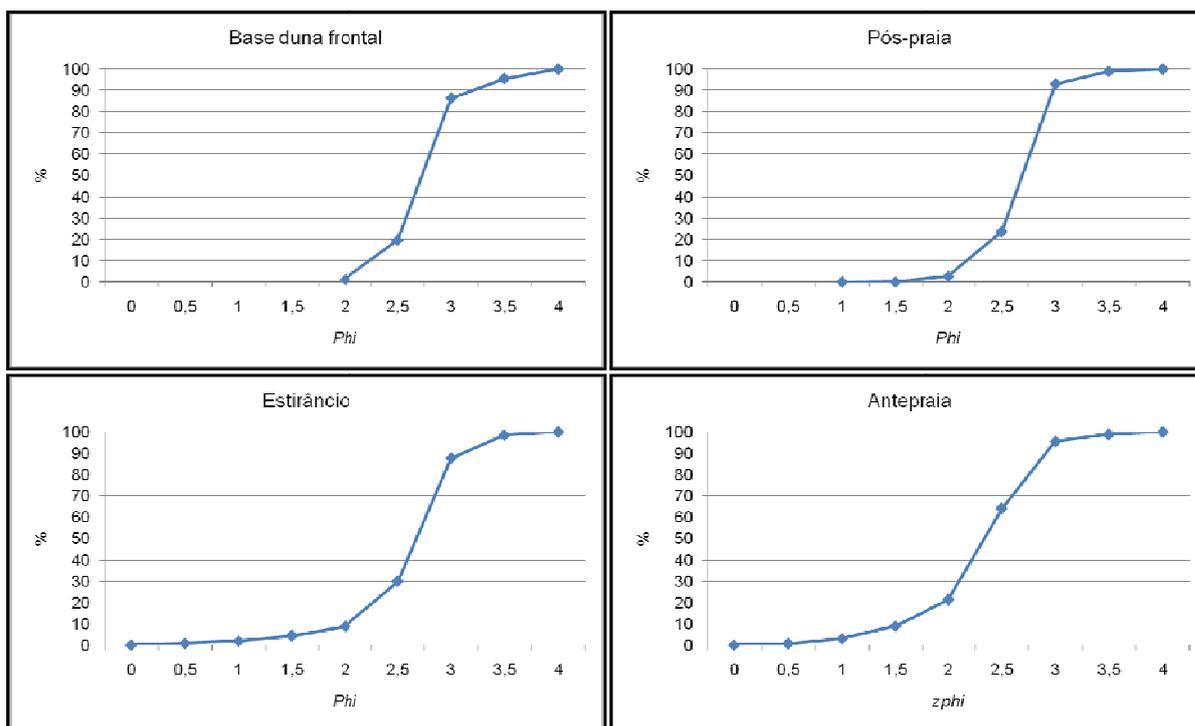


Figura 33 – Gráfico contendo as frequências acumuladas médias das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento.

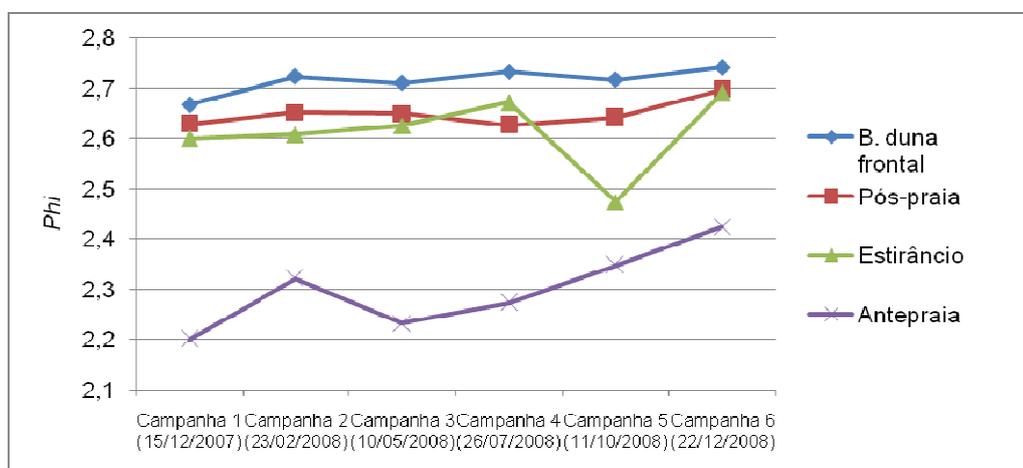


Figura 34 – Gráfico contendo as médias granulométricas das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se a homogeneidade granulométrica entre a base da duna frontal, pós-praia e estirâncio (com exceção da amostragem do estirâncio na 5ª campanha), em contraposição dos sedimentos da antepraia, que apresentam granulometria média mais grossa.

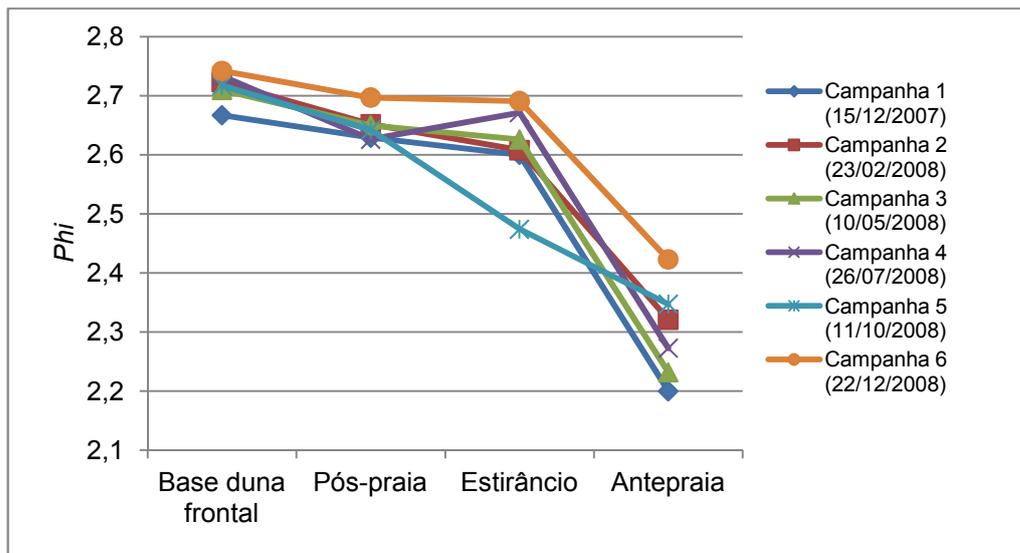


Figura 35 – Gráfico contendo a dispersão das médias granulométricas das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se a homogeneidade granulométrica na base da duna frontal e pós-praia (menos de 0,1 ϕ). No estirâncio, observa-se certa homogeneidade, com exceção da amostragem da 5ª campanha. Porém, na antepraia ocorre a maior heterogeneidade ao longo do monitoramento, superando 0,2 ϕ .

De modo geral, o perfil 1 apresentou média granulométrica mais fina que os demais perfis nas campanhas 1, 5 e 6, mostrando-se intermediário nas campanhas 2 e 3 e mais grosso na campanha 4. O perfil 2 apresentou média granulométrica mais fina nas campanhas 2, 3 e 4, mostrando-se intermediário nas demais campanhas (1, 5 e 6). O perfil 3 apresentou média granulométrica mais grossa em quase todas as campanhas de monitoramento, com exceção da campanha 4. Este comportamento, representado na Figura 36, indica possíveis associações entre a distribuição granulométrica ao longo do arco praial com os padrões sazonais da dinâmica costeira, já que as campanhas 1, 2, 5 e 6 foram realizadas entre primavera e verão e as campanhas 3 e 4, entre outono e inverno.

No que se refere ao desvio padrão, observa-se grande homogeneidade entre a base da duna frontal e pós-praia, em contraposição aos sedimentos do estirâncio e antepraia (Figuras 37 e 38).

No pós-praia, os sedimentos possuem o melhor grau de seleção entre todas as zonas praiais, atingindo o padrão muito bem selecionado ($< 0,35 \phi$) em todas as campanhas do monitoramento, atingindo valor médio $D_p = 0,32 \phi$. Na base da duna frontal, os sedimentos apresentam-se, em média, bem selecionados (entre 0,35 e

0,50 \emptyset) em quase todas as campanhas do monitoramento, aproximando-se em muito do padrão muito bem selecionado, com valor médio $D_p = 0,36 \emptyset$.

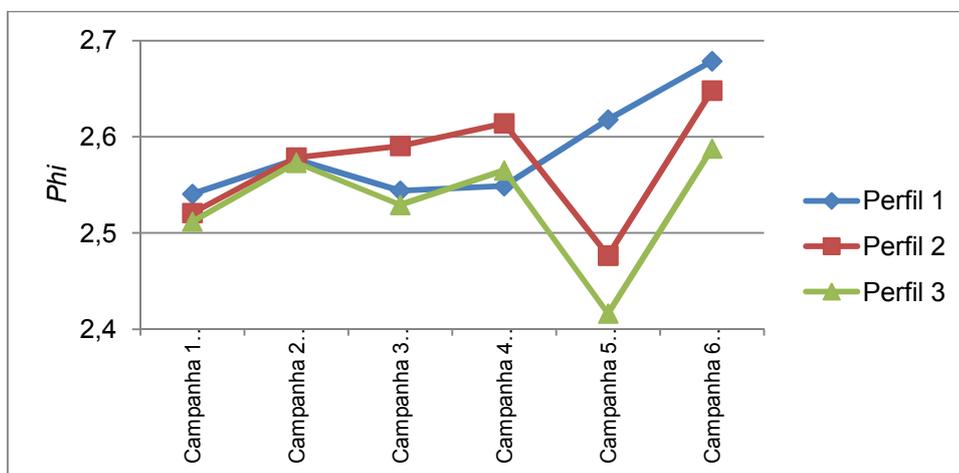


Figura 36 – Médias granulométricas das amostras de sedimentos nos perfis durante o monitoramento na praia dos Naufragados. Notar os diferentes padrões que indicam relação entre a distribuição granulométrica e a sazonalidade (outono e inverno – campanhas 3 e 4; primavera e verão – campanhas 1, 2, 5 e 6).

No estirâncio e antepraia superior ocorrem os maiores desvios padrões. No estirâncio, o grau de seleção oscilou entre bem e moderadamente selecionado (entre 0,50 e 1,0 \emptyset), com valor médio $D_p = 0,45 \emptyset$. Na antepraia, predominaram sedimentos moderadamente selecionados, com valor médio $D_p = 0,52 \emptyset$.

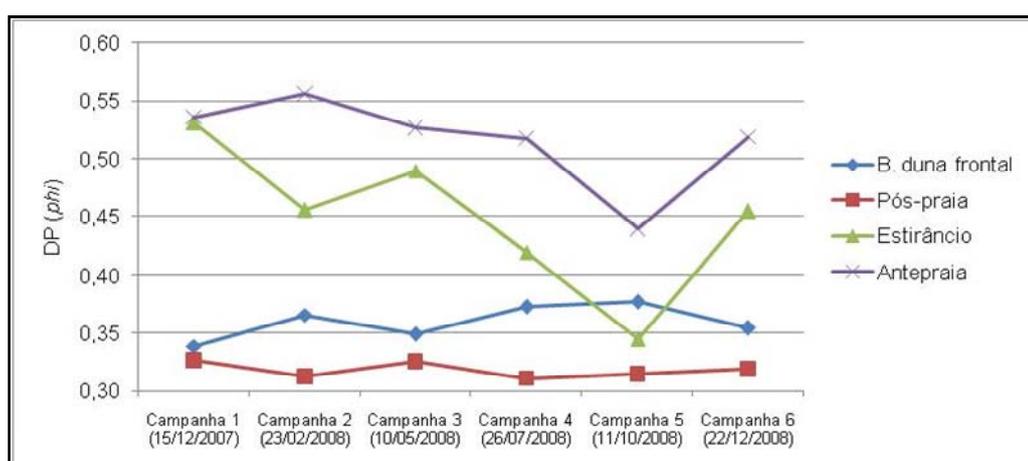


Figura 37 – Gráfico contendo os valores de desvio padrão médio das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se a homogeneidade do grau de seleção na base da duna frontal e pós-praia (que se apresentam como bem a muito bem selecionado) em contraposição aos sedimentos do estirâncio e antepraia superior (em maioria, moderadamente selecionado).

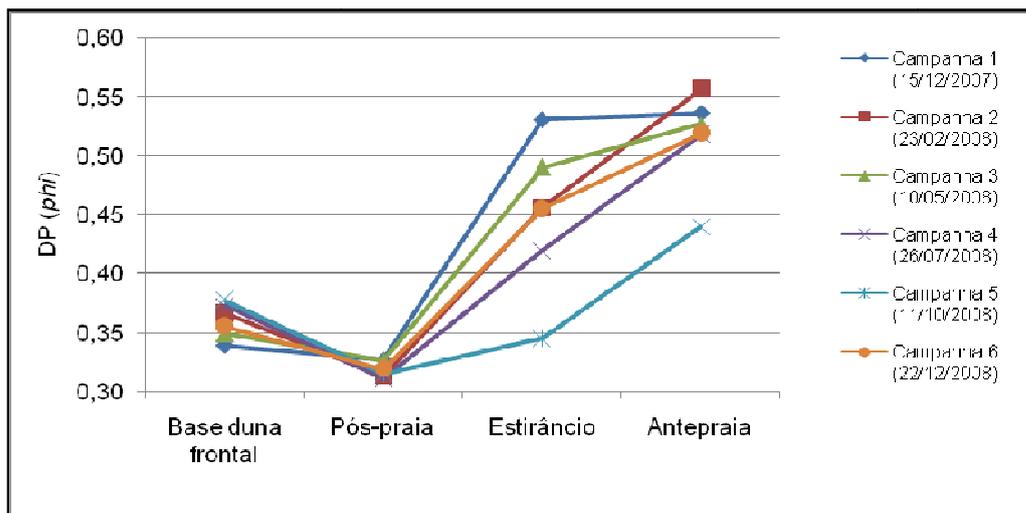


Figura 38 – Gráfico contendo a dispersão do desvio padrão médio das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se que, no pós-praia, os valores médios se mantêm inferiores a 0,35 Ø (muito bem selecionado); na base da duna frontal, os valores médios mantêm-se entre 0,34 Ø e 0,38 Ø (muito bem a bem selecionado); no estrâncio, observa-se a maior heterogeneidade ao longo do monitoramento, com valores médios entre 0,34 Ø a 0,53 Ø (bem a moderadamente selecionado); na antepraia superior, os valores oscilam entre 0,44 Ø a 0,56 Ø.

Apesar dos sedimentos, no geral, apresentarem-se como bem selecionados, observa-se uma visível tendência de menor seleção na porção central da praia, onde se localiza o perfil 2, conforme pode ser observado na Figura 39. O perfil 3 apresenta-se como o mais bem selecionado em média (Dp médio = 0,40 Ø), seguido do perfil 1 (Dp médio = 0,41 Ø) e, por último, do perfil 2 (Dp médio = 0,42 Ø).

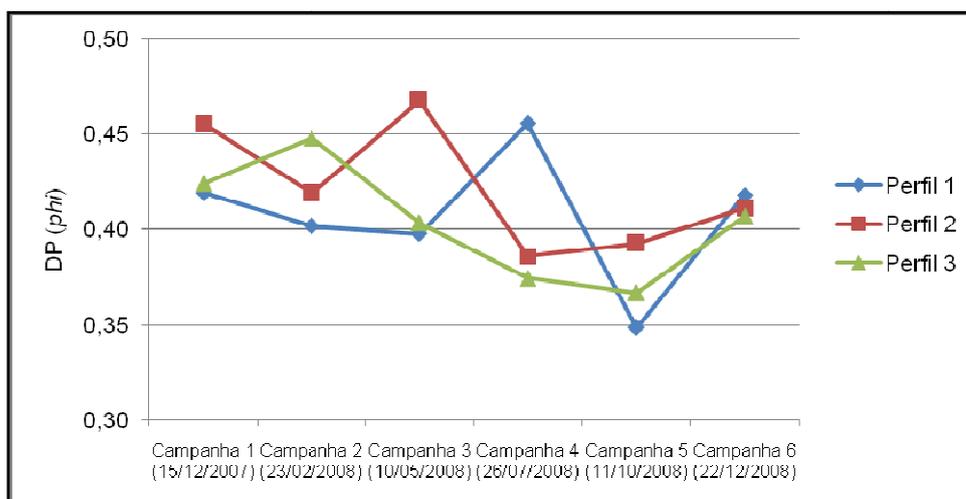


Figura 39 – Desvio padrão médio das amostras de sedimentos nos perfis durante o monitoramento na praia dos Naufragados. Notar que, em metade das campanhas, o perfil 2 apresenta valores mais elevados e, na outra metade, valores intermediários, indicando uma tendência de sedimentos menos selecionados no centro da praia.

Quanto à assimetria, conforme pode ser observado nas Figuras 40 e 41, a base da duna frontal apresenta-se aproximadamente simétrica, com pequenas variações, tanto positiva quanto negativa. No pós-praia, a assimetria apresentou-se negativa. O mesmo ocorreu no estirâncio, com exceção da campanha 5, quando os sedimentos apresentaram média granulométrica um pouco mais grossa, refletindo na cauda de distribuição, que apresentou tendência de deslocamento para a direita, ou seja, assimetria positiva. A interferência na cauda de distribuição devido à média granulométrica mais grossa que nas demais campanhas, também foi observada na campanha 4 na antepraia, apresentando-se aproximadamente simétrica, sendo nas demais campanhas apresentando-se com assimetria negativa.

Observam-se valores médios negativos em todos os perfis analisados (Figura 42), demonstrando que a cauda da distribuição granulométrica do pacote sedimentar da praia dos Naufragados apresenta tendência para os sedimentos mais grossos. Esta característica se explica devido à predominância de areia fina em toda a praia, com baixos teores de areia média.

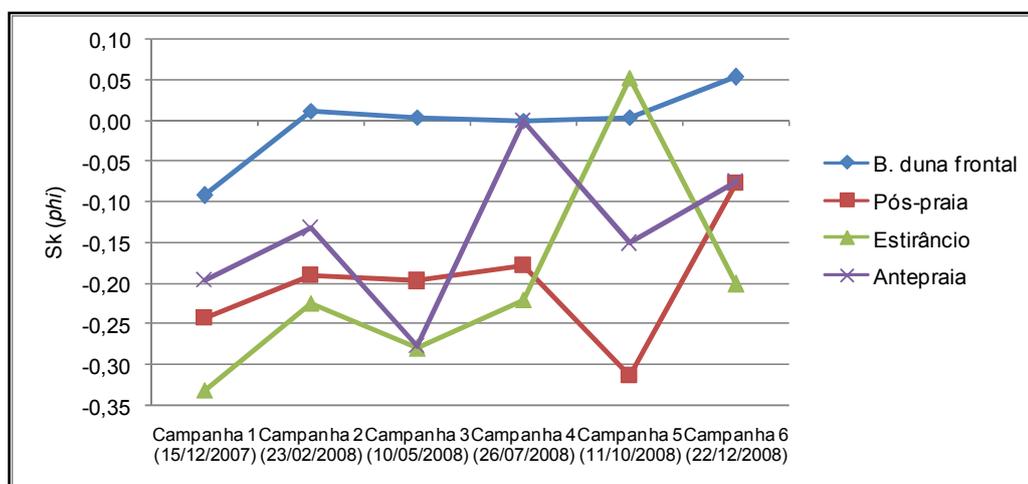


Figura 40 – Gráfico contendo os valores da assimetria média das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se que na base da duna frontal a distribuição apresenta-se aproximadamente simétrica, em contraposição às demais zonas, que se apresentam, predominantemente, com assimetria negativa.

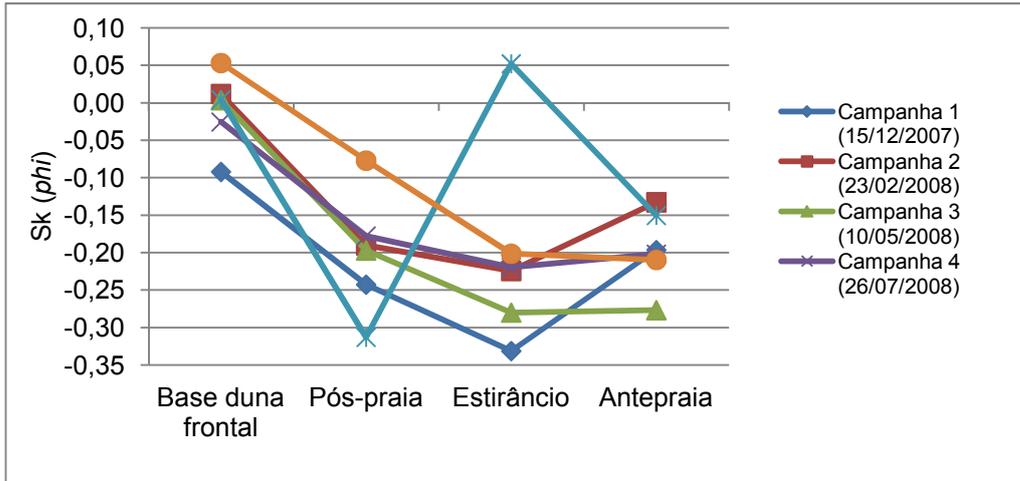


Figura 41 – Gráfico contendo a dispersão da assimetria média das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se uma tendência dos valores migrarem de aproximadamente simétricos para negativos, da base da duna frontal para a antepraia superior, com exceção do valor obtido no estirâncio na campanha 5. Esta tendência demonstra que o pacote sedimentar, no geral, apresenta predominância de areia fina com pequenos teores de areia média.

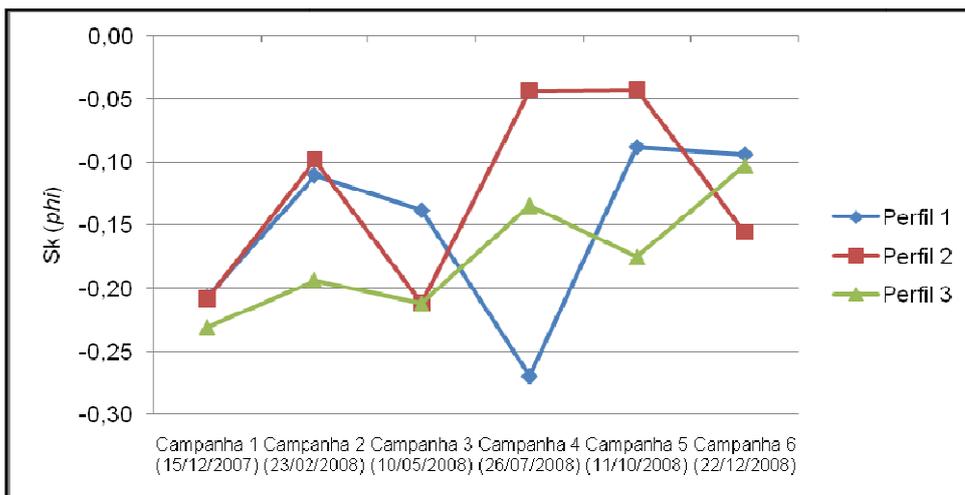


Figura 42 – Assimetria média das amostras de sedimentos nos perfis durante o monitoramento na praia dos Naufragados. Notar que em todos os perfis os valores médios apresentam-se como negativos, indicando a tendência da cauda de distribuição para a esquerda.

Analisando-se o parâmetro curtose, embora predominem amostras leptocúrticas e unimodais (classe 3 \emptyset), observa-se a ocorrência de maior variabilidade modal nas amostras do estirâncio e antepraia, em comparação com as amostras da base da duna frontal e pós-praia (Figura 43).

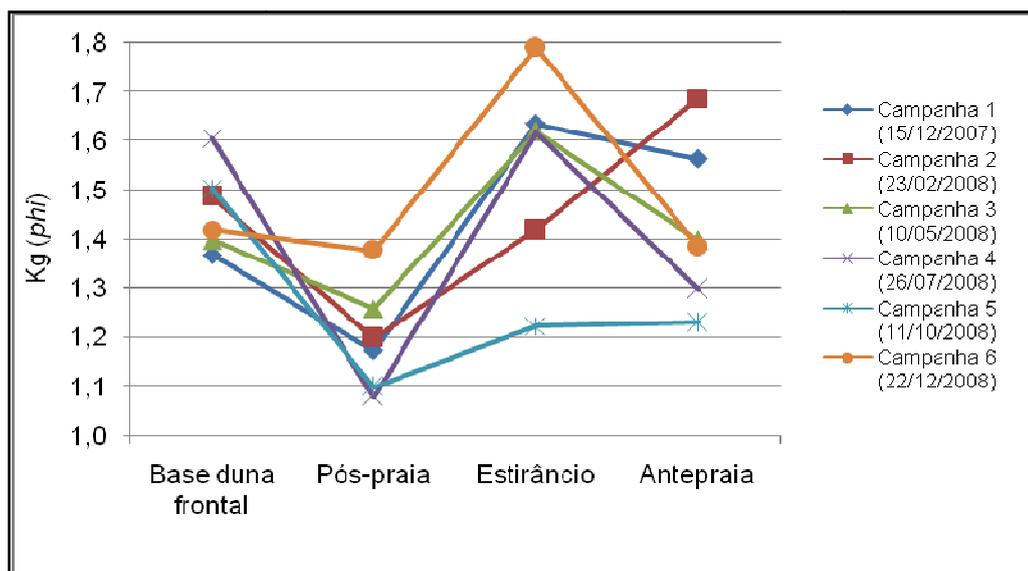


Figura 43 – Gráfico contendo a dispersão da curtose média das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento. Observa-se que na base da duna frontal ocorre a menor variabilidade do parâmetro, apresentando-se mais leptocúrtico do que as amostras do pós-praia. No estirâncio e antepraia superior observam-se as maiores variabilidades. Porém, no geral, predominam amostras leptocúrticas em todo o arco praial.

5.3 ASPECTOS MORFOLÓGICOS

O comportamento morfológico do arco praial ao longo do período monitorado, com suas feições morfológicas, estágios morfodinâmicos e padrões de alteração sazonais, será apresentado neste item, através de duas abordagens distintas, conforme a coleta de dados via levantamento topográfico explicada anteriormente: análise bidimensional e análise tridimensional.

A análise bidimensional destina-se à identificação dos estágios morfodinâmicos dos perfis praias através da coleta parcial de dados topográficos e modelagens em 2D destes perfis, permitindo, ainda, o cálculo da variação do estoque sedimentar subaéreo da praia. Em contrapartida, a coleta total dos dados topográficos possibilita a modelagem 3D do arco praial, proporcionando a identificação de feições morfológicas em análises tridimensionais, bem como as variações morfológicas sazonais.

As análises morfométricas serão complementadas com os dados qualitativos observados durante as campanhas de monitoramento efetuadas na praia dos Naufragados. Nestes termos, o Quadro 4 apresenta uma descrição qualitativa da morfologia praial, em sua porção emersa, nos três perfis monitorados e o Quadro 5 apresenta a mesma descrição, porém, da porção submersa.

Campanha	Características		
	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
1 (15/12/2007)	Perfil relativamente plano, sem feições rítmicas definidas no pós-praia e apresentando um suave embaçamento no estirâncio.	Perfil relativamente plano, com duna embrionária e berma instituída no pós-praia, ocorrência de cúspides e embaçamentos no estirâncio.	Perfil relativamente plano, com duna embrionária no pós-praia, berma instituída com crista bastante evidente e sem feições rítmicas definidas.
2 (23/02/2008)	Perfil levemente côncavo, sem feições rítmicas definidas no pós-praia.	Perfil côncavo, com duna embrionária no pós-praia e ocorrência de cúspides e embaçamentos no estirâncio.	Perfil relativamente plano, com duna embrionária no pós-praia, berma instituída e sem feições rítmicas definidas,
3 (10/05/2008)	Perfil relativamente plano, sem feições rítmicas definidas no pós-praia.	Perfil côncavo, com acresção na face da duna frontal, duna embrionária no pós-praia e embaçamento no estirâncio.	Perfil relativamente plano, com duna embrionária no pós-praia, berma instituída e suaves embaçamentos no estirâncio.
4 (26/07/2008)	Perfil relativamente plano, sem feições rítmicas definidas no pós-praia e apresentando suaves embaçamentos no estirâncio.	Perfil suavemente inclinado, com pequena acresção na face da duna frontal, duna embrionária no pós-praia, cúspides e embaçamentos no estirâncio.	Perfil relativamente plano, com acresção na face da duna frontal, duna embrionária no pós-praia, berma instituída com crista bastante evidente e embaçamento no estirâncio.
5 (11/10/2008)	Perfil relativamente plano, sem feições rítmicas definidas no pós-praia.	Perfil suavemente côncavo, com berma incipiente, pequena acresção na face da duna frontal, duna embrionária no pós-praia, cúspides e embaçamentos no estirâncio.	Perfil relativamente plano, com erosão na face da duna frontal, dissecação na porção subaérea provocada pelo rio dos Naufragados, cúspides no pós-praia e embaçamentos no estirâncio.
6 (22/12/2008)	Perfil relativamente plano, sem feições rítmicas definidas no pós-praia.	Perfil suavemente inclinado, com erosão na face da duna frontal e embaçamento no estirâncio.	Perfil relativamente plano, com erosão na face da duna frontal, dissecação na porção subaérea provocada pelo rio dos Naufragados e embaçamento no estirâncio.

Quadro 4 – Descrição qualitativa da porção emersa dos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Campanha	Características		
	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
1 (15/12/2007)	Arrebentação do tipo deslizante, com uma linha de quebra e relevo de fundo suavemente inclinado (convexo). Sem feições morfológicas definidas.	Arrebentação do tipo mergulhante, com uma linha de quebra e relevo de fundo bastante acidentado, com bancos incipientes e dispostos de forma irregular.	Arrebentação do tipo mergulhante, com apenas uma linha de quebra bem definida e relevo de fundo apresentando um banco disposto em paralelo e bem próximo à linha de costa.
2 (23/02/2008)	Arrebentação do tipo mergulhante, com uma linha de quebra e relevo de fundo plano a suavemente convexo. Sem feições morfológicas definidas.	Arrebentação do tipo mergulhante, com uma linha de quebra e relevo de fundo irregular, com linhas de ruptura de declive, seguidas por superfícies planas.	Arrebentação do tipo mergulhante, com apenas uma linha de quebra bem definida, embaiamentos no estirâncio e relevo de fundo com banco e calha incipientes e paralelas à linha de costa.
3 (10/05/2008)	Arrebentação do tipo deslizante, com uma linha de quebra e relevo de fundo suavemente inclinado. Sem feições morfológicas definidas.	Arrebentação do tipo deslizante, com uma linha de quebra e relevo de fundo suavemente inclinado (côncavo). Sem feições morfológicas evidentes.	Arrebentação do tipo deslizante, com apenas uma linha de quebra bem definida e relevo de fundo bastante irregular e acidentado, com linhas de ruptura de declive seguidas por superfícies planas.
4 (26/07/2008)	Arrebentação do tipo mergulhante, com uma linha de quebra e relevo de fundo suavemente inclinado (côncavo). Sem feições morfológicas definidas.	Arrebentação do tipo mergulhante, com uma linha de quebra e relevo de fundo apresentando incipientes bancos dispostos de forma transversal a linha de costa.	Arrebentação do tipo mergulhante, com apenas uma linha de quebra bem definida e relevo de fundo moderadamente inclinado. Sem feições morfológicas evidentes.
5 (11/10/2008)	Arrebentação do tipo deslizante, com uma linha de quebra e relevo de fundo suavemente inclinado. Sem feições morfológicas definidas.	Arrebentação do tipo deslizante, com uma linha de quebra e relevo de fundo suavemente inclinado (côncavo), porém, irregular e bastante acidentado.	Arrebentação do tipo mergulhante, com apenas uma linha de quebra bem definida e relevo de fundo com banco e calha incipientes e paralelos à linha de costa.
6 (22/12/2008)	Arrebentação do tipo deslizante, com uma linha de quebra e relevo de fundo suavemente inclinado (côncavo). Sem feições morfológicas definidas.	Arrebentação do tipo deslizante, com uma linha de quebra e relevo de fundo apresentando bancos transversais.	Arrebentação do tipo mergulhante, com apenas uma linha de quebra bem definida e relevo de fundo com banco e calha incipientes e paralelos à linha de costa.

Quadro 5 – Descrição qualitativa da porção submersa (antepraia superior até profundidade aproximada de -1,0 m) dos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

5.3.1 Análise bidimensional

Neste item, as abordagens serão individualizadas por perfil praiado monitorado, visando a sistematização das informações e análises posteriores sobre os aspectos morfológicos de interesse para a pesquisa.

5.3.1.1 Perfil 1

O perfil 1 se localiza na porção mais a leste da praia dos Naufragados, em coordenadas UTM 740.352,990 de longitude oeste e 6.918.760,720 de latitude sul, em altitude de 1,918 m (Figuras 44 e 45). Este perfil apresenta-se em uma porção da praia onde o contato com o embasamento é bastante abrupto, não sendo observadas feições de dunas frontais, apenas uma incipiente ocorrência de vegetação de influência marinha, na interface com o pós-praia.

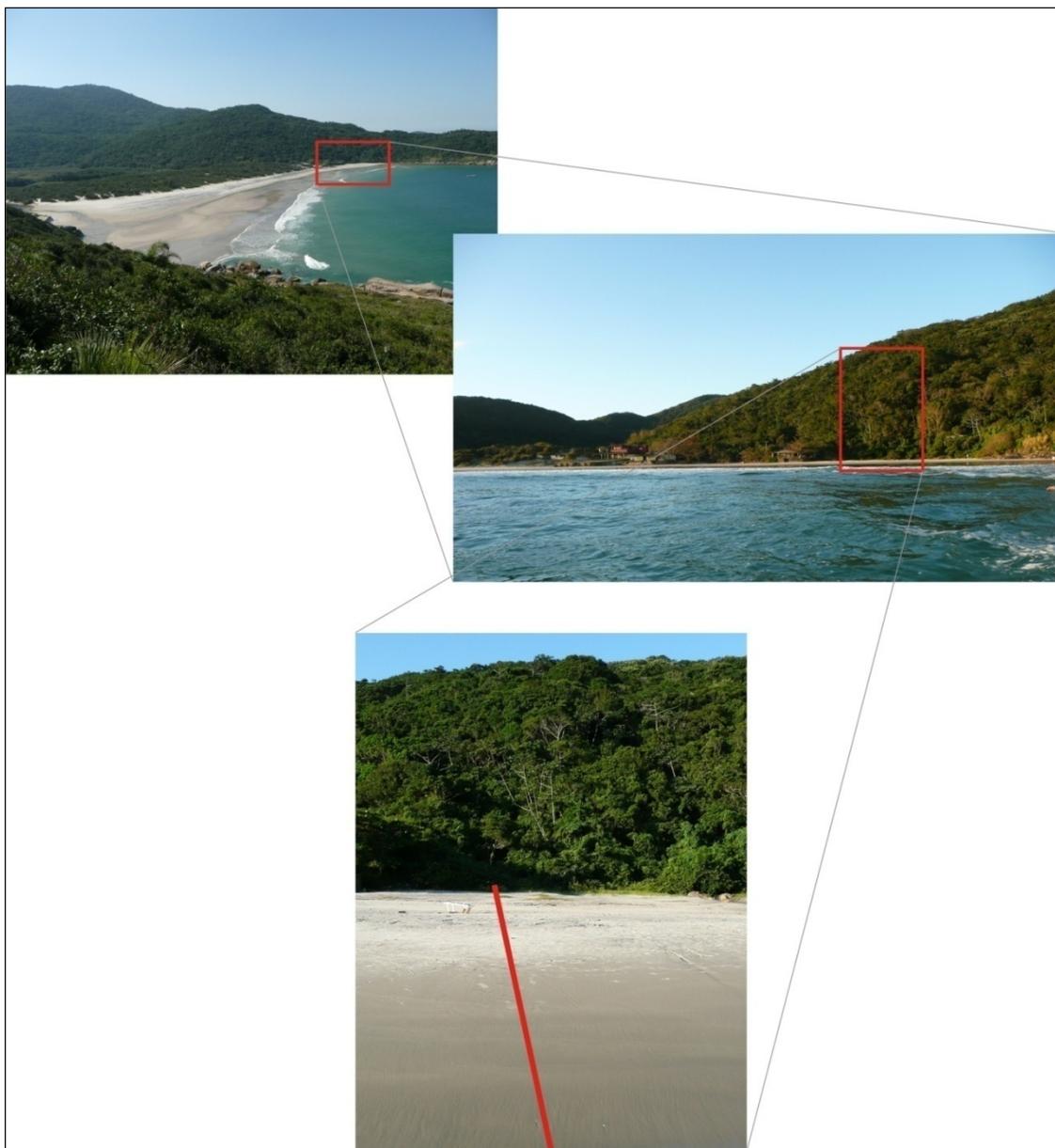


Figura 44 – Localização esquemática do perfil 1 na praia dos Naufragados.
Fotos: Alexandre Felix (03/07/2010; 26/07/2008; 15/12/2007).



Figura 45 – À esquerda, vista geral de oeste para leste e, à direita de leste para oeste, a partir do eixo do perfil 1.

Fotos: Alexandre Felix (10/05/2008).

Este trecho da praia é o que apresenta o maior grau de influência antrópica, onde se observa a ocorrência de edificações, muros e demais benfeitorias, muito próximos ao contato com o sistema emerso praial. Localizado em uma zona mais abrigada da energia hidrodinâmica, apresenta-se como a porção mais abrigada contra a ação direta dos agentes hidrodinâmicos, sendo utilizado como ponto de atracamento de embarcações, tanto de pesca quanto turísticas (embarque e desembarque de passageiros e mercadorias) (Foto 19).

A Figura 46 apresenta o comportamento morfológico observado no perfil 1 durante o período de monitoramento. No geral, observa-se bastante regularidade e estabilidade no perfil, representado por uma morfologia levemente côncava na campanha 2 e em rampa suave nas demais campanhas, sem berma definida no pós-praia, sendo a mobilidade constituída, principalmente, devido ao aumento e rebaixamento do pacote sedimentar subaéreo. A Tabela 12 apresenta os valores e variações da declividade da face da praia, da largura e do volume ao longo do perfil 1 durante o período de monitoramento.



Foto 19 – Vista geral do sistema submerso do perfil 1, utilizado como ponto de atracamento, embarque e desembarque de embarcações, tanto de pesca quanto turísticas. Na foto, o momento de embarque de passageiros com destino à praia do Seu Norberto, ponto final da travessia de barco Caieira da Barra do Sul – Naufragados – Caieira da Barra do Sul.

Foto: Alexandre Felix (22/12/2008).

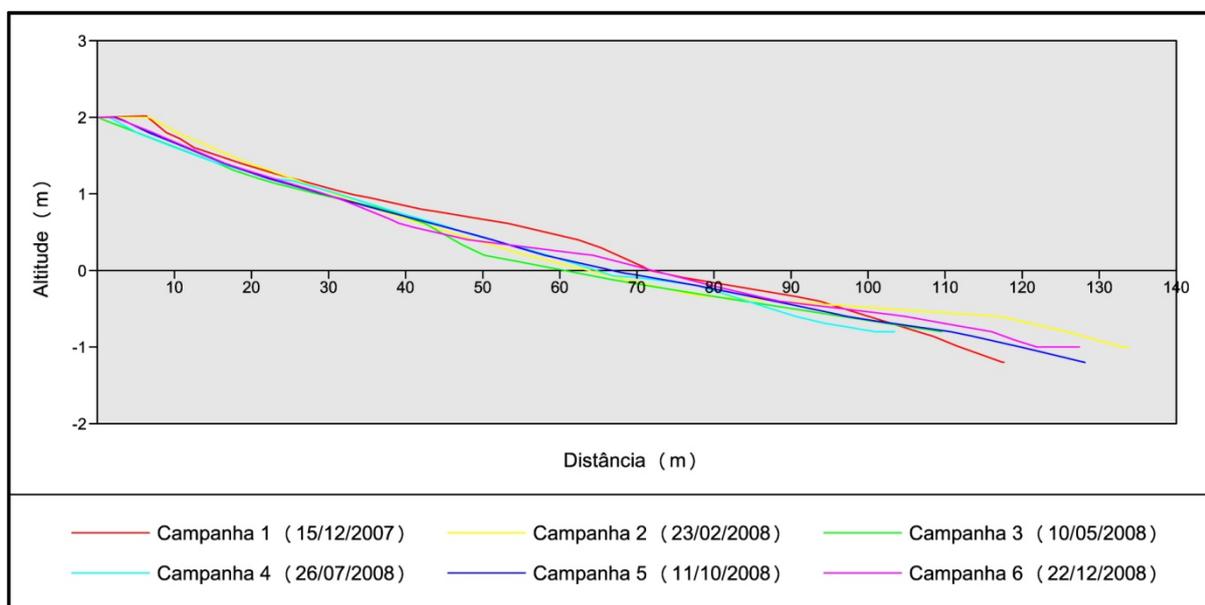


Figura 46 – Variação da morfologia do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Tabela 12 – Dados morfológicos do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados. Importante destacar que estes dados se referem ao sistema emerso da praia, ou seja, à porção subaérea acima do *datum* vertical.

Campanha	Declividade (°)	Largura (m)	Varição de largura (m)	Volume (m ³ /m)	Varição de volume (m ³ /m)	Varição de volume acumulado (m ³ /m)
1 (15/12/2007)	1,27	71,72	0	72,86	0	0
2 (23/02/2008)	2,09	63,81	-7,91	63,99	-8,87	-8,87
3 (10/05/2008)	3,33	60,63	-3,18	57,45	-6,54	-15,41
4 (26/07/2008)	1,78	64,76	4,13	62,07	4,62	-10,79
5 (11/10/2008)	1,62	66,82	2,06	62,07	0	-10,79
6 (22/12/2008)	1,37	72,03	5,21	62,32	0,25	-10,54

A largura da praia variou entre 72,03 m e 60,63 m, sendo as maiores larguras ocorridas nas campanhas 6 e 1 e, as menores, nas campanhas 3 e 2. Na Figura 47 observa-se uma clara sazonalidade, com diminuição da largura nos meses de outono e inverno e aumento gradativo nos períodos de primavera e verão. Com relação à declividade da face da praia, a variação foi de 1,27° (campanha 1) a 3,33° (campanha 3).

A variação total de volume foi de 15,41 m³/m, sendo que o saldo final do monitoramento foi um déficit de 10,54 m³/m no pacote sedimentar. Esta variação deve-se ao período erosivo ocorrido entre fevereiro a maio de 2008. A Figura 48 apresenta um gráfico comparativo entre os máximos acrescivo e erosivo observados neste perfil no decorrer do período monitorado.

Como informado anteriormente, no perfil 1, após o primeiro período de eventos de alta energia hidrodinâmica (ocorrido entre o final de abril e início de maio de 2008), observa-se que as taxas de erosão praial (refletidas pela diminuição do volume sedimentar subaéreo), entre o período de fevereiro a maio de 2008, foi semelhante, porém menor do que o observado no período de dezembro de 2007 a fevereiro de 2008, demonstrando normalidade e o caráter incipiente de alterações morfológicas ocasionadas por estes eventos de alta energia hidrodinâmica sobre o arco praial.

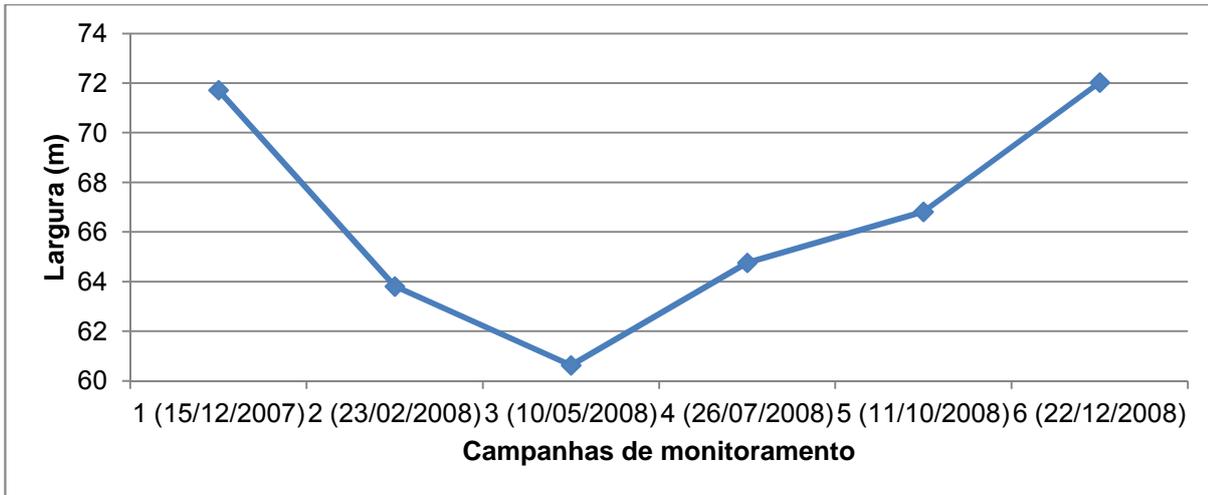


Figura 47 – Variação da largura (m) do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

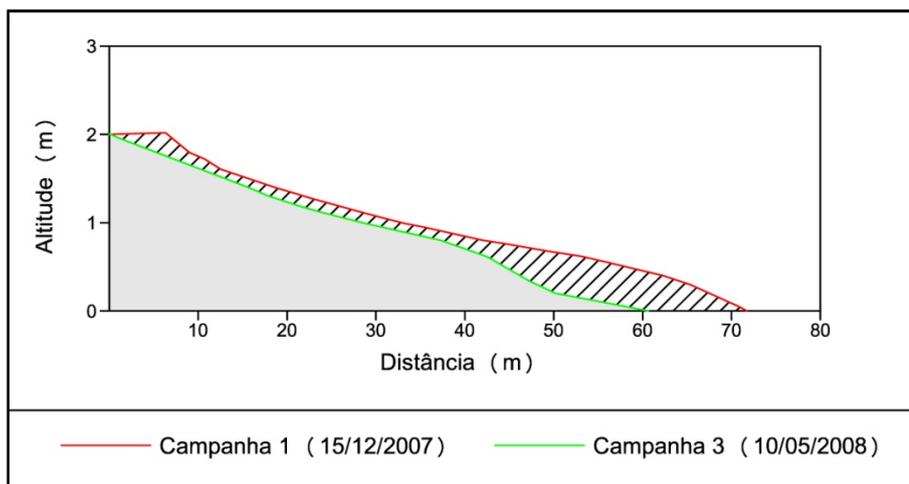


Figura 48 – Máximo acréscimo e erosivo do perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

A maior variação positiva de volume do estoque sedimentar subaéreo do perfil, entre uma campanha e sua subsequente, foi observada entre as campanhas 3 e 4, quando nota-se o término do período erosivo e início de acreção praial. Em contrapartida, a maior variação negativa de volume ocorreu entre as campanhas 1 e 2, em parte devido ao fato de que a primeira campanha apresentou o maior volume total subaéreo ($72,86 \text{ m}^3/\text{m}$), sendo que atingiu o menor volume na campanha 3 ($57,45 \text{ m}^3/\text{m}$), marcando o ápice erosivo no período. A Figura 49 apresenta um gráfico que demonstra o evidente período erosivo, de elevado gradiente, sucedido por uma fase acresciva de menor vulto, fator que culminou no déficit do estoque sedimentar subaéreo observado no decorrer do período monitorado.

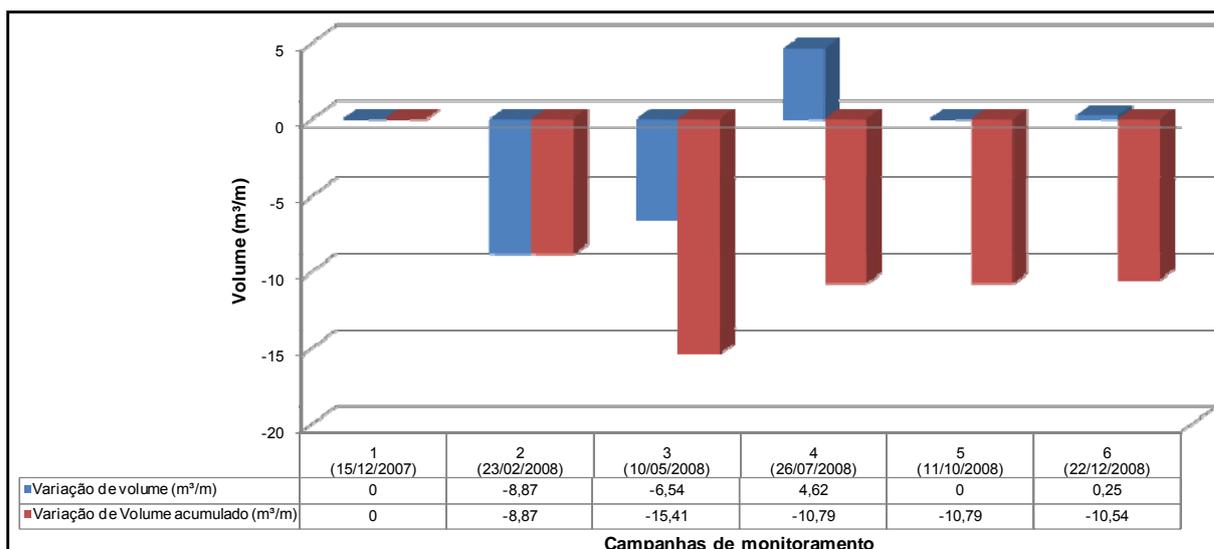


Figura 49 – Variação de volume (m³/m) e de volume acumulado (m³/m) no perfil 1 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

5.3.1.2 Perfil 2

O perfil 2 se localiza na porção central da praia dos Naufragados, em coordenadas UTM 740.078,230 de longitude oeste e 6.918.904,770 de latitude sul, em altitude de 5,014 m (Figuras 50 e 51). Este perfil apresenta-se em uma porção bastante dinâmica da praia, onde se observa feições de dunas frontais bastante instituídas, com ocorrência de vegetação fixadora em toda sua extensão.

A influência antrópica neste trecho é evidenciada pelos vários focos isolados de ocupação, representadas por edificações que exercem função de moradia em poucos casos e de segunda residência, na maioria. Estas ocupações são responsáveis pela abertura de trilhas sobre a duna frontal. A execução destas trilhas, ao passo que remove a vegetação fixadora de dunas, ocasiona pontos de susceptibilidade de erosão, onde a atuação dos agentes hidrodinâmicos em períodos de marés de tempestade é mais acentuada, provocando impactos mais acentuados e denotando indícios de degradação ambiental (Foto 20).

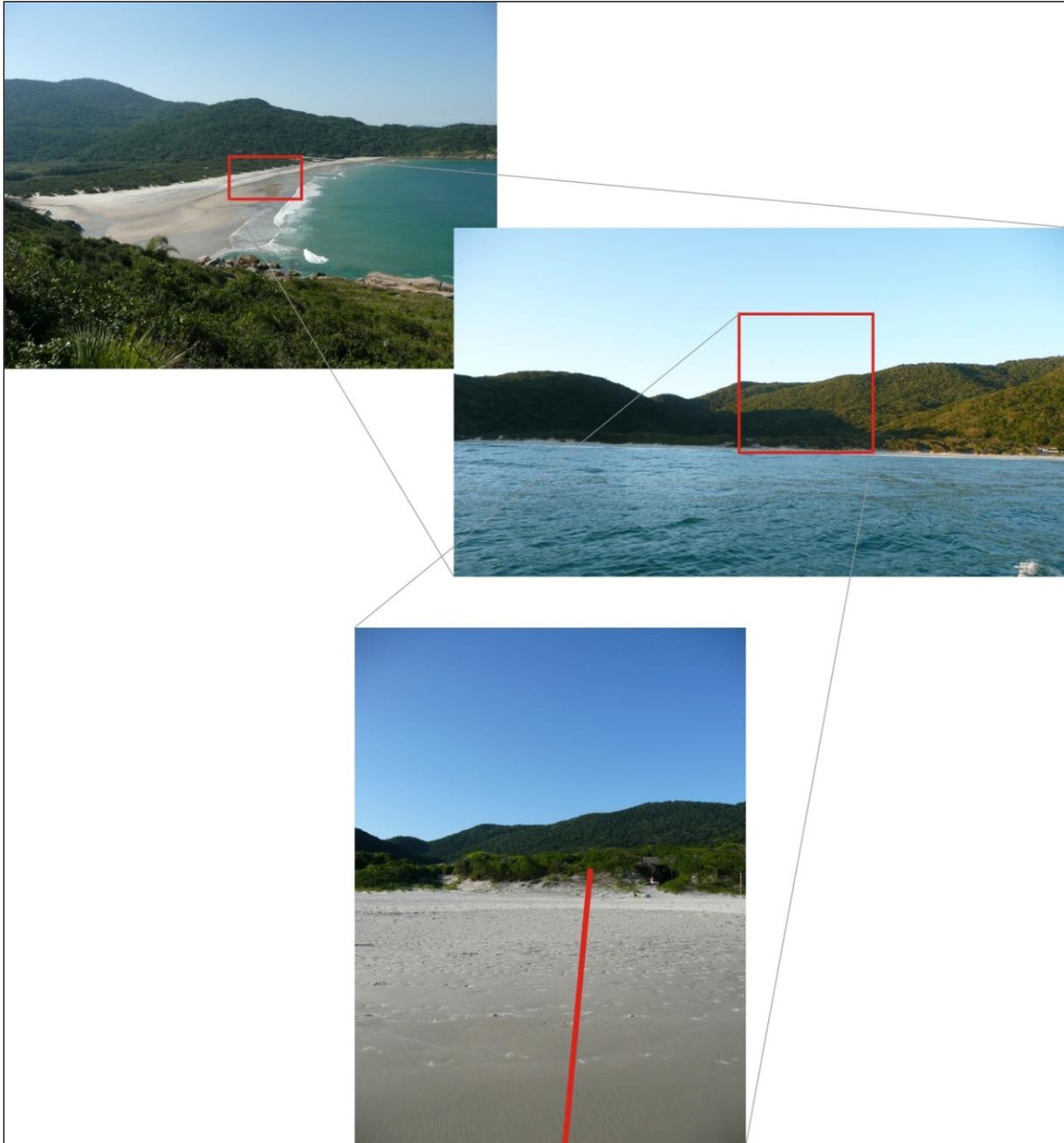


Figura 50 – Localização esquemática do perfil 2 na praia dos Naufragados.
Fotos: Alexandre Felix (03/07/2010; 26/07/2008; 15/12/2007).



Figura 51 – À esquerda, vista geral de oeste para leste e, à direita, de leste para oeste, a partir do eixo do perfil 2.

Fotos: Alexandre Felix (10/05/2008).



Foto 20 – Vista geral de um foco isolado de ocupação sobre as dunas frontais, próximo ao perfil 2 na praia dos Naufragados. Observa-se o telhado da edificação e a trilha aberta pela vegetação fixadora de dunas, ocasionando um ponto de susceptibilidade de erosão e degradação ambiental.

Foto: Alexandre Felix (10/05/2008).

A Figura 52 apresenta o comportamento morfológico observado no perfil 2 durante o período de monitoramento. No geral, constata-se bastante mobilidade no perfil, que apresentou uma berma bastante instituída no pós-praia na campanha 1 e incipiente na campanha 5, sendo a morfologia em forma de rampa levemente inclinada nas demais campanhas. A mobilidade foi observada, principalmente, na

face da duna frontal, ocasionada, em tese, pelas constantes trocas de sedimentos com a praia. A Tabela 13 apresenta os valores e variações da declividade da face da praia, da largura e do volume ao longo do perfil 2 durante o período de monitoramento.

A largura da praia variou entre 70,71 m e 52,16 m, sendo as maiores larguras ocorridas nas campanhas 6 e 4 e, as menores, nas campanhas 3 e 2, a exemplo do perfil 1, que também apresentou as menores larguras nestas campanhas. Na Figura 53 observa-se certa sazonalidade, com diminuição da largura nos meses de outono e inverno e aumento gradativo nos períodos de primavera e verão, com um pequeno período de decréscimo ocorrido entre setembro e outubro de 2008.

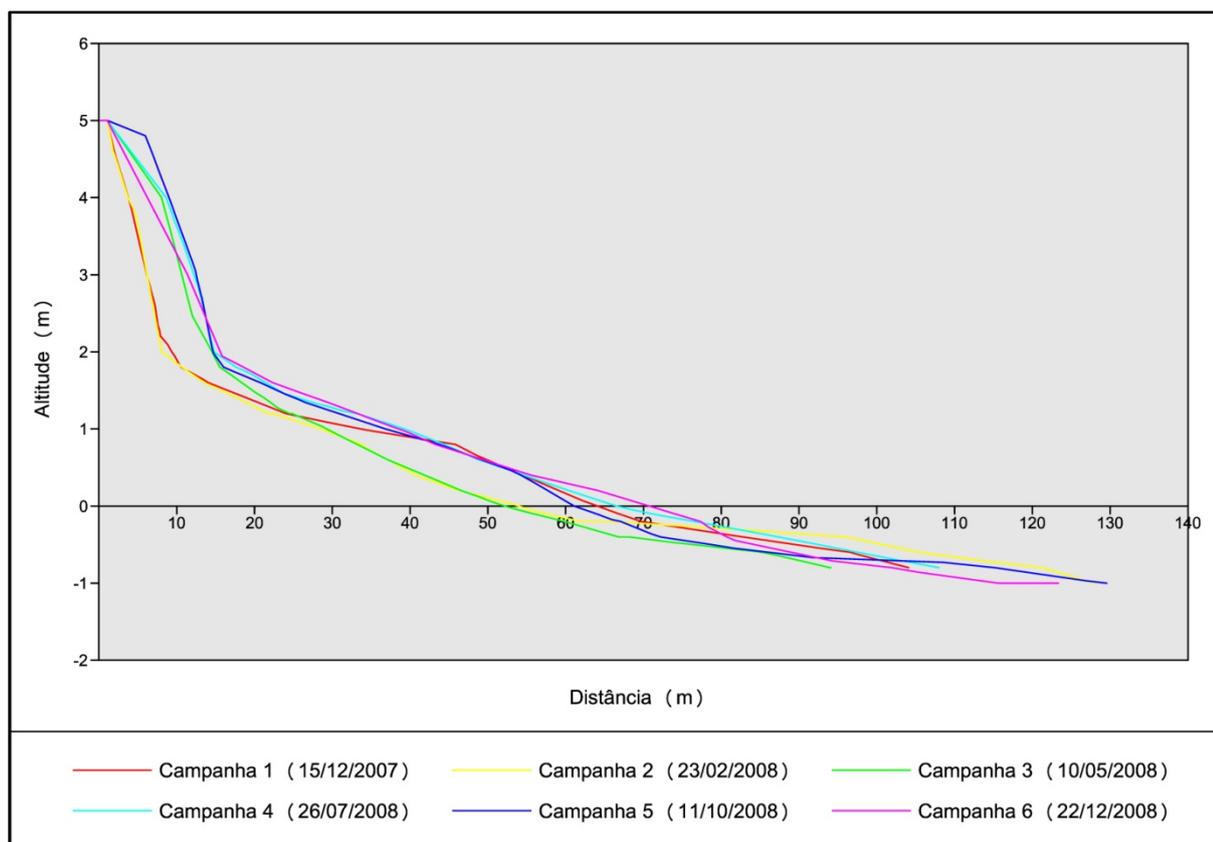


Figura 52 – Variação da morfologia do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Tabela 13 – Dados morfológicos do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados. Importante destacar que estes dados se referem ao sistema emerso da praia, ou seja, à porção subaérea acima do *datum* vertical.

Campanha	Declividade (°)	Largura (m)	Varição de largura (m)	Volume (m ³ /m)	Varição de volume (m ³ /m)	Varição de volume acumulado (m ³ /m)
1 (15/12/2007)	3,02	64,08	0	84,21	0	0
2 (23/02/2008)	3,08	53,99	-10,09	70,92	-13,29	-13,29
3 (10/05/2008)	2,97	52,16	-1,83	86,40	15,48	2,19
4 (26/07/2008)	1,93	66,57	14,41	106,05	19,65	21,84
5 (11/10/2008)	3,32	61,11	-5,46	105,60	-0,45	21,39
6 (22/12/2008)	3,01	70,71	9,60	105,14	-0,46	20,93

A diminuição da largura, provavelmente, foi ocasionada pelo evento de alta energia hidrodinâmica de setembro daquele ano que, embora não tenha causado maiores alterações sobre a morfologia praial, reduziu a largura do pós-praia neste perfil, onde se desenvolveu uma incipiente berma. Com relação à declividade da face da praia, a variação foi de 1,93° (campanha 4) a 3,32° (campanha 5).

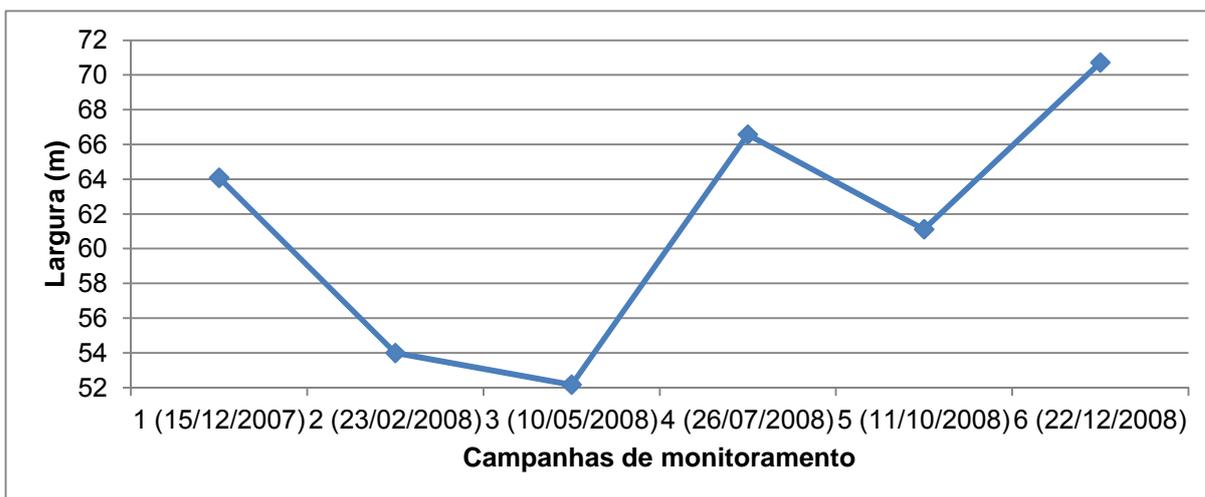


Figura 53 – Variação da largura (m) do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

A variação total de volume foi de 35,13 m³/m, sendo que o saldo final do monitoramento foi de 20,93 m³/m no pacote sedimentar. Esta variação deve-se, em parte, à rápida recuperação ocorrida entre maio (fim do período mais intenso de eventos de alta energia hidrodinâmica) e julho de 2008. Observa-se que ocorreu

acrécimo de volume entre as campanhas 2 e 3, demonstrando o caráter incipiente de alterações morfológicas ocasionadas pelo primeiro período de eventos de alta energia hidrodinâmica sobre o arco praial, a exemplo do ocorrido no perfil 1.

O maior volume total subaéreo foi constatado na campanha 4 (106,05 m³/m), sendo que o menor volume foi observado na campanha 2 (70,92 m³/m), marcando o ápice erosivo no período (Figura 54). A maior variação positiva de volume do estoque sedimentar subaéreo do perfil, entre uma campanha e sua subsequente, foi observada entre as campanhas 3 e 4, no ápice do período de acresção praial. Em contrapartida, a maior variação negativa de volume ocorreu entre as campanhas 1 e 2, no que pode ser considerado como o único período erosivo observado durante o monitoramento, já que os déficits observados nas campanhas 5 e 6 são muito pequenos, podendo ser considerados como períodos de estabilidade do estoque sedimentar subaéreo.

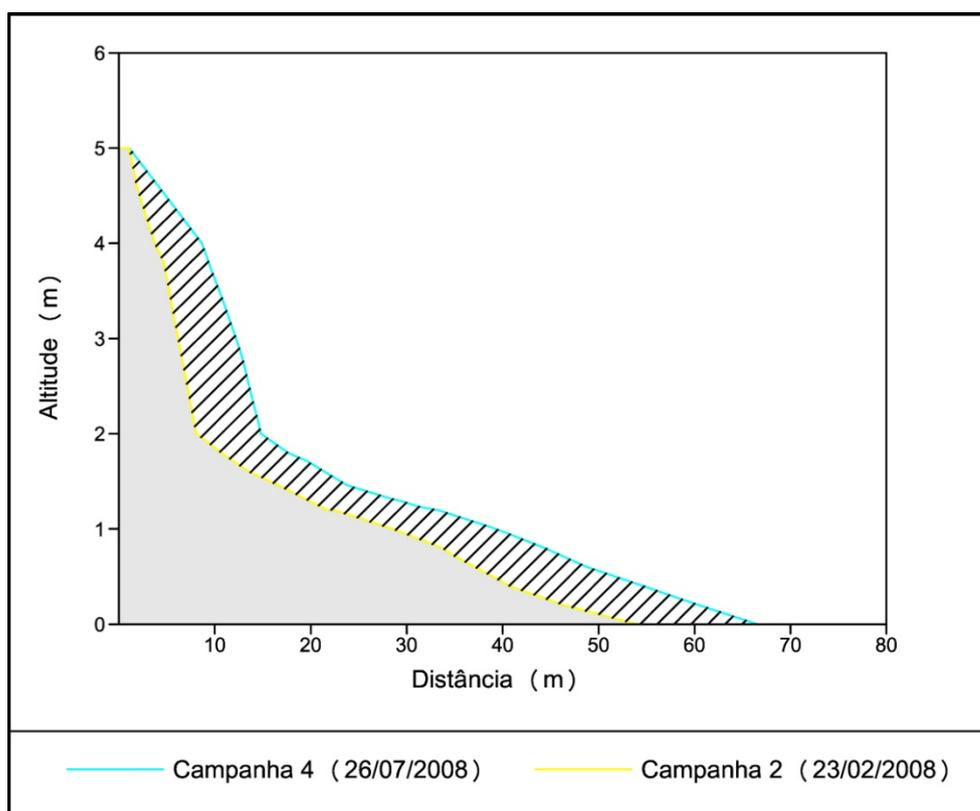


Figura 54 – Máximo acréscimo e erosivo do perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

A Figura 55 apresenta um gráfico que demonstra a evidente ocorrência de apenas um período erosivo, ocorrido no final do verão (campanha 2), sucedido por uma fase acresciva que se estendeu no período de outono até o meio do inverno (campanhas 3 e 4), assumindo um caráter de estabilidade nas últimas duas campanhas.

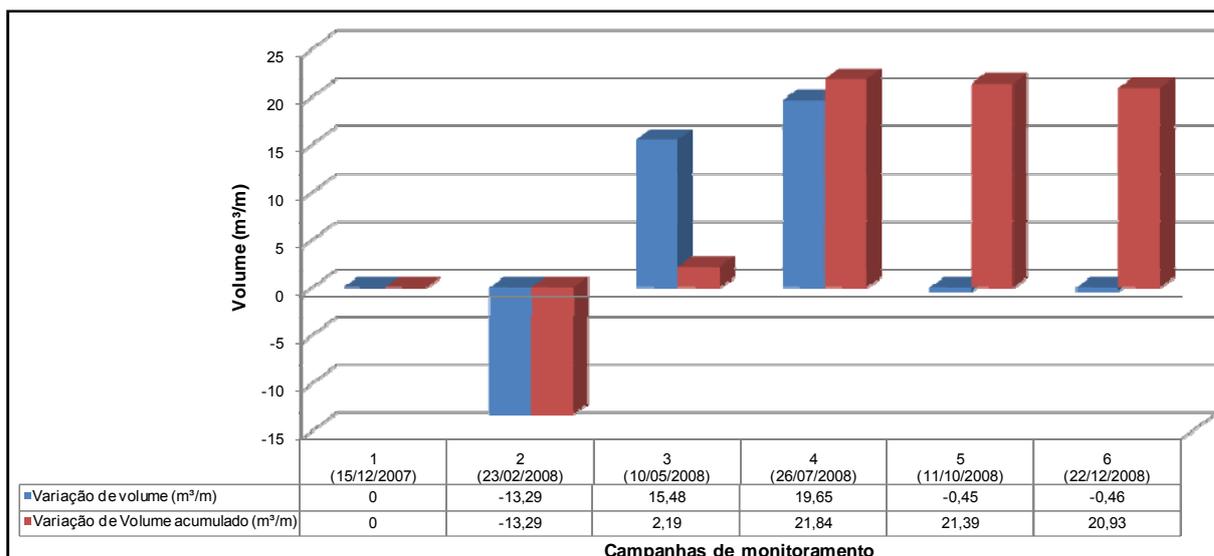


Figura 55 – Variação de volume (m^3/m) e de volume acumulado (m^3/m) no perfil 2 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

5.3.1.3 Perfil 3

O perfil 3 se localiza na porção mais a oeste da praia dos Naufragados, em coordenadas UTM 739.827,820 de longitude oeste e 6.919.012,620 de latitude sul, em altitude de 3,876 m (Figuras 56 e 57). Este perfil se localiza na porção mais exposta à ação direta dos agentes hidrodinâmicos, onde se observa feições de dunas frontais bastante instituídas, predominando as dunas semifixas por vegetação, sendo ancorada diretamente sobre o embasamento na porção extrema oeste.

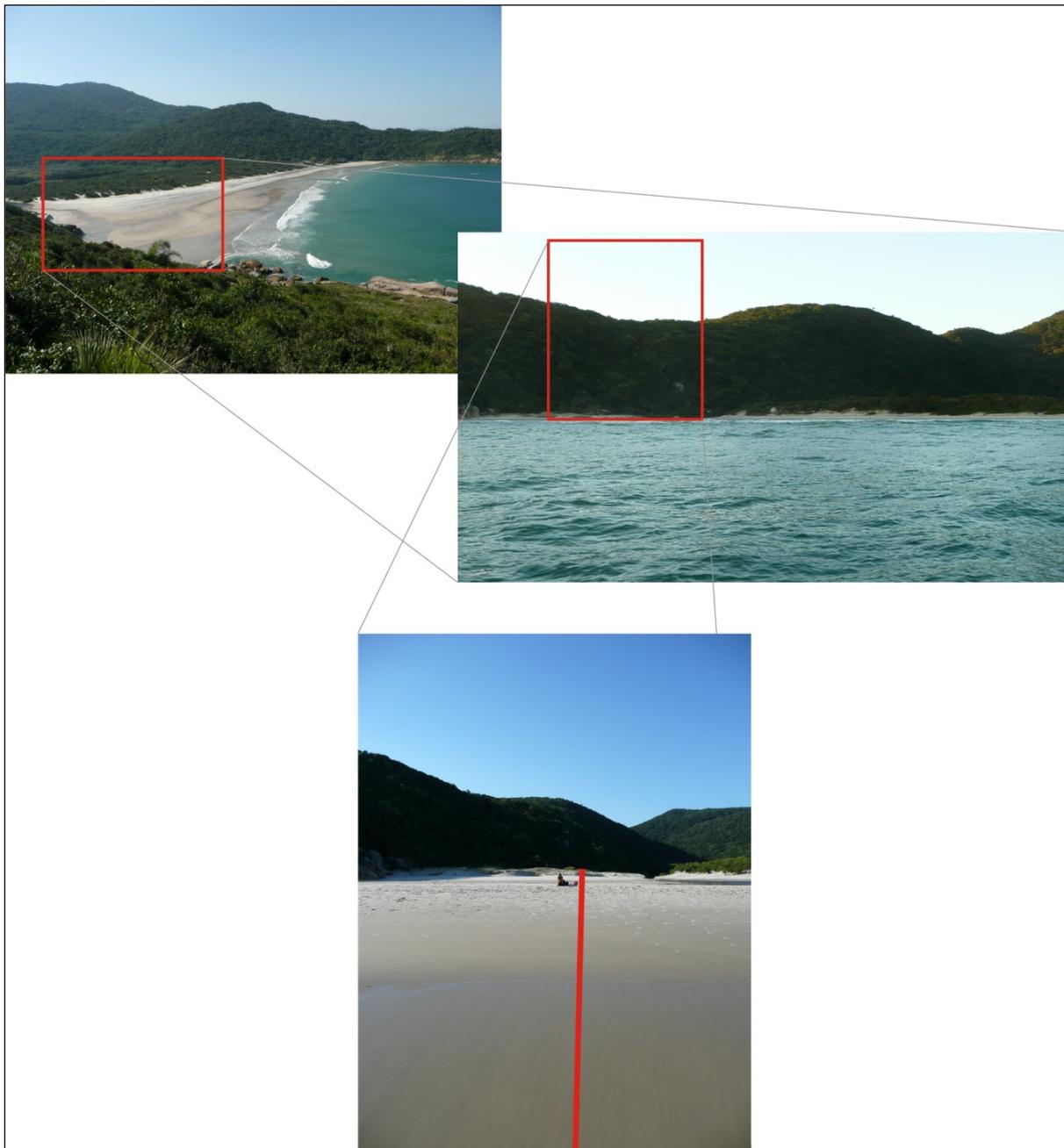


Figura 56 – Localização esquemática do perfil 3 na praia dos Naufragados.
Fotos: Alexandre Felix (03/07/2010; 26/07/2008; 15/12/2007).



Figura 57 – À esquerda, vista geral de oeste para leste e, à direita, de leste para oeste, a partir do eixo do perfil 3.

Fotos: Alexandre Felix (10/05/2008).

A influência antrópica neste trecho se resume a duas edificações, próximas uma da outra, assentadas sobre a área de dunas, que funcionam como residência de um dos moradores fixos mais antigos do lugar e ponto comercial durante a alta temporada de verão (Foto 21). No entorno destas edificações se dispõe o local de acampamento mais tradicional da praia dos Naufragados.



Foto 21 – Vista geral das edificações dispostas sobre as dunas próximas ao perfil 3.

Foto: Alexandre Felix (15/12/2007).

Este trecho da praia recebe o aporte direto do rio dos Naufragados que desemboca nesta porção e apresenta-se como importante agente morfogenético, principalmente em períodos de cheias, onde a correnteza dos fluxos fluviais erode o pós-praia (Foto 22). Em períodos de normalidade pluviométrica, observa-se grande alternância da foz deste rio, que se espraia sobre o trecho oeste do arco praial, sem leito definido, desembocando junto à zona de espriamento.



Foto 22 – Vista geral demonstrando o potencial morfogenético do rio dos Naufragados sobre o pós-praia, denotado pela forte dissecação provocada pelo aumento do fluxo decorrente dos eventos pluviométricos extremos ocorridos em outubro e novembro de 2008.

Foto: Alexandre Felix (22/12/2008).

A Figura 58 apresenta o comportamento morfológico observado no perfil 3 durante o período de monitoramento. Com a maior mobilidade entre os perfis analisados, este perfil apresentou morfologia com berma bastante instituída no pós-praia nas campanhas 1, 2, 3 e 4, sendo a morfologia em forma de rampa relativamente plana nas campanhas 5 e 6. A mobilidade foi observada na face da duna frontal e no pós-praia, denotando elevadas trocas de sedimentos entre as zonas do sistema emerso, como também, destas com o sistema submerso, já que a mobilidade na antepraia superior apresentou-se bastante considerável. A Tabela 14 apresenta os valores e variações da declividade da face da praia, da largura e do volume ao longo do perfil 3 durante o período de monitoramento.

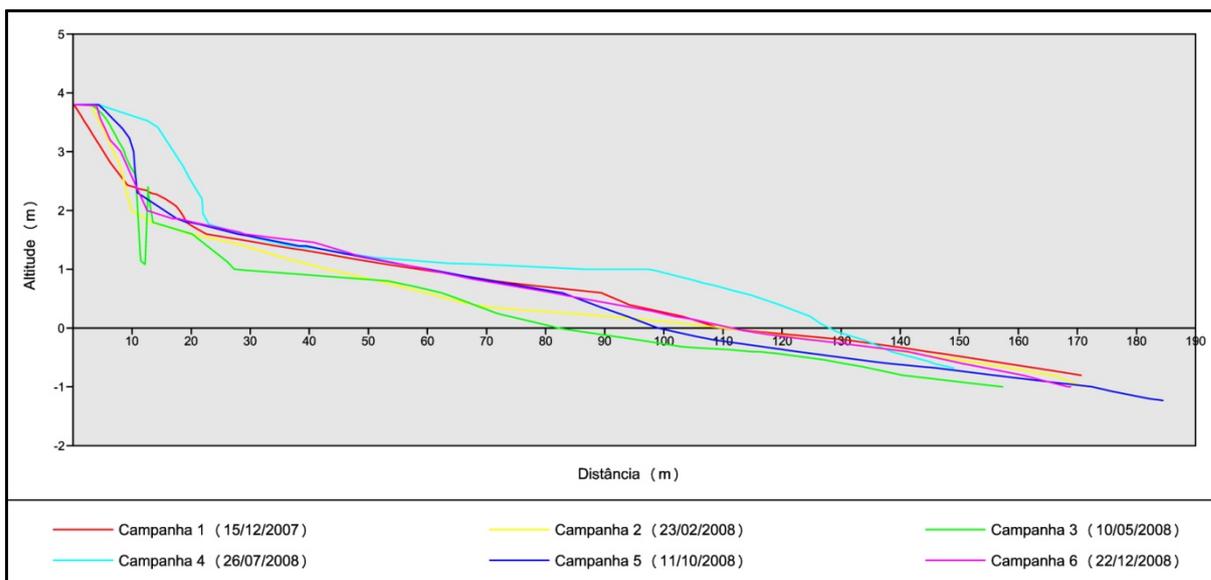


Figura 58 – Variação da morfologia do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Tabela 14 – Dados morfológicos do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados. Importante destacar que estes dados se referem ao sistema emerso da praia, ou seja, à porção subaérea acima do *datum* vertical.

Campanha	Declividade (°)	Largura (m)	Varição de largura (m)	Volume (m ³ /m)	Varição de volume (m ³ /m)	Varição de volume acumulado (m ³ /m)
1 (15/12/2007)	1,77	109,47	0	133,05	0	0
2 (23/02/2008)	0,65	110,23	0,73	106,45	-26,60	-26,60
3 (10/05/2008)	1,34	82,23	-28,00	97,19	-9,26	-35,86
4 (26/07/2008)	1,96	128,04	45,81	183,03	85,84	49,98
5 (11/10/2008)	2,17	99,06	-28,98	135,57	-47,46	2,52
6 (22/12/2008)	1,29	111,51	12,45	136,91	1,34	3,86

A largura da praia variou entre 128,04 m e 82,23 m, sendo as maiores larguras ocorridas nas campanhas 6 e 4 (a exemplo do perfil 2, que também apresentou as maiores larguras nestas campanhas) e, as menores, nas campanhas 3 e 5. Na Figura 59 observa-se a completa alternância ocorrente com relação à largura da praia no perfil 3, demonstrando a elevada taxa de mobilidade deste perfil. Com relação à declividade da face da praia, a variação foi de 0,65° (campanha 2) a 2,17° (campanha 5).

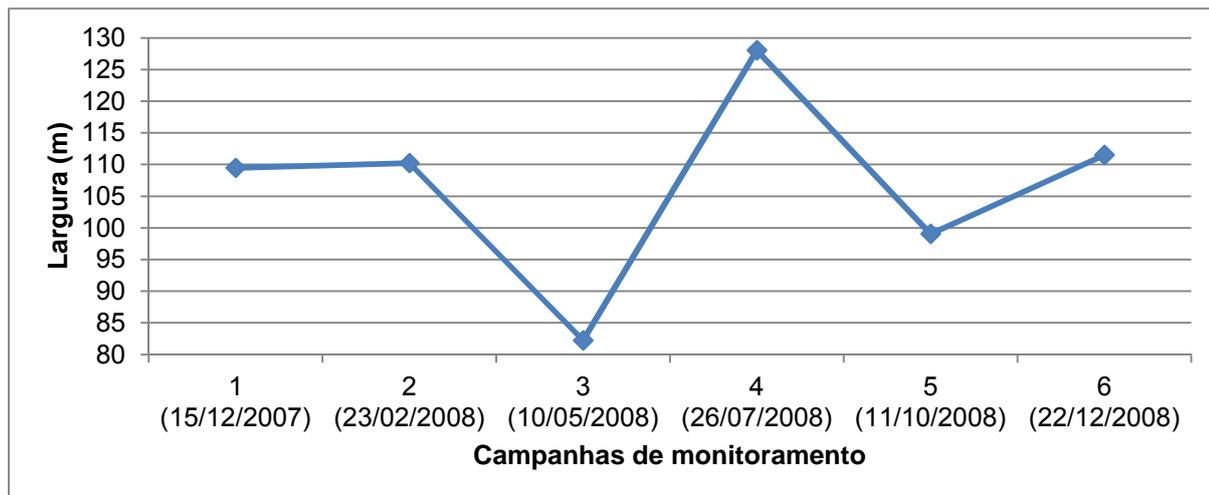


Figura 59 – Variação da largura (m) do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

A variação total de volume foi de 85,84 m³/m, sendo que o saldo final do monitoramento foi de 3,86 m³/m no pacote sedimentar. Estes dados demonstram que, mesmo sendo evidenciadas elevadas variações, esta porção da praia recebe significativos aportes de sedimentos que proporcionam rápidas recuperações após períodos de forte erosão. É o caso da campanha 4, que apresentou um acréscimo de 85,84 m³/m após um período erosivo que se mantinha nas campanhas 2 e 3, constituindo-se na maior variação positiva de volume do estoque sedimentar subaéreo do perfil, entre uma campanha e sua subsequente, além de ser a maior variação de volume observado durante o período monitorado, não só neste perfil, mas em todo o arco praiar. Em contrapartida, a maior variação negativa de volume ocorreu entre as campanhas 4 e 5.

Novamente se confirma o caráter incipiente sobre o arco praiar, dos eventos de alta energia hidrodinâmica ocorridos entre o final de abril e início de maio de 2008, onde as taxas de erosão apresentadas entre o período de fevereiro a maio de 2008 foram inferiores às ocorridas entre dezembro de 2007 a fevereiro de 2008, demonstrando normalidade morfológica, com certa tendência erosiva, independentemente de ocorrência de eventos de alta energia hidrodinâmica, a exemplo do ocorrido nos perfis 1 e 2.

O maior volume total subaéreo foi constatado na campanha 4 (183,03 m³/m), sendo que o menor volume foi observado na campanha 3 (97,19 m³/m) (Figura 60). A Figura 61 apresenta um gráfico que demonstra o evidente período acrescivo, de elevado gradiente, sucedido por uma fase erosiva menos intensa, porém,

considerável. Este fator resultou no equilíbrio do volume de estoque sedimentar subaéreo observado entre o início e o término do monitoramento.

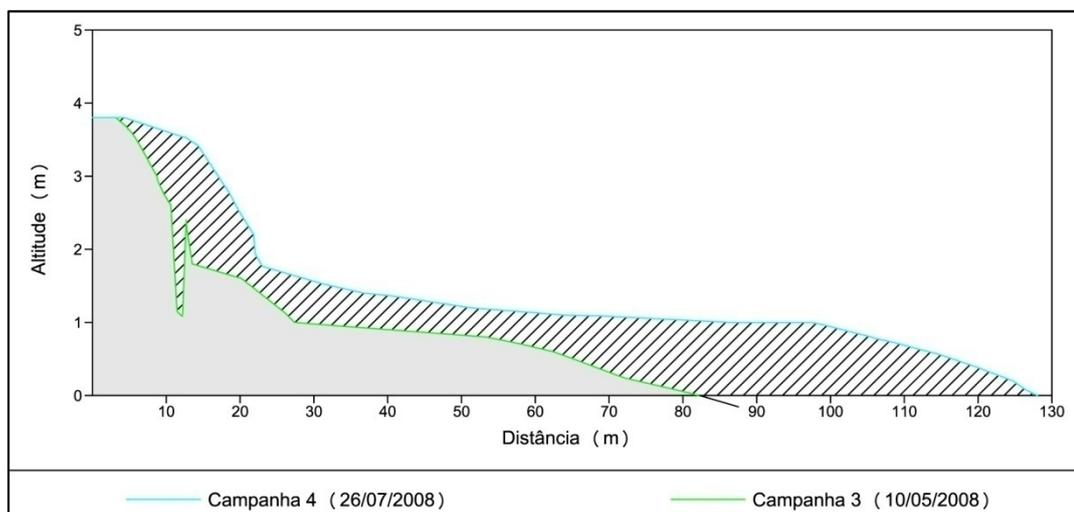


Figura 60 – Máximo acrescivo e erosivo do perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

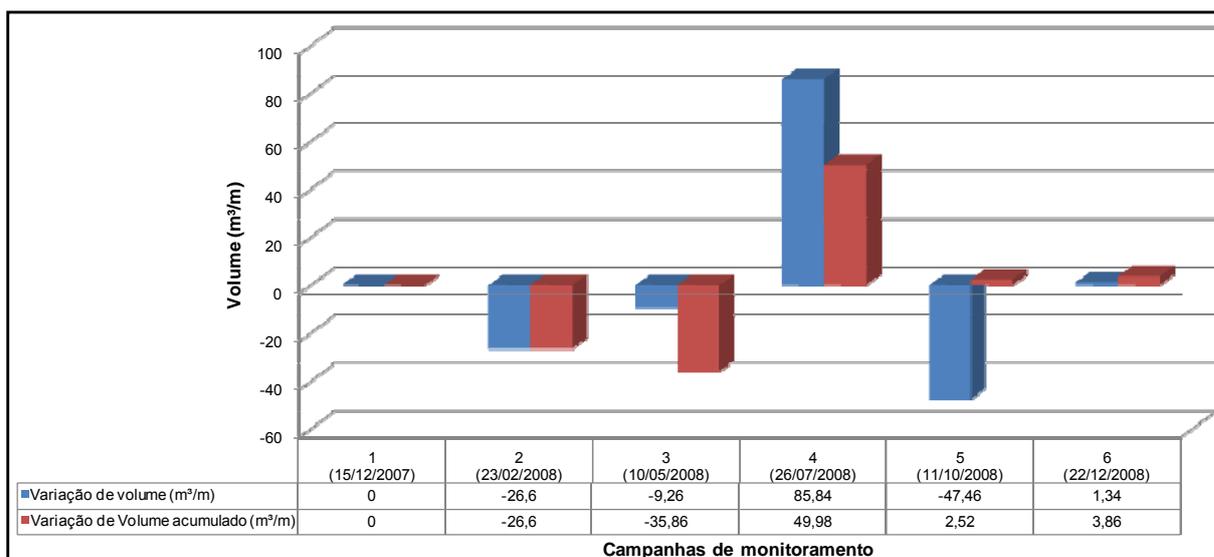


Figura 61 – Variação de volume (m³/m) e de volume acumulado (m³/m) no perfil 3 durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

5.3.1.4 Análise morfométrica geral dos perfis

Na Tabela 15 apresentam-se os dados relativos à variação de volume nos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados, sendo os valores relativos à erosão expressos em vermelho e, à acresção, em preto.

Tabela 15 – Variação de volume nos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Campanha	Variação de volume (m ³ /m)		
	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
1 (15/12/2007)	0	0	0
2 (23/02/2008)	-8,87	-13,29	-26,60
3 (10/05/2008)	-6,54	15,48	-9,26
4 (26/07/2008)	4,62	19,65	85,84
5 (11/10/2008)	0	-0,45	-47,46
6 (22/12/2008)	0,25	-0,46	1,34

No mês de fevereiro de 2008 (campanha 2), todos os perfis apresentaram-se em período erosivo. Em contrapartida, no mês de julho de 2008 (campanha 4), observou-se que todos os perfis apresentavam-se em período acrescivo.

Na campanha 3, observou-se que os perfis 1 e 3, situados nos extremos leste e oeste da praia, apresentavam-se em período erosivo, enquanto o perfil 2, no centro da praia, em período acrescivo, sendo o saldo de volume (diferença entre erosão e acrescção) quase nulo (-0,32 m³/m). Nas campanhas 5 e 6, observa-se um período de estabilidade do volume subaéreo, com exceção do grande decréscimo observado no perfil 3 da campanha 5. Como este evento erosivo ocorreu apenas nesta porção oeste da praia, pode ser explicado, em parte, pela forte dissecação provocada pelo aumento do fluxo do rio dos Naufragados decorrente dos eventos pluviométricos extremos, iniciados pouco antes da referida campanha de monitoramento e que se prolongaram até a primeira quinzena do mês de novembro daquele ano.

De modo geral, distinguem-se três fases bem definidas no período de monitoramento. A primeira fase caracteriza-se como um período erosivo que predominou nos meses próximos à campanha 2, sendo nesta campanha observada a maior taxa de erosão do arco praiial, totalizando um déficit de 48,76 m³/m no volume subaéreo nos perfis monitorados.

Após este período de erosão, observou-se uma fase de intensa acrescção, que apresentou seu ápice no mês de julho de 2008, onde a taxa de deposição de sedimentos nos perfis monitorados foi de 110,11 m³/m. A terceira fase, ocorrida entre os meses de outubro a dezembro de 2008 (campanhas 5 e 6), é caracterizada

como uma fase de estabilidade, onde os índices de erosão e/ou acresção são bastante incipientes.

Os valores referentes à variação de largura nos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados encontram-se apresentados na Tabela 16, sendo os valores relativos à diminuição de largura expressos em vermelho e, ao aumento, em preto. De modo geral, pode-se afirmar que a largura dos perfis, na maioria dos casos, acompanhou as tendências dos processos atuantes, aumentando ou diminuindo de acordo com o caráter erosivo ou acrescivo em que se encontrava cada porção praial.

Tabela 16 – Variação da largura dos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Campanha	Variação de largura (m)		
	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
1 (15/12/2007)	0	0	0
2 (23/02/2008)	-7,91	-10,09	0,73
3 (10/05/2008)	-3,18	-1,83	-28,00
4 (26/07/2008)	4,13	14,41	45,81
5 (11/10/2008)	2,06	-5,46	-28,98
6 (22/12/2008)	5,21	9,60	12,45

De acordo com os dados coletados em campo, as larguras dos perfis variaram entre 52,16 m (perfil 2 em 10/05/2008) e 128,04 m (perfil 3 em 26/07/2008). Durante o período monitorado, a praia apresentou-se mais larga na porção oeste (perfil 3) e mais estreita no centro e leste (perfis 2 e 1).

A largura média do perfil 1 (Yb) foi de 66,63 m, sendo o índice de mobilidade do pós-praia (δY_b) neste perfil de 4,53 m e o coeficiente de variação da linha de costa (CV%) de 6,80. No perfil 2, o valor de Yb foi de 61,44 m, com δY_b de 7,22 m e o CV% de 11,75. O perfil 3 apresenta Yb calculado de 106,76 m, com δY_b de 15,20 m e CV% de 14,24. Com relação aos valores de declividade da face praial, constata-se que variaram entre 0,65° e 3,33°, em geral, declividades de caráter bastante suave. O perfil 1, que representa a porção mais a leste da praia, apresentou uma média de 1,91°. Na porção central do arco praial, representado

pelo perfil 2, observou-se o maior valor médio de declividade, com 2,89°. O menor valor foi observado na porção mais a oeste, onde o perfil 3 apresentou declividade média de 1,53°.

5.3.1.5 Classificação morfodinâmica dos perfis

A Tabela 17 apresenta os parâmetros morfológicos, morfométricos, hidrodinâmicos, granulométricos e oceanográficos de interesse para a classificação morfodinâmica de cada perfil monitorado na praia dos Naufragados, segundo a classificação apresentada por Wright e Short (1984). O cálculo destes parâmetros foi efetuado através da média dos dados apresentados por cada perfil monitorado.

Tabela 17 – Parâmetros morfodinâmicos dos perfis analisados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Parâmetro	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
Yb (m)	66,63	61,44	106,76
δYb (m)	4,53	7,22	15,20
CV%	6,80	11,75	14,24
Declividade (°)	1,91	2,89	1,53
Mz (Ø)	2,58	2,57	2,53
Mz (mm)	0,167	0,168	0,173
W_s (cm/s)	1,86	1,87	1,96
W_m (cm/s)	1,41	1,42	1,49
H_b (m)	0,27	0,42	0,75
t (s)	9,17	8,83	8,92
Ω	1,75	2,60	4,49

Yb – largura da praia; δYb – índice de mobilidade do pós-praia (desvio padrão de Yb); CV% – coeficiente de variação da linha de costa; Declividade – declividade média da face da praia; Mz – diâmetro médio do grão em Ø e em mm; W_s – velocidade de sedimentação das partículas; W_m – ajuste de W_s para partículas irregulares; H_b – altura significativa de onda; t – período de onda; Ω – parâmetro adimensional ômega.

No perfil 1, situado na porção mais a leste da praia dos Naufragados, foi calculado o valor de 1,75 para o parâmetro adimensional ômega que, associado às

demais características apresentadas, indica o enquadramento do perfil ao estágio intermediário terraço de maré baixa (WRIGHT; SHORT, 1984). A largura média da praia foi de 66,63 m, com índice de mobilidade do pós-praia de 4,53 m e coeficiente de variação da linha de costa de 6,80%. A declividade média da face da praia foi de 1,91°, sendo constituída por areias finas com média do tamanho de grão de 2,58 Ø (0,167 mm). A velocidade de sedimentação das partículas, ajustada para partículas irregulares e em temperatura média da água em torno de 22°C, foi de 1,41 cm/s, sendo a altura significativa de ondas de 0,27 m, com período médio de 9,17 s.

No perfil 2, demarcado na porção central da praia, o valor do parâmetro adimensional ômega foi de 2,60, sendo correspondente ao estágio intermediário bancos transversais (WRIGHT; SHORT, 1984). A largura média da praia foi de 61,64 m, com índice de mobilidade do pós-praia de 7,22 m e coeficiente de variação da linha de costa de 11,75%. A declividade média da face praial foi de 2,89°, sendo constituída por areias finas (média do tamanho de grão de 2,57 Ø ou 0,168 mm). A velocidade de sedimentação das partículas, ajustada para partículas irregulares e em temperatura média da água em torno de 22°C, foi de 1,42 cm/s, com altura significativa de ondas de 0,42 m e período médio de 8,86 s.

No perfil 3, que se situa na porção mais a oeste da praia, o valor do parâmetro adimensional ômega foi de 4,49, enquadrando o perfil no estágio banco e calha longitudinal (WRIGHT; SHORT, 1984). A largura média da praia foi de 106,76 m, com índice de mobilidade do pós-praia de 15,20 m e coeficiente de variação da linha de costa de 14,24%. A declividade média da face praial foi de 1,53°, sendo constituída por areias finas (média do tamanho de grão de 2,53 Ø ou 0,173 mm). A velocidade de sedimentação das partículas, ajustada para partículas irregulares e em temperatura média da água em torno de 22°C, foi de 1,49 cm/s, com altura significativa de ondas de 0,75 m e período médio de 8,92 s.

5.3.2 Análise tridimensional

Ao contrário das análises bidimensionais, as abordagens neste item serão efetuadas por campanha de monitoramento, devido ao fato de que as análises

qualitativas elaboradas se referem à totalidade do arco praial, sendo sua sistematização concernente à cada campanha.

Cabe destacar que as análises efetuadas neste item são predominantemente qualitativas, com intuito de identificação e correlação de feições rítmicas e demais características morfológicas que auxiliem na compartimentação morfológica do arco praial nas diferentes campanhas analisadas.

Pertinente, ainda neste ponto, a consideração de que as morfologias e irregularidades na antepraia superior, notoriamente, não adquirem o mesmo detalhamento daquelas do pós-praia, principalmente, pelo fato de que sua visualização, no momento de coleta dos pontos de campo, é prejudicada, por estarem submersas, dificultando a identificação e, da mesma forma, a representação destas feições.

5.3.2.1 Campanha 1

Analisando o arco praial dos Naufragados na campanha 1, especificamente sobre as características de declividade, apresentadas na Figura 62, pode-se distinguir que predominam as declividades entre 1° e 2° , tendência acompanhada pela antepraia superior. No entanto, na porção mais a oeste, observa-se que o arco praial apresenta-se mais plano, em contraposição à porção central da praia, onde as declividades são mais elevadas.

Portanto, pode-se distinguir três porções distintas no que se refere às declividades no arco praial: a) localizada mais a leste, predominam declividades entre 1° e 2° ; b) correspondente à porção central da praia, onde observa-se o predomínio de classes de declividades mais elevadas, variando entre 2° e 4° ; c) localizada mais a oeste na praia, com predominância de declividades menos elevadas, onde as áreas mais planas com declividades até 1° ocupam grandes porções.

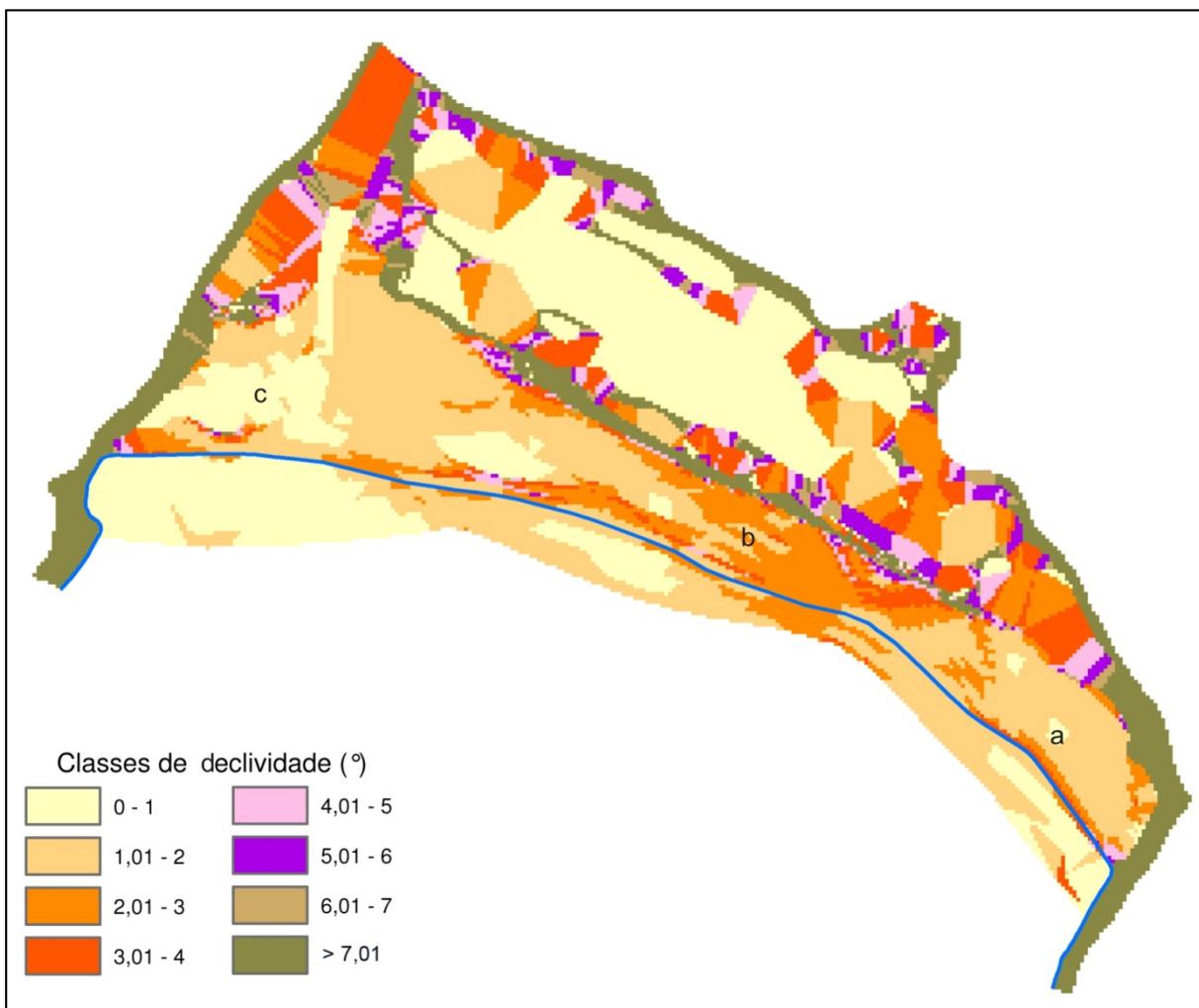


Figura 62 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 1 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de declividades entre 1° e 2°; b) predomínio de classes de declividades entre 2° e 4°; c) predomínio de declividades com até 1°.

A análise e interpretação dos mapas hipsométricos da campanha 1 permitiram a identificação de embaiamentos e algumas feições morfológicas indicadas na Figura 63.

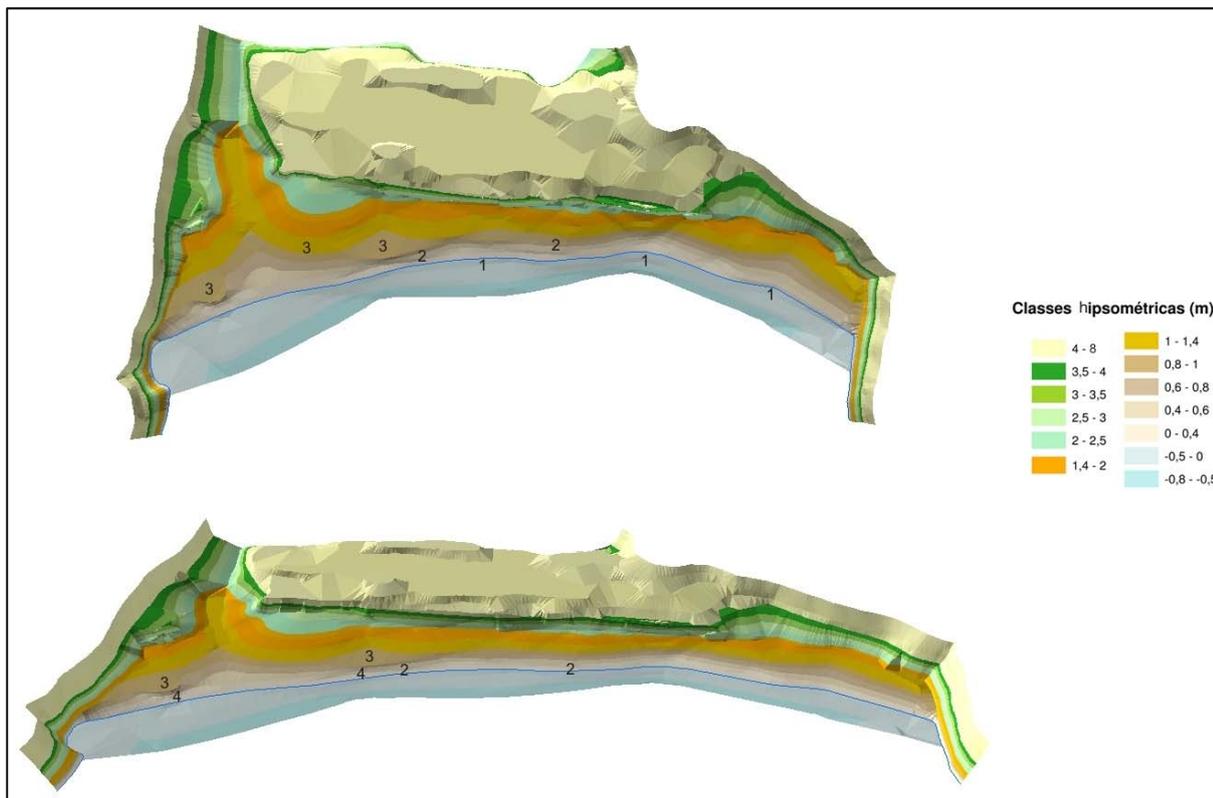


Figura 63 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exagero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção inferior, com exagero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 1 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaçamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) crista de berma.

Na porção mais a leste da praia, observa-se a morfologia plana, com um suave embaçamento no estirâncio, conforme identificado em campo durante o monitoramento. Na porção central, ocorrem embaçamentos, pequenas cúspides e bermas com cristas evidentes e bem instituídas.

Na porção mais a oeste, por sua vez, nota-se a morfologia plana nas bermas, que apresentam cristas bastante evidentes, sendo que a antepraia apresenta-se bem mais desenvolvida, fator inferido pelo fato de que a linha de fechamento do MDT apresenta-se na cota batimétrica de -0,80 m em toda a enseada, sendo mais larga nesta porção, evidenciando um menor gradiente de declividade.

A representação *face* demonstrou-se bastante útil no sentido de visualização e identificação de feições rítmicas e demais morfologias presentes na campanha 1, ao passo que permitiu o destaque destas variadas feições, desde pequenas irregularidades na superfície praias até as cúspides e cristas de bermas mais evidentes.

Conforme pode ser observado na Figura 64, as morfologias identificadas pelo mapa hipsométrico adquirem maior destaque na representação *face*, devido principalmente, ao maior exagero vertical e às técnicas de iluminação e textura, que realçam as formas e evidenciam as irregularidades na morfologia praial.

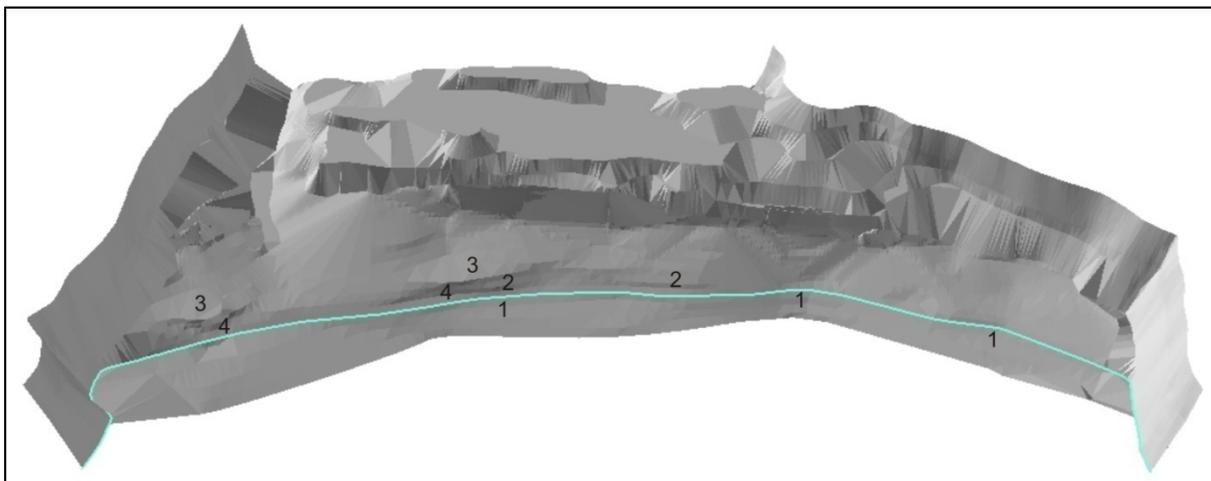


Figura 64 – Área de estudo representada em *face* (em perspectiva e com exagero vertical de 10 vezes) durante a campanha 1 de monitoramento na praia dos Naufragados. Observa-se que as porções leste e oeste da praia apresentam menos irregularidades que a porção central, onde: 1) embaçamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) crista de berma.

5.3.2.2 Campanha 2

Na campanha 2, as características de declividade no arco praial dos Naufragados indicam uma continuidade com relação ao observado na campanha 1, ou seja, a ocorrência de três porções distintas. Porém, nesta campanha, estas porções apresentam-se mais bem delimitadas, como pode ser observado na Figura 65.

Esta melhor distinção também pode ser observada ao se comparar as declividades predominantes nas áreas emersas e submersas do sistema praial. Nas áreas emersas, como na campanha anterior, predominam declividades entre 1° e 2°. No entanto, nas áreas submersas, a antepraia superior apresenta declividades mais suaves, com até 1°.

Com relação as três porções distintas, aquela mais a leste da praia possui declividades entre 1° e 3°, sendo na porção central do arco praial observada a predominância de classes de declividades variando entre 2° e 4°. Na porção mais a oeste na praia, observa-se que o arco praial apresenta-se mais plano, predominando declividades até 2°, em contraposição às demais porções, onde as declividades são mais elevadas.

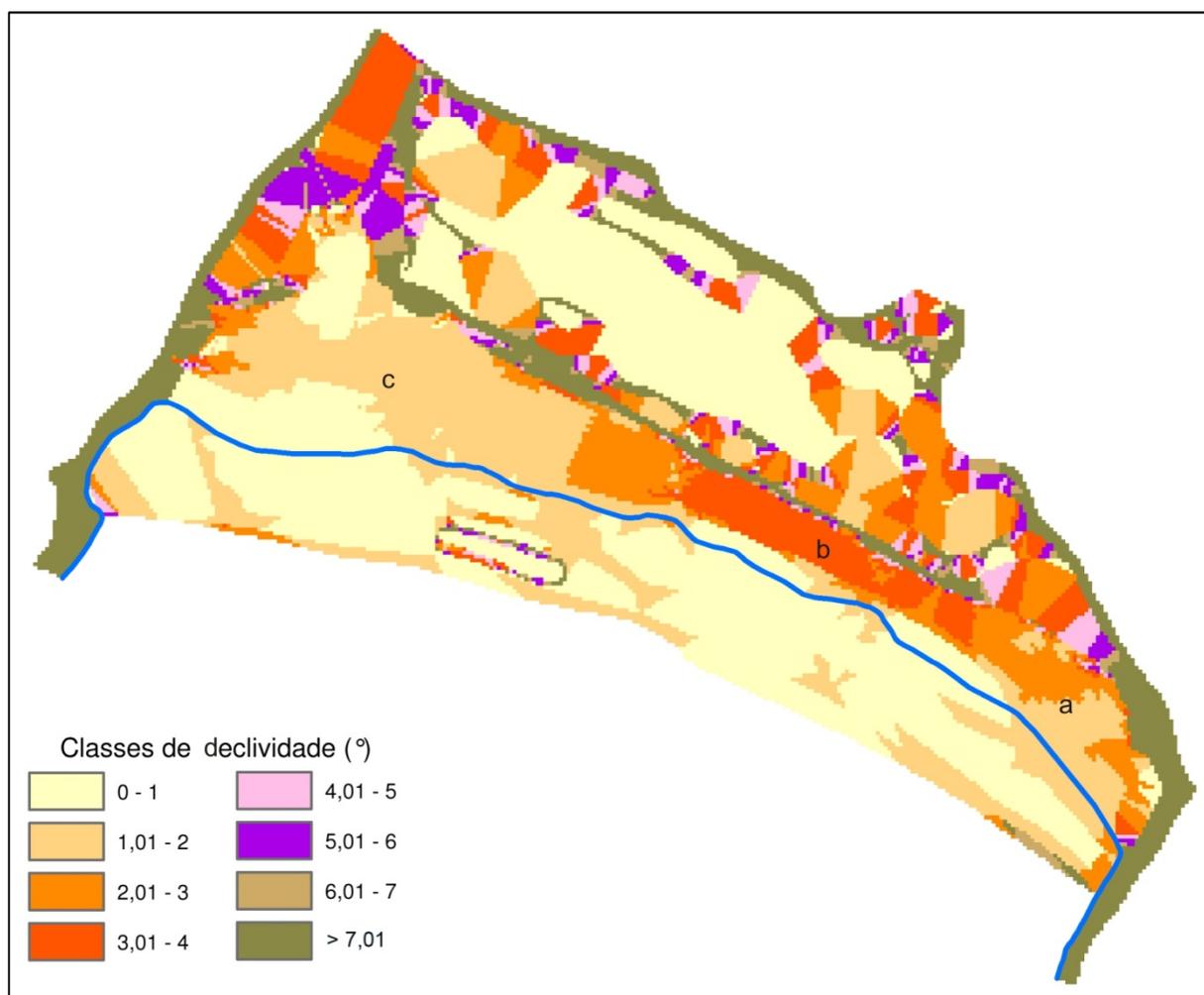


Figura 65 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 2 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de declividades entre 1° e 3°; b) predomínio de classes de declividades entre 2° e 4°; c) predomínio de declividades com até 2°.

A análise e interpretação dos mapas hipsométricos desta campanha ocasionou a identificação de embaiamentos, cúspides e berma nas áreas emersas, além de formas que indicam a ocorrência de banco e calha longitudinal na antepraia superior na porção centro-oeste da praia (Figura 66).

Na porção leste da praia, observa-se morfologia plana e linha de costa reta, sem embaiamento no estirâncio e ausência de feições rítmicas significativas. Na porção central, ocorrem embaiamentos e pequenas cúspides. Na porção oeste, por sua vez, nota-se uma berma bem instituída, com morfologia plana.

Com relação à antepraia superior, nota-se que a linha de fechamento do MDT (cota batimétrica de -1,0 m) apresenta-se com a mesma distância da linha de costa em toda a enseada, evidenciando um gradiente de declividade bastante homogêneo. No entanto, as irregularidades apresentadas na porção centro-oeste indicam a presença de banco e calha longitudinal, que não ficou mais bem demarcado devido às dificuldades de identificação destas feições em zonas submersas sob forte hidrodinâmica, fatores que prejudicaram a coleta de pontos topográficos.

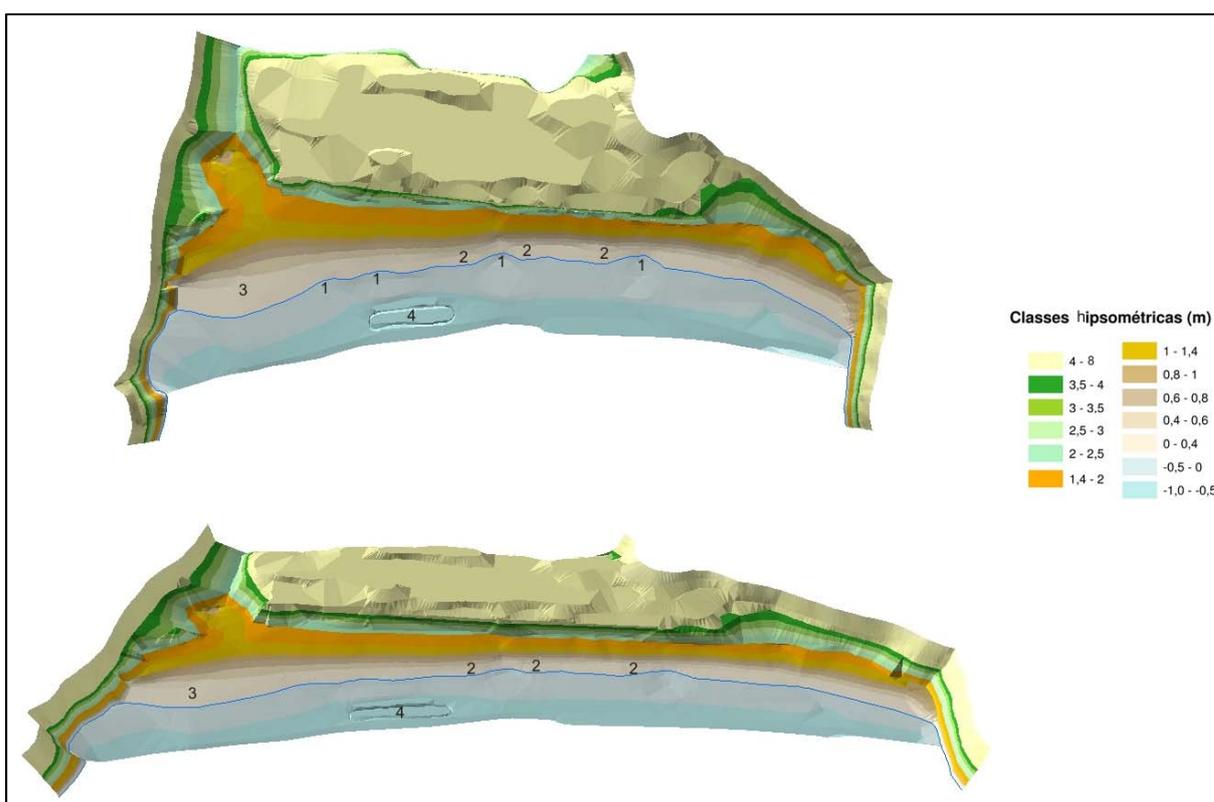


Figura 66 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exagero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção inferior, com exagero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 2 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) banco e calha longitudinal.

A visualização proporcionada pela representação *face* da campanha 2, permitiu a identificação destas feições morfológicas citadas, de forma mais evidente, como pode ser observado na Figura 67, onde as morfologias indicadas no mapa hipsométrico adquirem maior destaque, conforme explicado anteriormente.

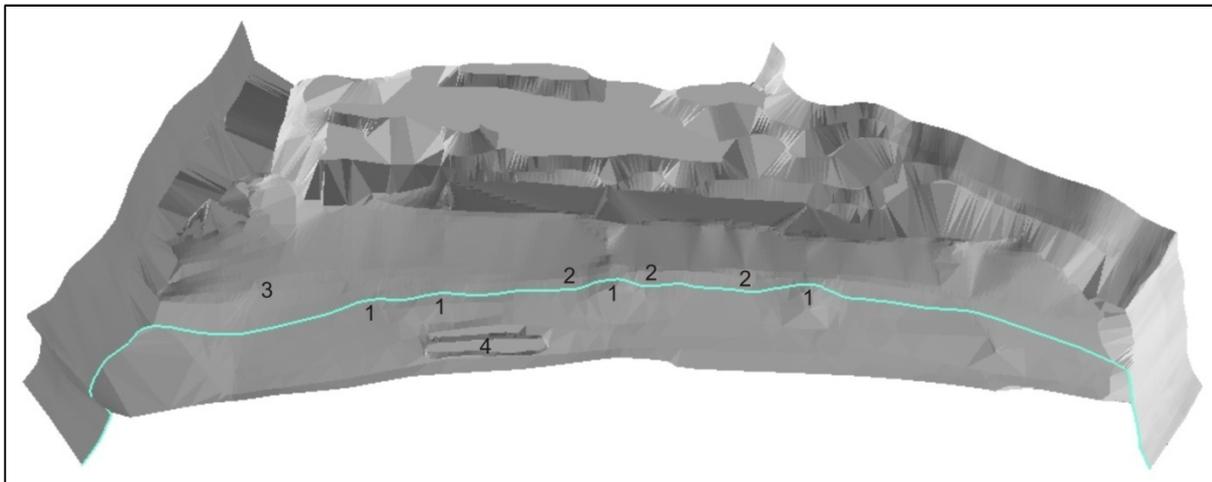


Figura 67 – Área de estudo representada em *face* (em perspectiva e com exagero vertical de 10 vezes) durante a campanha 2 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaixamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) banco e calha longitudinal.

5.3.2.3 Campanha 3

Com relação às características de declividade no arco praiar dos Naufragados na campanha 3, embora seja visível a ocorrência de três porções distintas, observa-se um aumento no gradiente com relação aos meses anteriores, como pode ser observado na Figura 68. A distinção entre as áreas emersas e submersas do sistema praiar, conforme ocorrido na campanha anterior, também pode ser observada. Enquanto ocorre uma ampla variação de classes de declividades nas áreas emersas (entre 1° e 6°), nas áreas submersas ocorre uma ampla predominância de declividades mais suaves com até 1° .

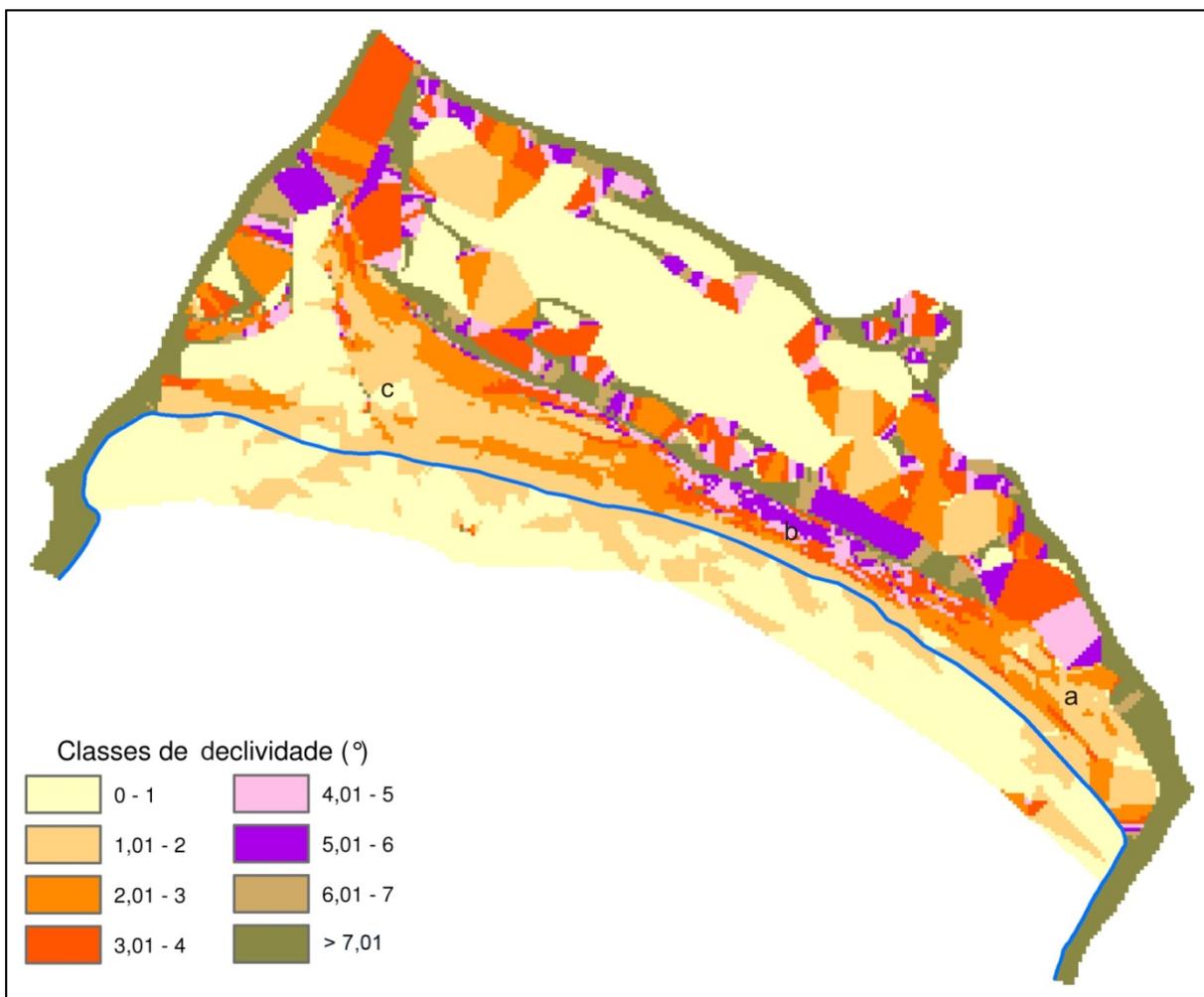


Figura 68 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 3 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de declividades entre 1° e 4°; b) predomínio de classes de declividades entre 1° e 6°; c) predomínio de declividades com até 3°.

A porção mais a leste da praia possui declividades predominantes entre 1° e 4°, sendo semelhante à porção mais a oeste, onde as declividades predominantes oscilam entre as classes até 3°. Porém, na porção central, observa-se uma ampla variedade de classes, com grande ocorrência das mais declivosas com até 6°.

A análise e interpretação sobre os mapas hipsométricos desta campanha proporcionou a identificação de embaiamentos e uma berma com crista bem definida na porção mais oeste da praia, além de evidenciar a morfologia bastante acidentada da porção central do pós-praia e a completa ausência de feições rítmicas.

Nas áreas submersas, ficaram evidentes algumas irregularidades provocadas por pequenas rupturas de declive. No entanto, devido às dificuldades com relação à coleta de pontos, conforme explicado anteriormente, a continuidade lateral destas irregularidades não foi detectada.

Na porção mais a leste da praia, observa-se morfologia plana e linha de costa levemente curvada, porém, sem embaiamentos no estirâncio. Na porção central, ocorre grande irregularidade topográfica no pós-praia, enquanto que, na porção mais a oeste, observa-se a presença de uma berma com morfologia plana e crista bem instituída (Figura 69).

Com relação à antepraia superior, nota-se que a linha de fechamento do MDT (cota batimétrica de -0,8 m) não se apresenta uniforme ao longo da enseada, denotando bastante heterogeneidade com relação às isóbatas nesta campanha, fator que demonstra alterações substanciais com relação à campanha anterior.

Na Figura 70 apresenta-se a representação *face*, que permite a identificação destas feições morfológicas da campanha 3, de forma mais destacada, sobretudo, com relação às irregularidades topográficas ocorrentes na porção central da praia dos Naufragados.

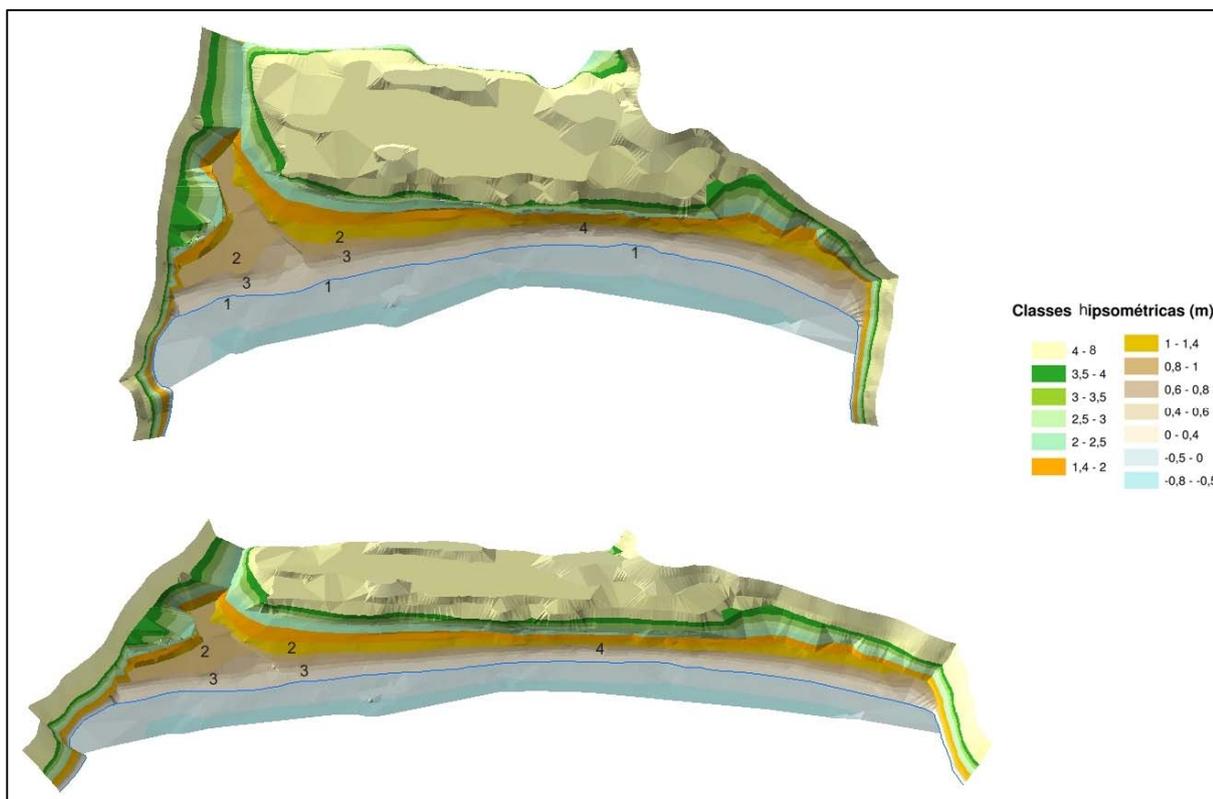


Figura 69 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exagero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção inferior, com exagero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 3 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) berma; 3) crista de berma; 4) irregularidades topográficas.

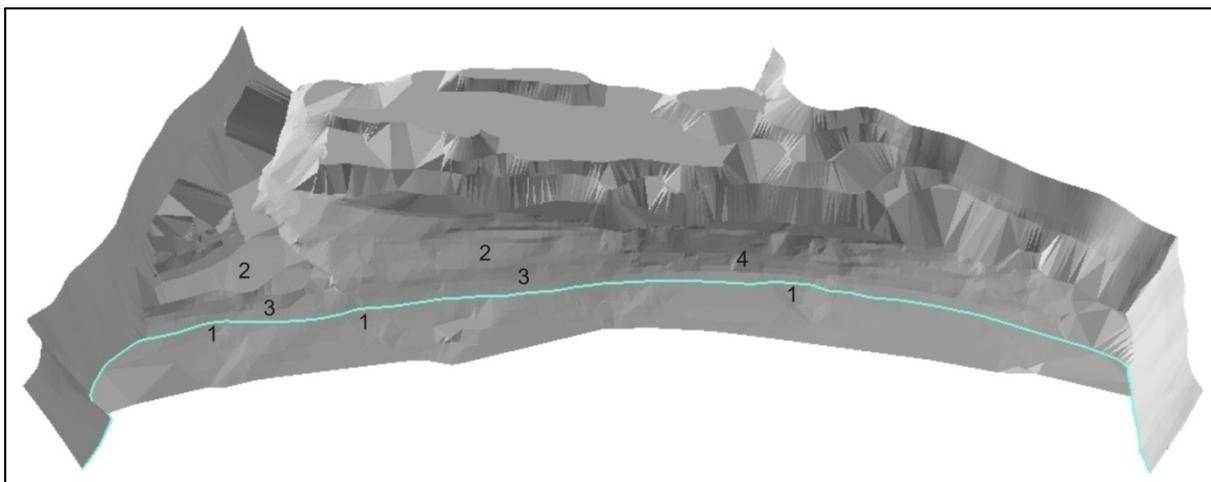


Figura 70 – Área de estudo representada em *face* (em perspectiva e com exagero vertical de 10 vezes) durante a campanha 3 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaixamento; 2) berma; 3) crista de berma; 4) irregularidades topográficas.

5.3.2.4 Campanha 4

Nesta campanha, as declividades no arco praial dos Naufragados diminuíram de gradiente, voltando aos padrões comumente observados nas campanhas 1 e 2. A diferenciação entre as porções distintas, embora ocorra, torna-se pouco perceptível, principalmente entre as porções leste e central, conforme pode ser observado na Figura 71. Já não se observa distinções, também, entre as áreas emersas e submersas do sistema praial, ocorrendo ampla predominância de declividades mais suaves com até 2°.

Na porção mais a leste da praia, as declividades predominantes situam-se entre 1° e 2°, sendo semelhante à porção mais a oeste, onde as declividades predominantes oscilam entre as classes até 2°, com exceção da berma ali ocorrente, que se apresenta praticamente plana. Na porção central, observa-se predominância das classes com declividades entre 1° e 3°.

Quanto à análise e interpretação dos mapas hipsométricos, esta campanha foi a que melhor evidenciou as cúspides praias e embaixamentos no estirâncio, sendo identificado, ainda, uma berma na porção mais a oeste, com crista bastante proeminente.

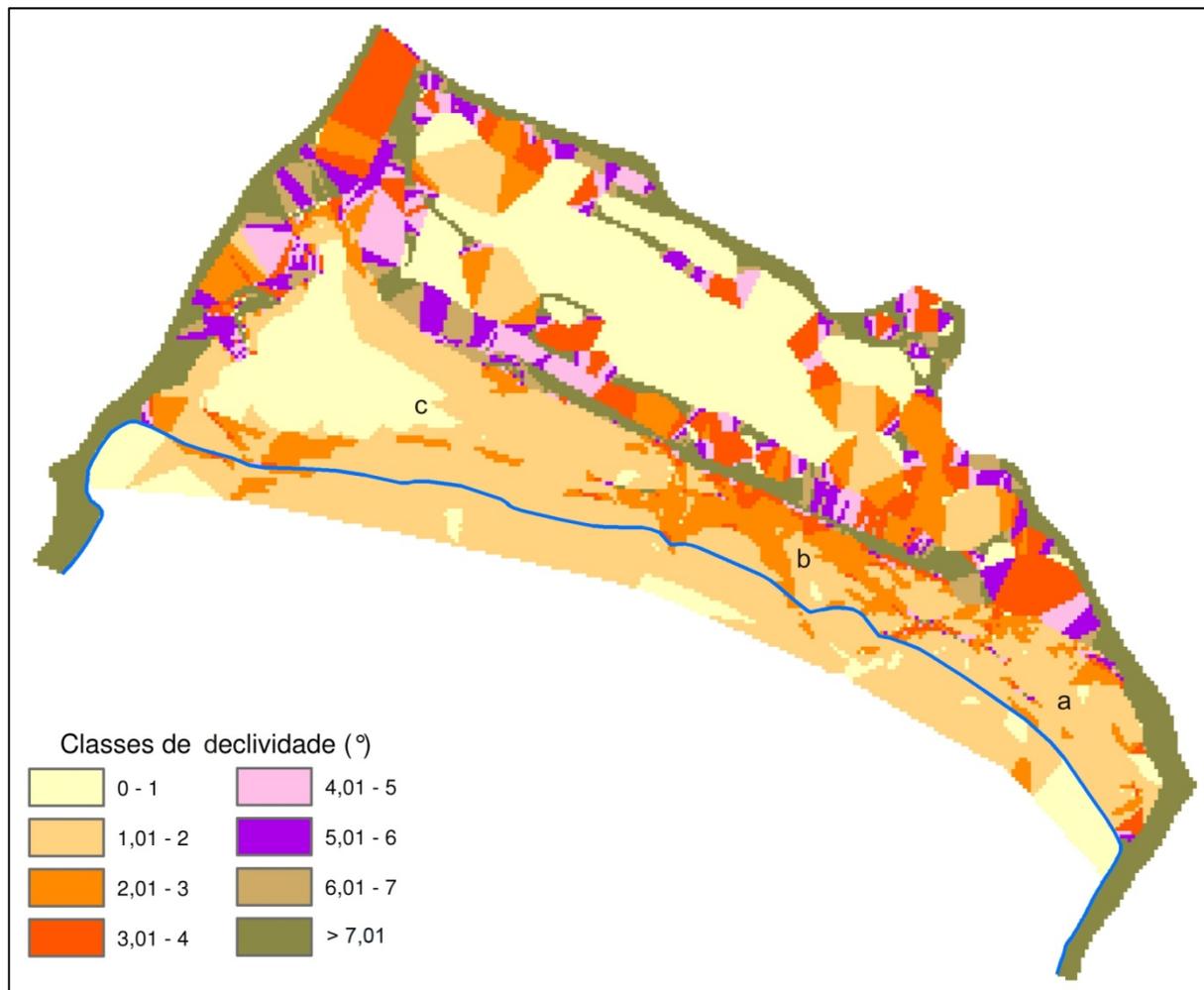


Figura 71 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 4 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de declividades entre 1° e 2°; b) predomínio de classes de declividades entre 1° e 3°; c) predomínio de declividades com até 2°.

Na porção mais a leste da praia, observa-se morfologia plana e linha de costa levemente curvada, sem embaiamentos no estirâncio e completa ausência de feições rítmicas. Na porção central, ocorrem embaiamentos e cúspides praias. Na porção mais a oeste, por sua vez, nota-se uma berma bem instituída, com morfologia plana e crista bastante proeminente (Figura 72).

Com relação à antepraia superior, nota-se que a linha de fechamento do MDT (cota batimétrica de -0,8 m) apresenta-se com a mesma distância da linha de costa em toda a enseada, evidenciando um gradiente de declividade bastante homogêneo. No entanto, algumas irregularidades observadas na porção central indicam a ocorrência de calhas que sugerem a existência de possíveis bancos transversais (Figura 73), que não ficaram mais bem evidenciadas devido às dificuldades de identificação destas feições em áreas submersas, conforme explicado anteriormente.

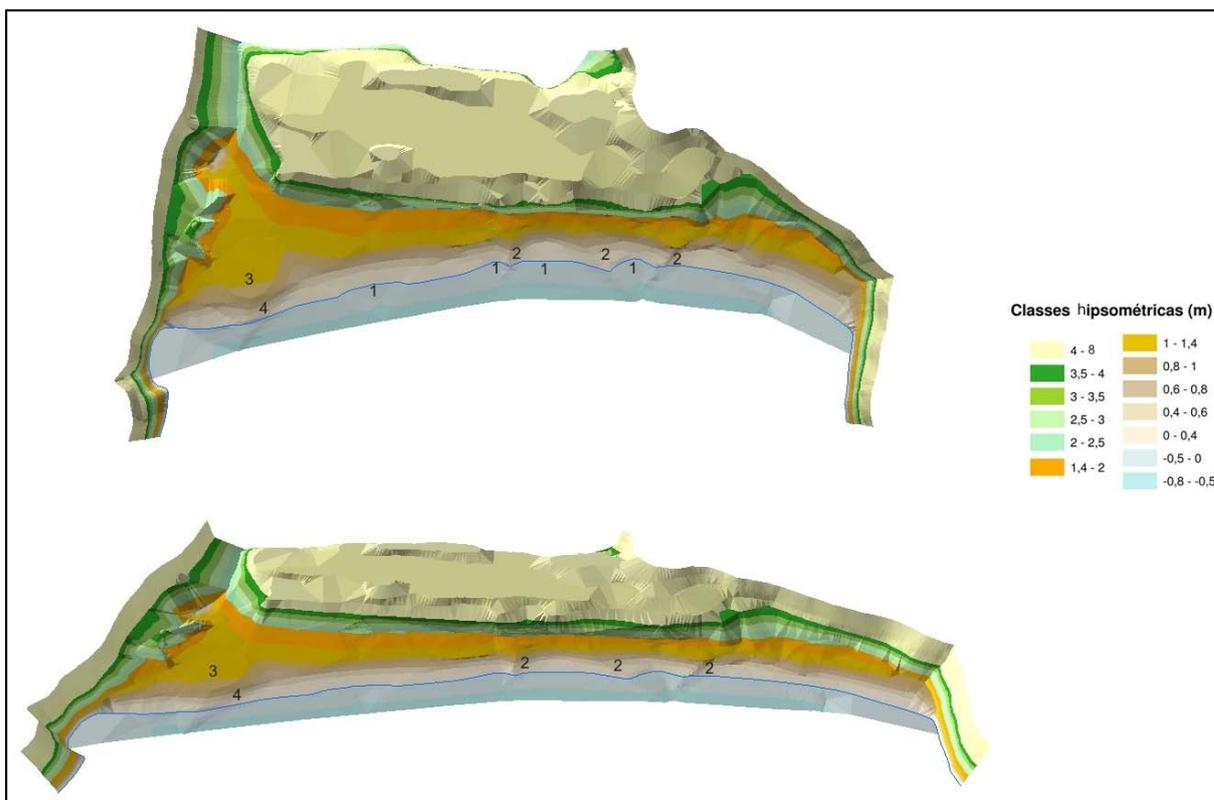


Figura 72 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exaigero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção inferior, com exaigero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 4 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) crista de berma.

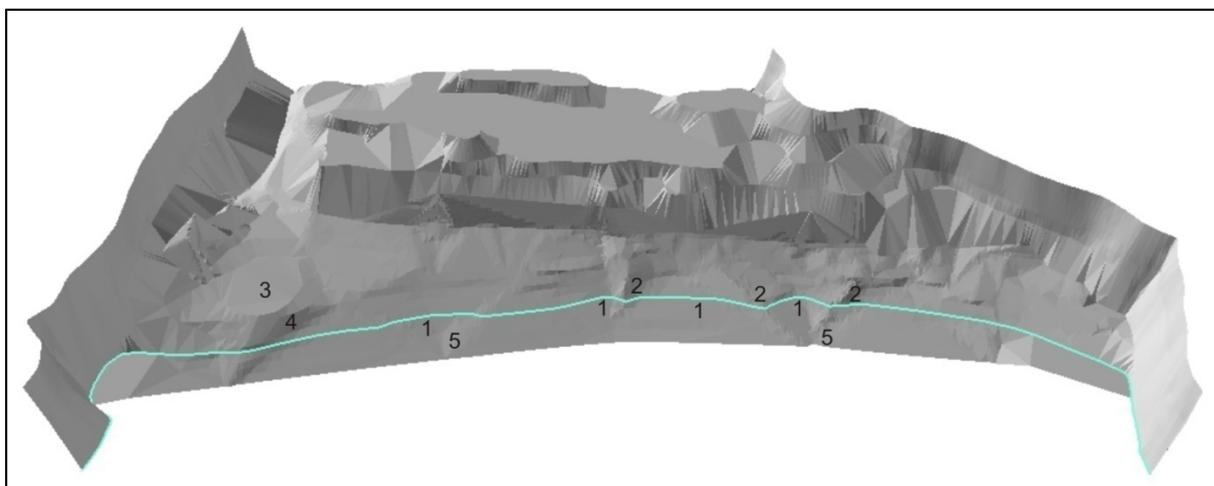


Figura 73 – Área de estudo representada em *face* (em perspectiva e com exaigero vertical de 10 vezes) durante a campanha 4 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) cúspide; 3) berma; 4) crista de berma; 5) calha.

5.3.2.5 Campanha 5

Na campanha 5, as características de declividade no arco praial dos Naufragados apontam certa continuidade com relação ao observado na campanha 4, ou seja, a ocorrência de três porções distintas, porém, com pequena variação de gradiente, como pode ser observado na Figura 74. Observa-se, no entanto, pequena variação entre as classes predominantes de declividade ocorrentes nas áreas emersas (1° a 2°) e submersas (até 1°).

Nas porções mais a leste e mais a oeste da praia, as declividades predominantes situam-se entre 1° e 2° . Na porção central, observa-se predominância das classes com declividades entre 1° e 4° .

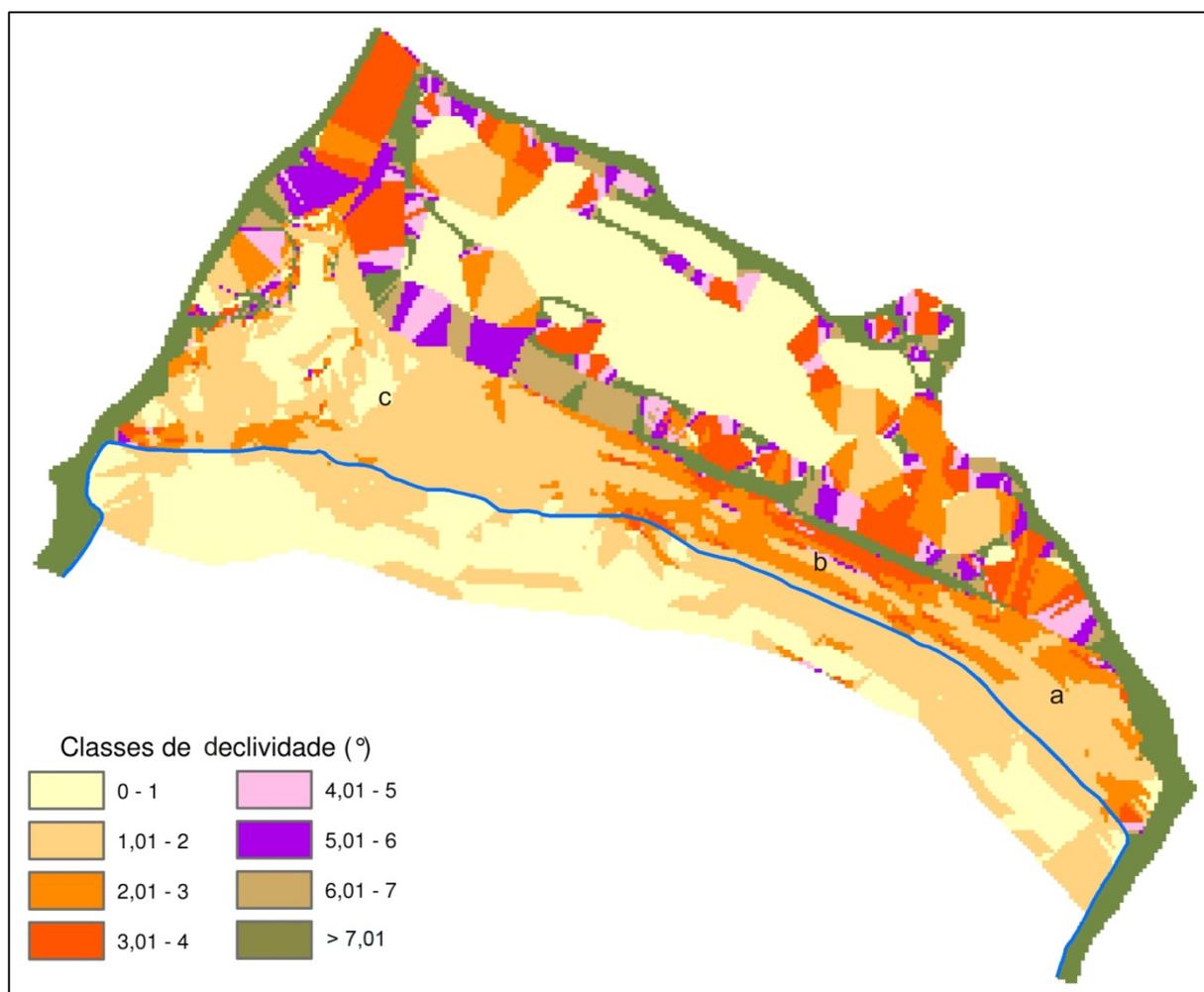


Figura 74 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 5 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de declividades entre 1° e 2° ; b) predomínio de classes de declividades entre 1° e 4° ; c) predomínio de declividades entre 1° e 2° .

A análise e interpretação sobre os mapas hipsométricos desta campanha proporcionou a identificação de embaiamentos, cúspides e bermas com cristas incipientes, além de evidenciar a morfologia bastante acidentada da porção central da praia, tanto no pós-praia quanto na antepraia superior.

Na porção mais a leste da praia, observa-se morfologia plana e linha de costa relativamente reta, com ausência de feições rítmicas. Na porção central, ocorrem embaiamentos no estirâncio e cúspides praias, sendo que a topografia superficial apresenta-se bastante acidentada. Na porção mais a oeste, por sua vez, nota-se uma berma incipiente, com embaiamentos e cúspide praias, sendo visível uma pequena feição erosiva causada pelo rio dos Naufragados, provocando dissecação do pacote subaéreo (Figura 75).

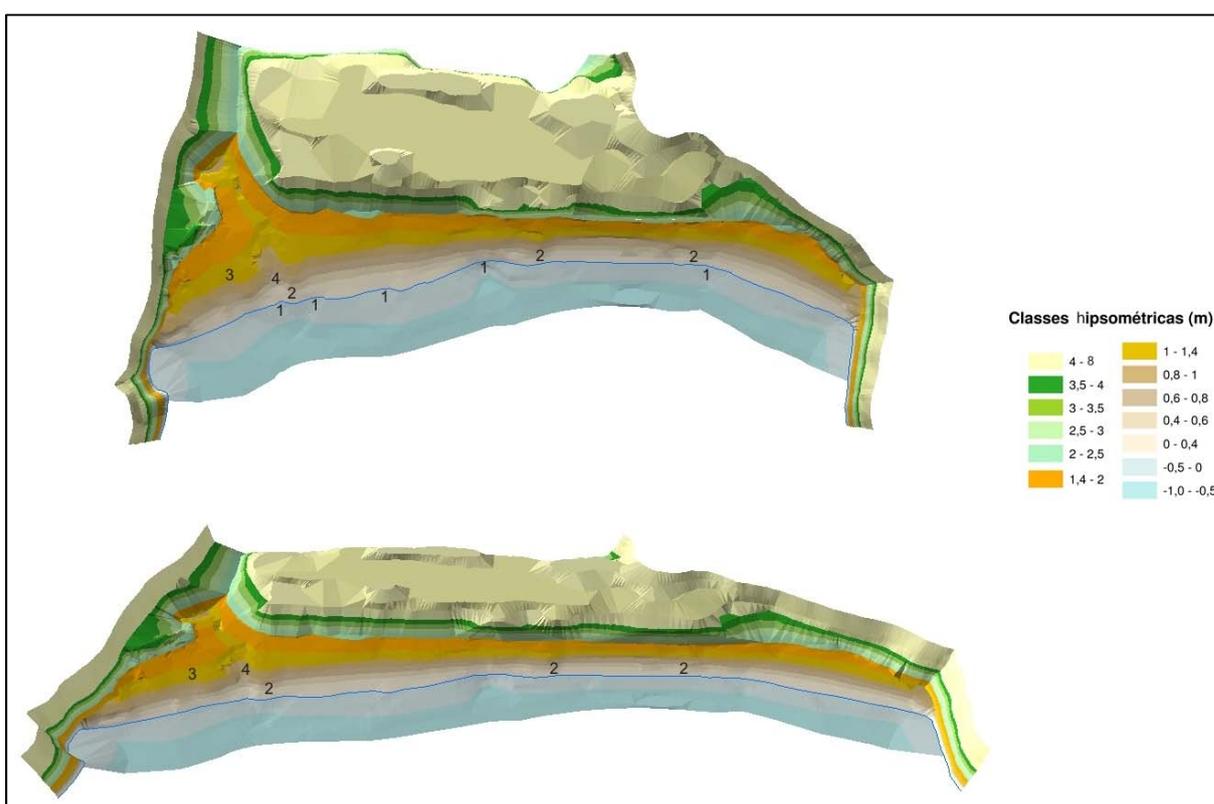


Figura 75 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exagero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção inferior, com exagero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 5 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) cúspide; 3) berma incipiente; 4) dissecação fluvial.

Com relação à antepraia superior, nota-se que a linha de fechamento do MDT (cota batimétrica de $-1,0$ m) não se apresenta uniforme ao longo da enseada, denotando heterogeneidade com relação às isóbatas.

A exemplo da campanha anterior, foram observadas irregularidades representadas na porção central da praia que indicam a ocorrência de calhas, sugerindo a existência de possíveis bancos transversais (Figura 76), que não ficaram mais bem evidenciadas devido às dificuldades de identificação destas feições em áreas submersas, conforme explicado anteriormente.

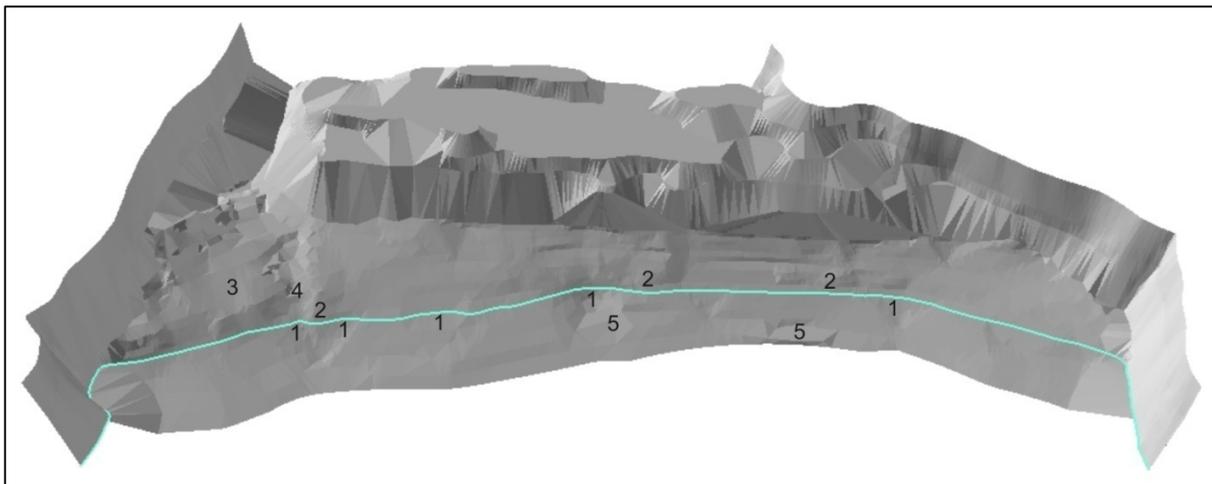


Figura 76 – Área de estudo representada em face (em perspectiva e com exagero vertical de 10 vezes) durante a campanha 5 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) cúspide; 3) berma incipiente; 4) dissecação fluvial; 5) calha.

5.3.2.6 Campanha 6

As características de declividade no arco praiial dos Naufragados na campanha 6 aponta a mesma classificação das campanhas anteriores, com a ocorrência das três porções distintas. No entanto, a diferenciação entre as porções mais a leste e central apresenta pequena variação de gradiente.

A distinção entre as áreas emersas e submersas do sistema praiial também pode ser observada, ocorrendo predominância das classes entre 1° e 3° nas áreas emersas e, das classes até 2°, nas submersas. A porção mais a leste da praia possui declividades predominantes entre 0° e 3°. Na porção central, observa-se uma ampla predominância das classes entre 1° e 3°. Na porção mais a oeste, a dissecação provocada pelo rio dos Naufragados proporcionou o aplainamento de grande parte da superfície praiial, ocasionando o predomínio de classes com até 1° de declividade, como pode ser observado na Figura 77.

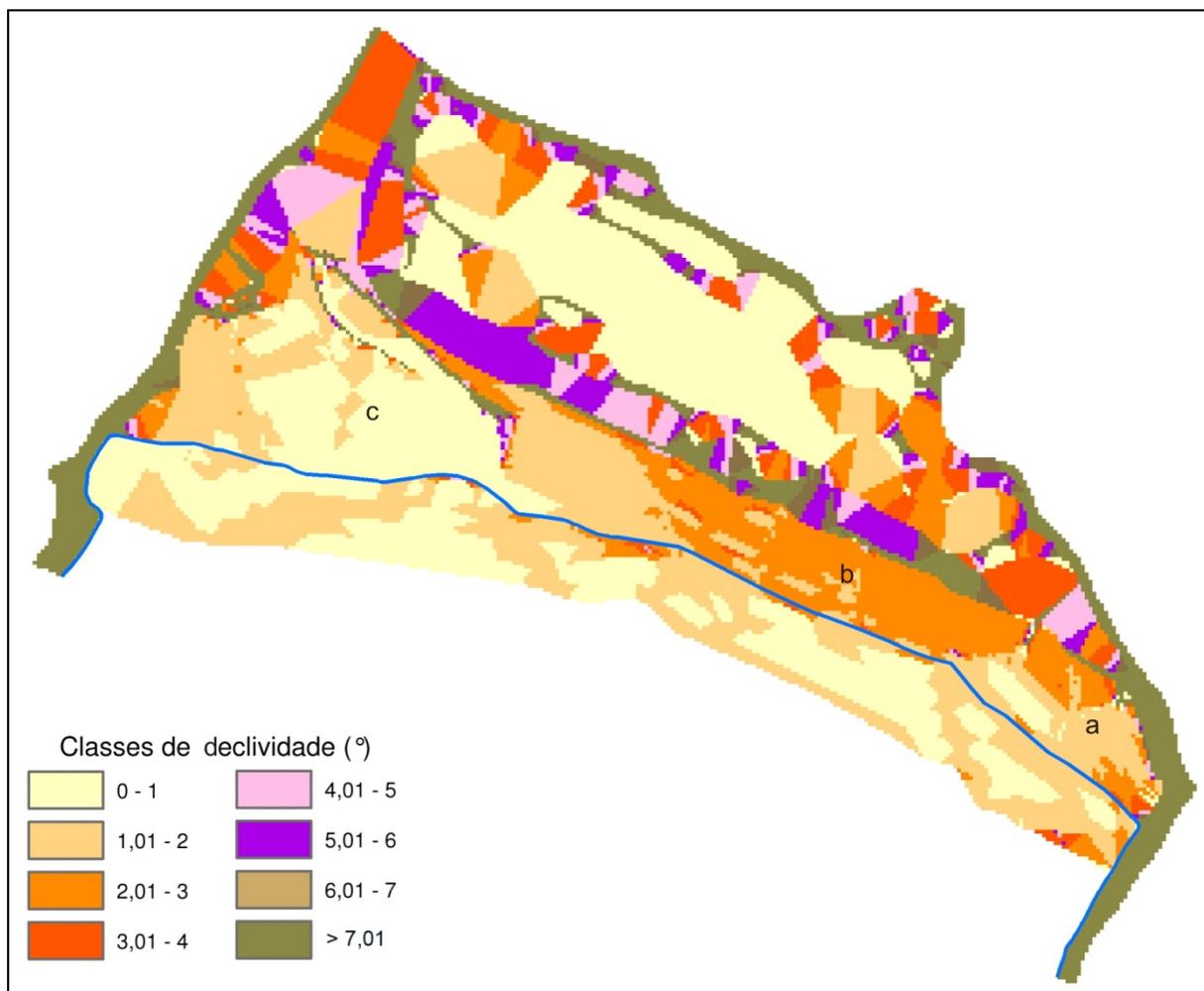


Figura 77 – Mapa clinográfico da área de estudo na campanha 6 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: a) predomínio de classes de declividades entre 0° a 3°; b) predomínio de classes de declividades entre 1° e 3°; c) predomínio de declividades com até 1°.

A análise e interpretação sobre os mapas hipsométricos da campanha 6 proporcionou a identificação de embaixamentos, além de evidenciar a forte dissecação provocada pelo rio dos Naufragados.

Na porção mais a leste da praia, observa-se morfologia plana e linha de costa relativamente reta, com ausência de feições rítmicas. Na porção central, ocorrem embaixamentos no estirâncio, sendo que a topografia superficial apresenta-se bastante acidentada. Na porção mais a oeste, por sua vez, observa-se a forte dissecação provocada pelo rio dos Naufragados, que ocasionou acentuada erosão sobre o pós-praia, inclusive, esculpindo falésias com mais de 2,0 m de altura (Figura 78).

Com relação à antepraia superior, nota-se que a linha de fechamento do MDT (cota batimétrica de -1,0 m) apresenta-se praticamente uniforme ao longo da enseada, denotando certa homogeneidade com relação às isóbatas. Nesta

campanha também foram observadas irregularidades na porção central da praia, como nas campanhas 4 e 5, associadas a calhas que sugerem a existência de possíveis bancos transversais (Figura 79).

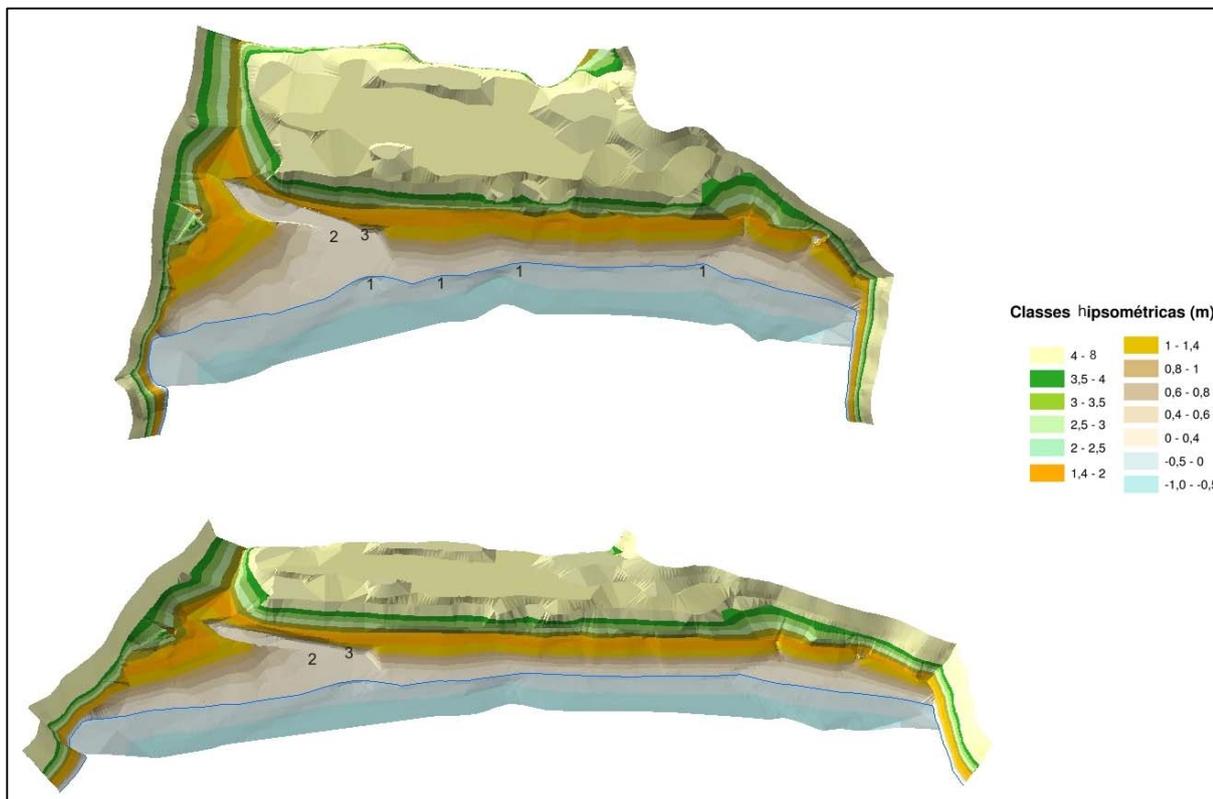


Figura 78 – Mapa hipsométrico da área de estudo (porção superior, em vista plana e com exagero vertical de cinco vezes) e representação em perspectiva (porção inferior, com exagero vertical de cinco vezes), do mesmo mapa na campanha 6 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) dissecação fluvial; 3) falésia.

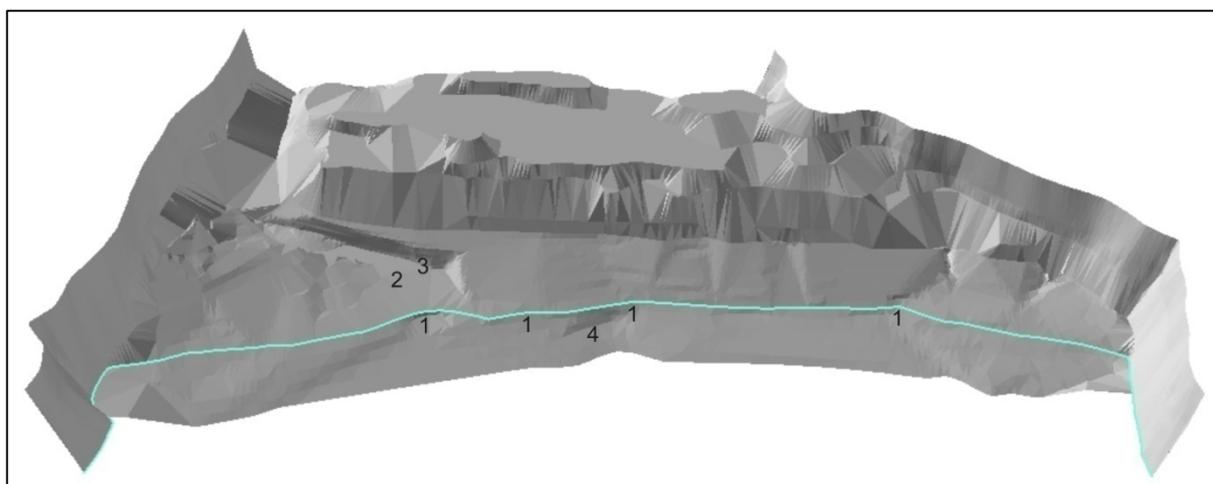


Figura 79 – Área de estudo representada em *face* (em perspectiva e com exagero vertical de 10 vezes) durante a campanha 6 de monitoramento na praia dos Naufragados, onde: 1) embaiamento; 2) dissecação fluvial; 3) falésia; 4) calha.

5.3.2.7 Compartimentação morfológica do arco praial

Foram identificados três compartimentos distintos ao longo do arco praial dos Naufragados durante as campanhas de monitoramento realizadas: leste, central e oeste.

Na campanha 1, o compartimento leste se estendeu por uma distância de 152,07 m, contados em linha reta entre o ponto mais a leste do arco praial e o nó que delimita este compartimento. O compartimento central estendeu-se por 385,63 m entre o nó em que se delimita com o compartimento leste, até aquele com que se delimita com o compartimento oeste. O compartimento oeste estendeu-se por 216,33 m a partir do nó em que se delimita com o compartimento central até ponto mais a oeste do arco praial, apresentando a menor extensão no período de monitoramento. A Figura 80 apresenta a compartimentação do arco praial dos Naufragados na campanha 1, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas.

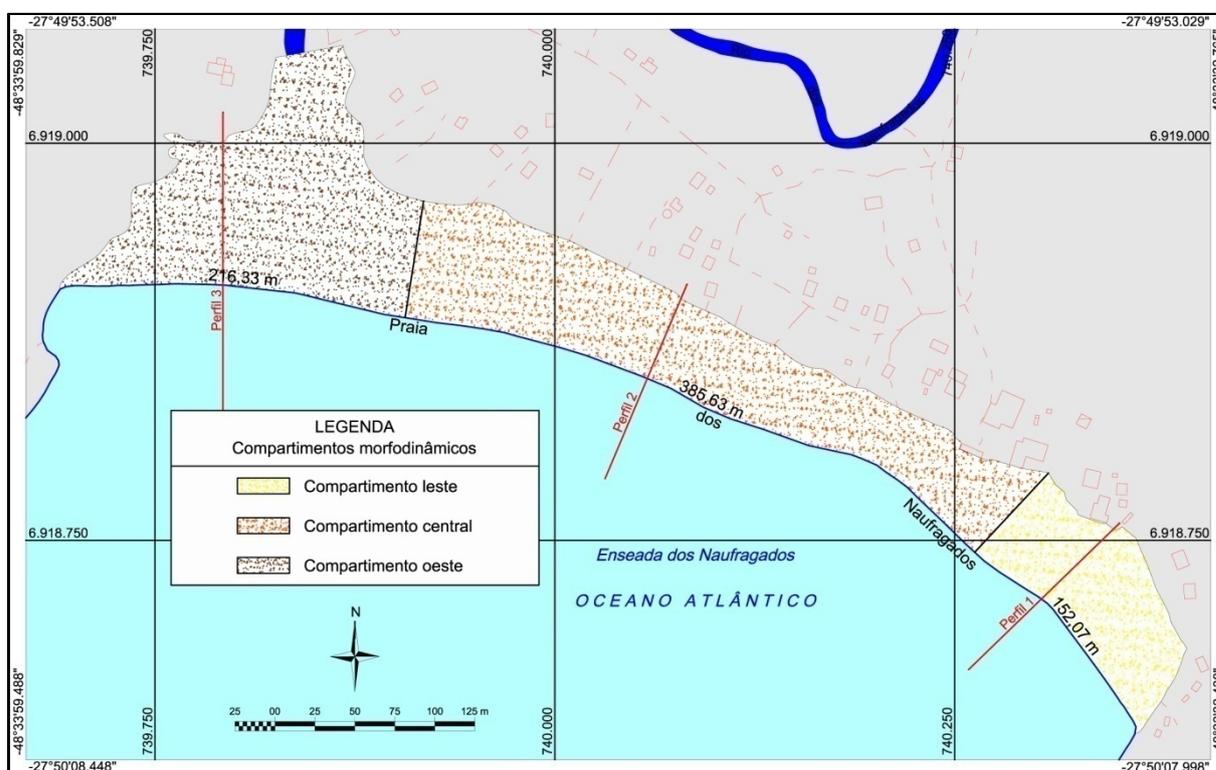


Figura 80 – Compartimentação do arco praial dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 1 de monitoramento.

Na campanha 2, observa-se que o compartimento leste apresentou um avanço com relação à campanha anterior, estendendo-se por 175,60 m, contados em linha reta entre o ponto mais a leste do arco praial e o nó que delimita este compartimento. Fator semelhante foi observado no compartimento oeste, que se estendeu por 320,95 m a partir do nó em que se delimita com o compartimento central até ponto mais a oeste do arco praial. O compartimento central, por sua vez, apresentou uma considerável redução, provocada pela ampliação dos compartimentos leste e oeste, apresentando-se com 262,44 m de extensão. A Figura 81 apresenta a compartimentação do arco praial dos Naufragados na campanha 2, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas.

Na campanha 3, observa-se que o compartimento leste apresentou novo avanço, estendendo-se por 187,70 m, contados em linha reta entre os pontos delimitadores. O compartimento oeste, por sua vez, recuou alguns metros, estendendo-se por 314,34 m entre os pontos delimitadores, contados em linha reta. O compartimento central, no entanto, apresentou certa estabilidade com relação à extensão, apresentando-se com 260,76 m entre os nós.

A Figura 82 apresenta a compartimentação do arco praial dos Naufragados na campanha 3, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas.

Na campanha 4, a tendência de ampliação do compartimento leste é refreada, apresentando um pequeno recuo e passando a se estender por 181,54 m entre os pontos delimitadores. O compartimento oeste continuou sua tendência de recuo, passando a estender-se por 298,36 m entre os pontos delimitadores. O compartimento central passou a tendência de expansão, apresentando-se com 274,76 m entre os nós. A Figura 83 apresenta a compartimentação do arco praial dos Naufragados na campanha 4, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas.

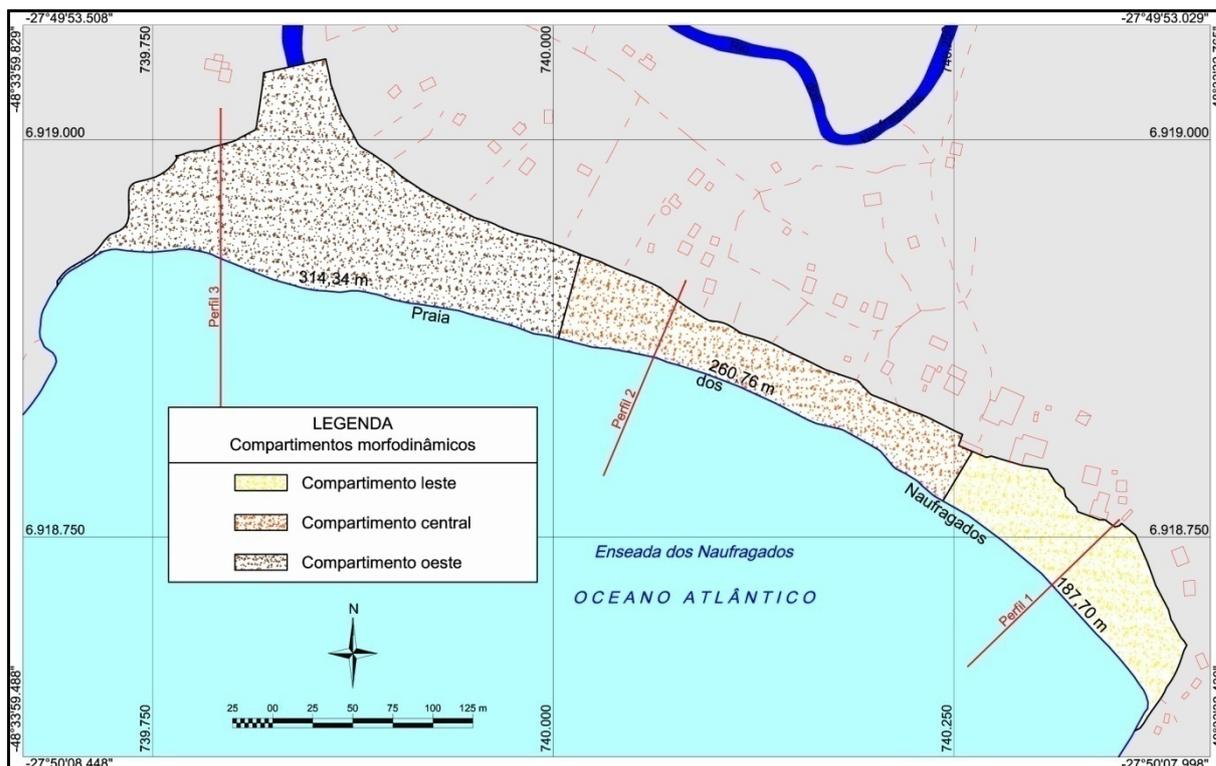


Figura 81 – Compartimentação do arco praial dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 2 de monitoramento.

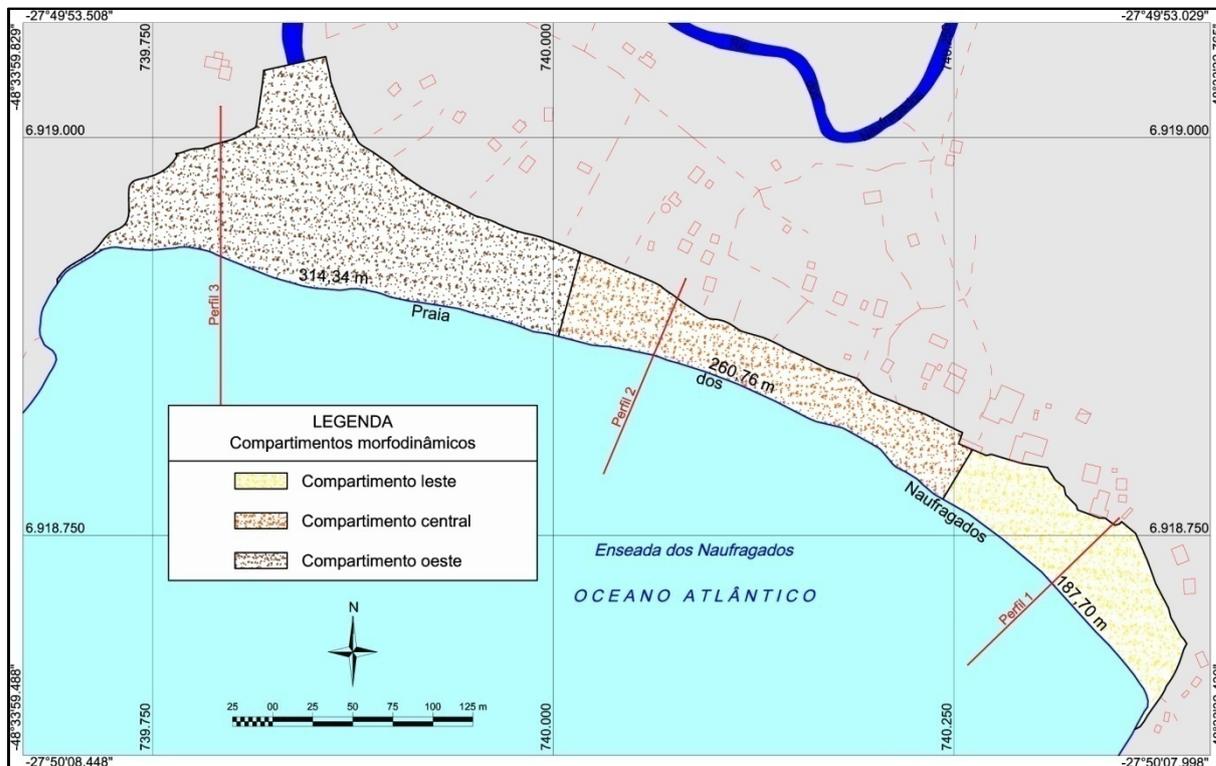


Figura 82 – Compartimentação do arco praial dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 3 de monitoramento.

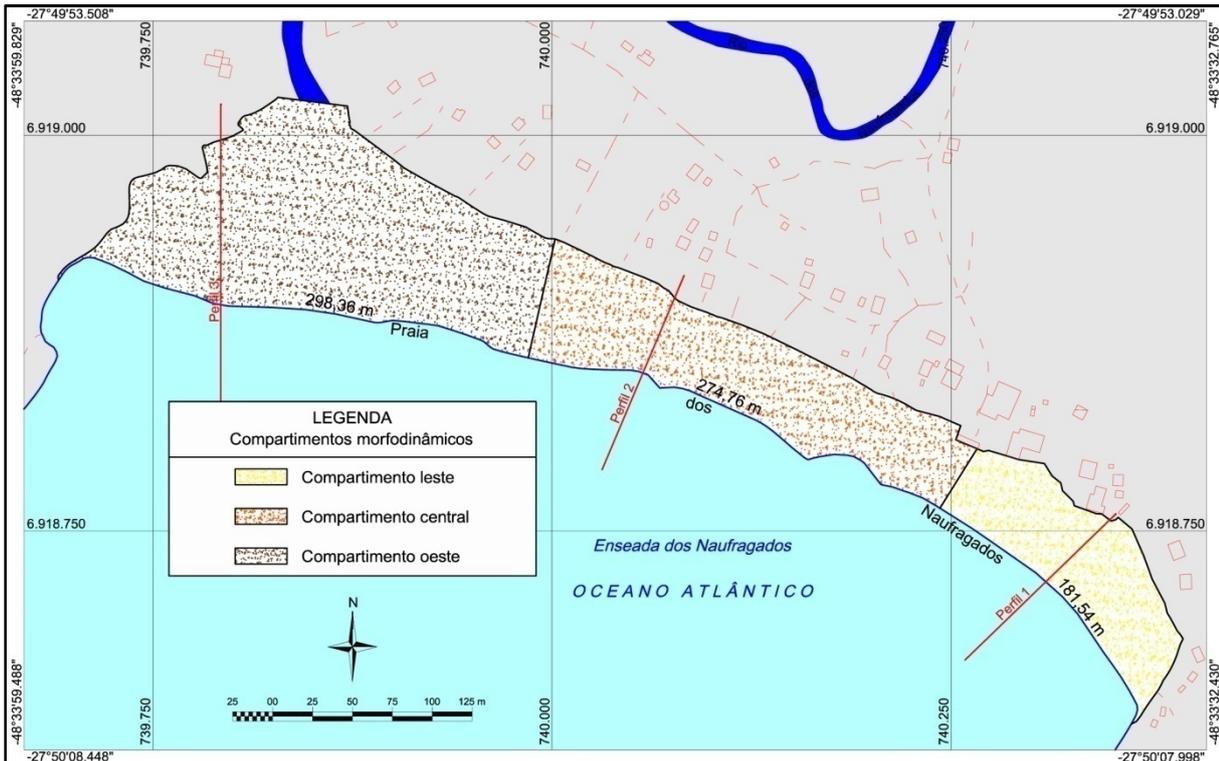


Figura 83 – Compartimentação do arco praial dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 4 de monitoramento.

Na campanha 5, as tendências apresentadas na campanha anterior se mantém, sendo que o compartimento leste recuou para 144,49 m, contados em linha reta entre os pontos delimitadores. O compartimento oeste continuou recuando, passando a estender-se por 283,81 m entre os pontos delimitadores. O compartimento central passou a estender-se por 329,72 m entre os nós. A Figura 84 apresenta a compartimentação do arco praial dos Naufragados na campanha 5, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas.

Na campanha 6, permaneceram as tendências apresentadas nas duas campanhas anteriores, sendo que o compartimento leste recuou para 135,38 m, apresentando a menor extensão no decorrer do período monitorado. O compartimento oeste continuou recuando, atingindo a extensão de 269,67 m entre os pontos delimitadores. O compartimento central passou a se estender por 349,47 m entre os nós. A Figura 85 apresenta a compartimentação do arco praial dos Naufragados na campanha 6, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas.

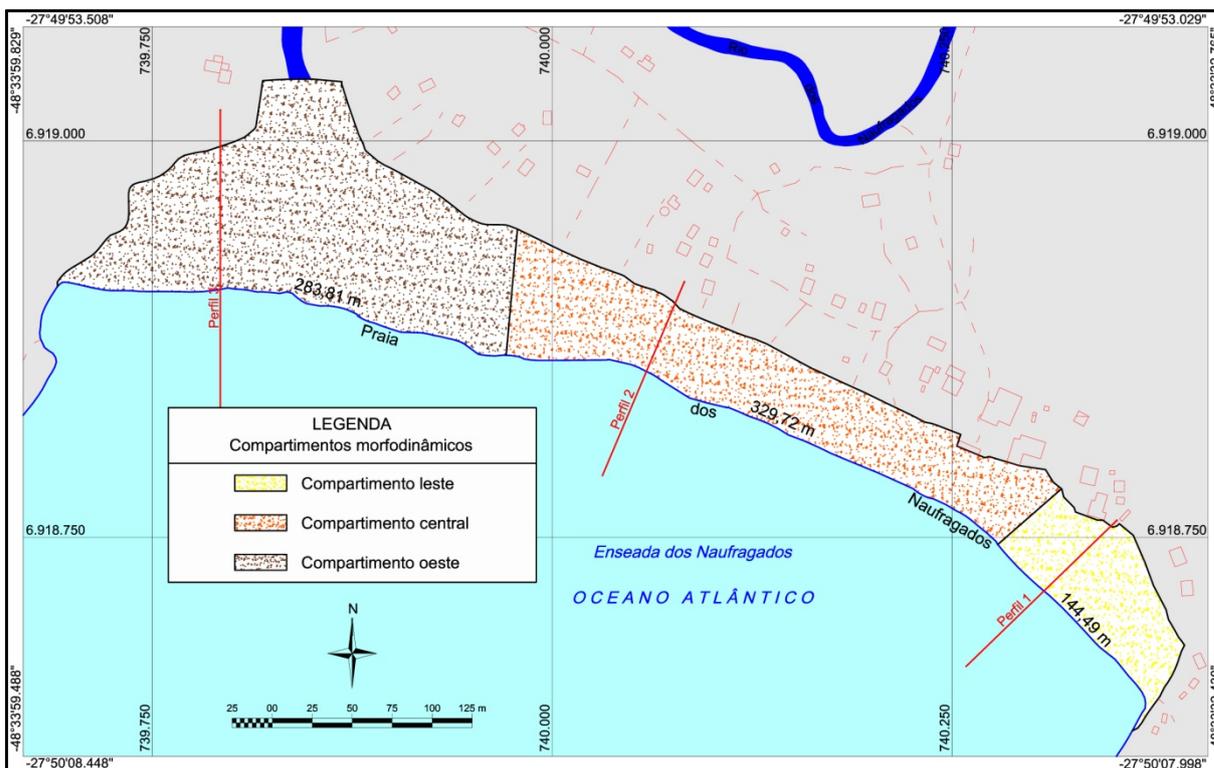


Figura 84 – Compartimentação do arco praiar dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 5 de monitoramento.

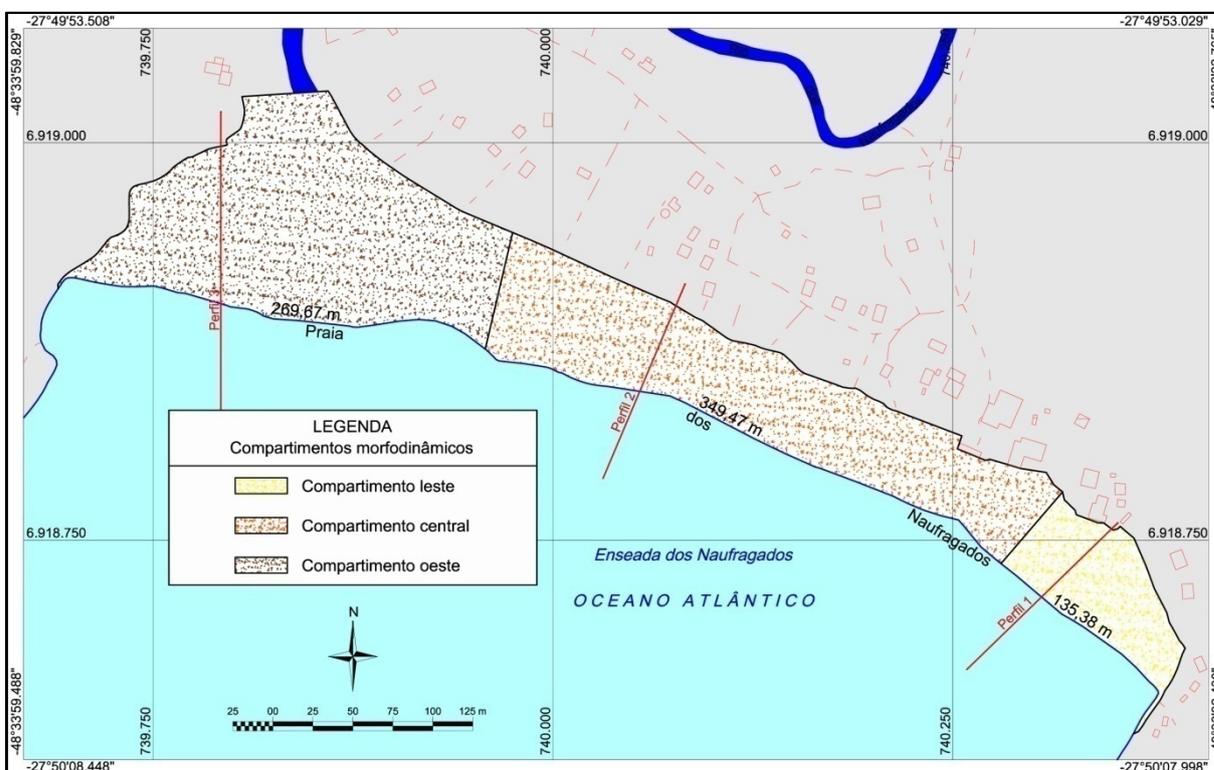


Figura 85 – Compartimentação do arco praiar dos Naufragados, de acordo com as diferentes assembleias de características morfológicas identificadas durante a campanha 6 de monitoramento.

6 DISCUSSÃO

No que se refere aos perfis analisados no arco praiial dos Naufragados, observa-se uma tendência de aumento de energia hidrodinâmica da porção leste para a porção oeste da praia, representadas pelo aumento gradativo da altura significativa das ondas do perfil 1 para o perfil 3.

A zona de surfe no perfil 1 é caracterizada como contendo uma única linha de quebra, onde a onda, após a arrebentação predominantemente deslizante, vem dissipando energia de forma gradual até o espraiamento. No perfil 2, a zona de surfe é bastante heterogênea, com uma linha de quebra e arrebentação variando entre deslizante e mergulhante. No perfil 3, a zona de surfe apresenta-se mais bem instituída, com uma linha de quebra bastante definida e arrebentação predominantemente mergulhante.

De acordo com Mazzer (2007), o padrão predominante de ondas na Ilha de Santa Catarina são as vagas de nordeste, geradas por ventos de curta duração, com direção de propagação de 27° , período de pico de 4,5 s e altura significativa maior que 0,75 m.

No entanto, durante o monitoramento realizado não foram observadas ondas associadas a este padrão de nordeste, predominando as ondas de leste (66,67%) e de sul (33,33%). No geral, as ondas de leste, embora predominantes durante o período de monitoramento, apresentaram as menores alturas significativas médias, mínimas e máximas, com 0,43 m, 0,1 m e 1 m, respectivamente, sendo o desvio padrão de 0,25 m, representando as menores taxas de variação destes valores. As ondas de sul, pelo contrário apresentaram os maiores resultados, com alturas significativas médias de 0,57 m, mínima de 0,2 m e máxima de 1,5 m, sendo o desvio padrão de 0,47 m.

Com relação às ondas de leste, observa-se a ocorrência de 2 grupos. O primeiro refere-se às ondas com períodos entre 8 e 8,5 s, altura significativa média de 0,37 m (alturas significativas mínima, máxima e desvio padrão de 0,1 m, 0,8 m e 0,25 m, respectivamente) e tipo de arrebentação predominantemente mergulhante. Este grupo corresponde a 75% das ondas de leste observadas no decorrer do monitoramento e estão associadas ao padrão de ondulação de leste com direção de propagação de 92° , conforme Mazzer (2007). O segundo grupo refere-se às ondas

com períodos de 12 s, altura significativa média de 0,57 m e arrebentação do tipo mergulhante e deslizante, correspondendo a 25% das ondas de leste observadas no decorrer do monitoramento.

As ondas de sul apresentam-se em 2 grupos. O primeiro grupo corresponde às ondas com períodos de 10 s, altura significativa média de 0,80 m (alturas significativas mínima, máxima e desvio padrão de 0,4 m, 1,5 m e 0,61 m, respectivamente) e tipo de arrebentação mergulhante. Este grupo corresponde a 50% das ondas de sul observadas no decorrer do monitoramento e estão associadas ao padrão de ondulação de sul com direção de propagação de 162°, conforme Mazzer (2007). O segundo refere-se às ondas com períodos entre 6 e 6,5 s, altura significativa média de 0,33 m e arrebentação do tipo deslizante, correspondendo a 50% das ondas de sul observadas no decorrer do monitoramento, sendo associadas ao padrão de vagas de sul com direção de propagação de 188°, conforme Mazzer (2007).

No que se refere às correntes litorâneas, observou-se que quando a praia dos Naufragados é atingida de frente pelos ventos provenientes de sul, associados às passagens de frentes frias e à incidência de vagas de sul, tornou-se pouco segura para os banhistas, devido à formação de fortes correntes de retorno nas porções central e mais a oeste da praia.

Tendo em vista que os ângulos de incidência das ondas na praia não foram dimensionados, não se pôde, neste trabalho, analisar a significância entre a correlação ângulo de incidência das ondas *versus* padrão de correntes de deriva litorânea, sendo que, quanto maior o ângulo de incidência maior deve ser a velocidade da corrente de deriva litorânea.

Porém, observa-se uma tendência de associação entre o sentido das correntes litorâneas, as ondas e os ventos atuantes. Este fator refere-se, principalmente, ao fato de que a praia encontra-se em uma enseada, onde os padrões de incidência das ondas são controlados, principalmente, pela orientação da linha de costa e pelos processos de refração e difração locais.

Nestes termos, observou-se que, no geral, as maiores velocidades de corrente litorânea ocorrem quando estas apresentam sentido oeste – leste, com ventos de nordeste, aumentando de acordo com a altura das ondas, de leste para oeste na praia. Deste modo, quanto maior a altura das ondas, maiores as velocidades das correntes litorâneas com sentido oeste–leste observadas.

Com relação às correntes de deriva litorânea com sentido leste – oeste, associadas, principalmente, aos ventos de leste, sudeste e sul, observa-se que são predominantes durante o ano, porém com menores intensidades, revelando uma espécie de equilíbrio de forças atuantes no transporte de sedimentos ao longo do arco praial.

Este equilíbrio é confirmado pelas análises granulométricas efetuadas, sendo a praia dos Naufragados composta, totalmente, por areia fina, predominantemente bem selecionada, fator que evidencia maturidade granulométrica das partículas sedimentares e a provável ocorrência de apenas uma área fonte. No entanto, observa-se uma pequena gradação longitudinal da média granulométrica das amostras de sedimentos ao longo do arco praial: o perfil 1 apresenta sedimentos mais finos (média de 2,58 ϕ); o perfil 2, média granulométrica intermediária (2,57 ϕ); e, o perfil 3, sedimentos mais grossos (2,53 ϕ).

Analisando-se os resultados obtidos nas campanhas, de forma individual, observa-se que este padrão se alternou ao longo do ano, principalmente nos perfis 1 e 2, que apresentaram comportamentos granulométricos distintos nas estações de primavera e verão e nas estações de outono e inverno. Nos meses de primavera e verão, as condições médias gerais predominantes ao longo do ano foram mantidas, onde o perfil 1 apresenta média granulométrica mais fina e o perfil 2, média granulométrica intermediária.

Porém, nos meses de inverno, esta relação se alternou, onde as médias granulométricas mais finas foram evidenciadas no perfil 2. O perfil 3, no entanto, apresentou média granulométrica mais grossa em quase todas as campanhas de monitoramento, sendo o que menos sofreu alterações ao longo do ano.

Neste sentido, apesar de diagnosticada a gradação longitudinal da média granulométrica ao longo do arco praial (mais fina na zona de sombra e mais grossa na porção mais exposta à ação da ondulação), considerada por Carter (1988) e Miot da Silva (2002) como comum em praias de enseada, foi diagnosticada, ainda, uma possível interferência da sazonalidade entre as condições atmosféricas e hidrodinâmicas predominantes durante as estações de verão e inverno sobre a distribuição da média granulométrica ao longo do arco praial dos Naufragados.

Os valores médios dos parâmetros desvio padrão e assimetria, calculados para cada perfil e obtidos durante o período de monitoramento, não foram totalmente

conclusivos no que se refere à determinação da direção da corrente de deriva litorânea predominante na praia dos Naufragados.

Embora a tendência de menor seleção na porção central da praia indique duas possíveis células predominantes de correntes de deriva litorânea, atuando do centro para o leste e, do centro para o oeste, o perfil 3 apresenta-se com sedimentos mais bem selecionados e mais assimetricamente negativos, indicando uma leve tendência de predominância de deriva do sentido leste para oeste da praia.

Apesar de apresentarem-se bastante homogêneos durante as campanhas de monitoramento, as características granulométricas das amostras de sedimentos coletadas ao longo da praia dos Naufragados apresentaram pequenas diferenças de acordo com cada uma das diferentes zonas analisadas.

Estas pequenas diferenças podem ser visualizadas através dos diagramas de dispersão, que apresentaram importantes relações entre o tamanho médio dos grãos e os demais parâmetros granulométricos estatísticos, principalmente, entre o desvio padrão e a assimetria, evidenciando bastante homogeneidade entre as amostras de acordo com cada zona praias analisada. O parâmetro curtose foi desconsiderado nesta análise de dispersão por ter apresentado variação mínima entre as amostras coletadas na praia dos Naufragados.

O diagrama de dispersão entre média e desvio padrão (Figura 86) aponta que os sedimentos da base da duna frontal apresentam-se pouco mais finos e menos selecionados do que os sedimentos do pós-praia. Estas duas zonas apresentam composição granulométrica bastante semelhante nestes aspectos. Na antepraia, os sedimentos apresentam-se como os mais grossos entre as amostras analisadas e possuem o maior grau de heterogeneidade, predominando sedimentos moderadamente a bem selecionados. No estirâncio, observam-se características intermediárias, com amostras que se enquadram nos diferentes padrões existentes.

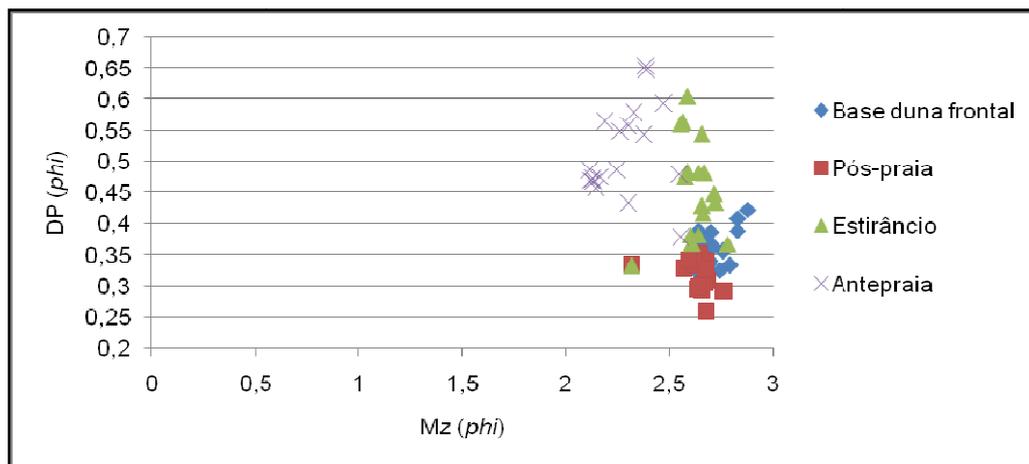


Figura 86 – Gráfico contendo o diagrama de dispersão entre média (Mz) e desvio padrão (Dp) das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento.

No tocante ao diagrama entre média e assimetria (Figura 87), observa-se importante relação entre os sedimentos da antepraia, estirâncio e pós-praia, além da base da duna frontal. Na antepraia, a relação se dá pelo fato de que o sistema submerso possui maior competência de transporte (meio aquoso), apresentando possibilidade de incluir parcelas de sedimentos mais grossos na distribuição granulométrica, pendendo a cauda para o lado esquerdo da distribuição (assimetria negativa). Esta relação sendo evidenciada no estirâncio e no pós-praia indica a predominância dos agentes hidrodinâmicos sobre a deposição no arco praiial dos Naufragados.

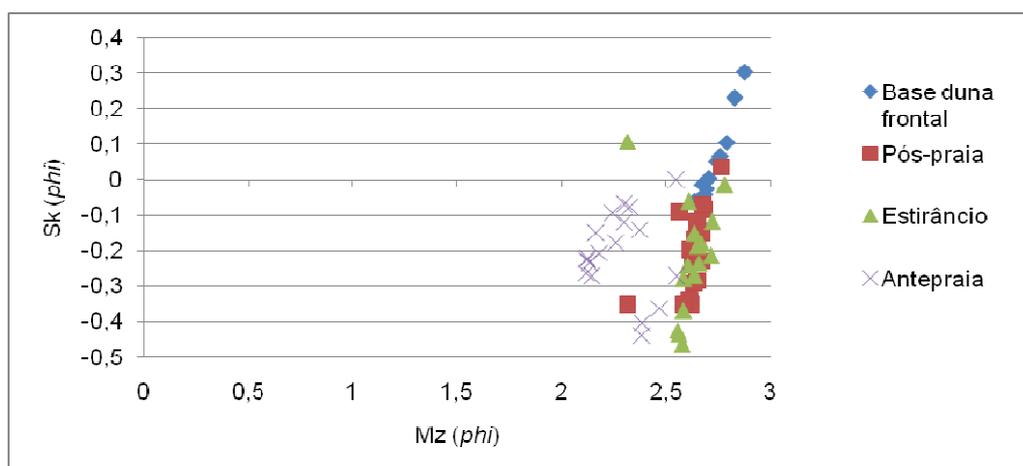


Figura 87 – Gráfico contendo o diagrama de dispersão entre média (Mz) e assimetria (Sk) das amostras de sedimentos coletados nas diferentes zonas ao longo da praia dos Naufragados, durante as campanhas de monitoramento.

Na base da duna frontal, por sua vez, o agente transportador predominante (vento) apresenta maior capacidade de seleção, remobilizando e transportando os sedimentos mais finos depositados, principalmente, no pós-praia. Este fator resulta em uma seleção de partículas mais finas e tendência de distribuição aproximadamente simétrica ou de pequenos valores de assimetria positiva ou negativa.

Observa-se, portanto, que as diferenças verificadas entre as zonas praias devem estar associadas aos agentes transportadores predominantes que atuam nos sistemas submerso e emerso da praia dos Naufragados. No sistema submerso, predominam os agentes hidrodinâmicos que possuem menor capacidade e maior competência que o vento, principal agente atmosférico que atua no sistema emerso.

No que tange às características morfológicas, considera-se que o perfil 1 apresentou uma clara sazonalidade, demonstrando comportamento erosivo entre os meses de outono e inverno e acrescivo, nos meses de primavera e verão.

A largura da praia no perfil 1 apresentou variação elevada, diminuindo à medida que aumentava o caráter erosivo e se recuperando durante os períodos acrescivos, terminando o período de monitoramento 31 cm mais larga que a primeira campanha. No entanto, em termos de volume do estoque sedimentar subaéreo, esta tendência não se confirmou, sendo que o período erosivo foi mais proeminente que o acrescivo, ocasionando o déficit de volume observado no período monitorado.

Neste sentido, com praia mais estreita durante o período erosivo é que foram observados os maiores valores de declividade da face praial, respectivamente, nas campanhas 2 ($2,09^\circ$) e 3 ($3,33^\circ$), diminuindo gradativamente à medida que avançava o período acrescivo. Este comportamento demonstra o claro aumento de energia hidrodinâmica neste perfil, durante os meses de outono e inverno.

O perfil 2 apresentou padrão, de certa maneira, adverso ao ocorrido no perfil 1. Embora seja evidente uma fase erosiva no final do verão, este período foi menos acentuado do que o observado na porção leste da praia dos Naufragados, sendo que a acresção se iniciou entre março e maio (outono), com ápice em julho (inverno), onde atingiu o maior volume de estoque sedimentar subaéreo, terminando o período monitorado com saldo de $20,93 \text{ m}^3/\text{m}$. Ou seja, a clara sazonalidade observada no perfil 1 não se aplica ao perfil 2. Contudo, comum aos dois perfis foi o período de estabilidade morfológica observado entre outubro e dezembro de 2008 (campanhas 5 e 6).

Este comportamento fica mais evidente quando se analisa a largura da praia no perfil 2, que diminuiu à medida que aumentava o caráter erosivo e se recuperou durante os períodos acrescivos, com exceção do decréscimo ocorrido entre setembro e outubro de 2008, provavelmente, ocasionado pelo evento de alta energia hidrodinâmica ocorrido no início de setembro. Mesmo com este decréscimo, o perfil 2 da praia dos Naufragados terminou o período de monitoramento mais largo em 6,63 m que a primeira campanha.

Com relação ao perfil 3, considera-se que esteve, na maior parte do período monitorado, em erosão, sendo o saldo resultante no volume subaéreo ocasionado por um único período acrescivo, ocorrido na campanha 4. No geral, o comportamento da largura da praia acompanhou a tendência expressa pelo volume, o que pode ser evidenciado na campanha 4, onde o acréscimo de volume resultou no aumento da largura da praia, que atingiu sua maior extensão, terminando o período monitorado 2,04 m mais larga que no início. De modo geral, a declividade da face da praia variou muito pouco, constituindo-se nos menores valores entre todos os perfis observados.

No decorrer do período monitorado, o estágio morfodinâmico que se apresentou de forma mais comum no perfil 1 foi o estágio intermediário terraço de maré baixa, conforme Wright e Short (1984), fator que pode ser confirmado pelas seguintes características observadas: baixa declividade, perfil praticamente plano com ausência de feições rítmicas (tanto no sistema emerso quanto submerso), baixa energia hidrodinâmica refletida pela acanhada mobilidade do pós-praia e pequeno tamanho das ondas (que quebram de forma predominantemente deslizante), além do pacote sedimentar composto por areias finas e do indicativo apresentado pelo valor do parâmetro ω .

O estágio morfodinâmico predominantemente apresentado no perfil 2 durante o período de monitoramento foi o estágio intermediário bancos transversais (WRIGHT; SHORT, 1984). Porém, observam-se variações entre este estágio e o estágio intermediário banco e praias de cúspides. Este perfil apresentou bancos transversais evidentes na metade das campanhas de monitoramento, sendo muito comum a ocorrência de embaixamentos e cúspides praias que, em determinados momentos, podem se soldar às feições submersas ou aos próprios bancos, ocasionando a variação para o estágio banco e praia de cúspides. Verificam-se, ainda, declividades baixas a moderadas e sedimentos finos, sendo comum a formação de correntes de retorno.

O estágio morfodinâmico ocorrente no perfil 3 foi o estágio intermediário banco e calha longitudinal (WRIGHT; SHORT, 1984), confirmando-se pelas observações *in loco* durante o monitoramento, que indicaram a presença de bancos e calhas longitudinais em dois terços das campanhas realizadas. As características de onda também corroboram com a classificação indicada pelo parâmetro adimensional ω , com altura significativa elevada e tipo de quebra predominantemente mergulhante, sendo a porção praial mais exposta às ações dos agentes hidrodinâmicos.

Este comportamento se enquadra ao padrão de variação longitudinal de estágios morfodinâmicos em praias de enseada, ocasionado principalmente pelos gradientes laterais de altura e energia das ondas, obliquidade de incidência e curvatura na linha de costa, conforme proposições de Silvester e Hsu (1993) e Short (1999).

A variação longitudinal de estágios morfodinâmicos ao longo do arco praial dos Naufragados ficou mais evidente com a realização das análises tridimensionais, onde os métodos qualitativos e quantitativos aplicados proporcionaram a delimitação de compartimentos morfológicos. Estes compartimentos nada mais são do que áreas onde se evidenciam, em conjunto, as características morfológicas típicas que formam as assembleias categóricas de cada estágio morfodinâmico do modelo sequencial evolutivo proposto por Wright e Short (1984), conforme elencado, anteriormente, neste trabalho.

Nestes termos, os compartimentos morfológicos ocorrentes ao longo do arco praial dos Naufragados durante o período monitorado apresentam as seguintes características gerais:

- compartimento leste – declividades classificadas como bastante suaves, associadas a um perfil relativamente plano e morfologia marcada pela ausência completa de feições rítmicas, podendo, no entanto, apresentar pequenos embaiamentos no estirâncio;
- compartimento central – marcado por declividades mais elevadas, especialmente na face praial, sendo que o pós-praia apresenta-se bastante acidentado, com grandes irregularidades topográficas associadas à ocorrência marcante de embaiamentos e pequenos cúspides;

- compartimento oeste – predominam áreas mais planas e com declividades menos elevadas, associadas à bermas com cristas evidentes e bem instituídas, podendo ocorrer embaiamentos e cúspides praias, estando susceptível às ações erosivas do rio dos Naufragados, que ocasiona dissecação em períodos de alta pluviosidade, provocando o carreamento de sedimentos no pós-praia e o surgimento de feições erosivas.

Conveniente ressaltar, novamente, que devido às dificuldades de identificação de feições morfológicas em zonas submersas sob influência dos agentes hidrodinâmicos, fator que prejudicou a coleta de pontos topográficos e impediu o mesmo detalhamento das morfologias do pós-praia, a caracterização, bem como compartimentação do arco praias se ateve apenas sobre o sistema emerso da praia dos Naufragados.

No decorrer do período monitorado, o compartimento leste apresentou-se como o de menor extensão e menor gradiente de variação longitudinal, com média de 162,80 m de comprimento, medidos em linha reta entre os pontos explicados anteriormente, desvio padrão de 21,62 m e coeficiente de variação de sua extensão longitudinal de 13,28%. Este compartimento morfológico apresentou um comportamento cíclico ao longo do período monitorado, sendo mais curto em períodos de primavera e verão e mais extenso, em períodos de outono e inverno.

Comportamento semelhante foi observado no compartimento oeste, que apresentou extensão média de 283,91 m, desvio padrão de 38,15 m, resultando em um coeficiente de variação de extensão longitudinal de 13,44%. O comportamento cíclico é bastante semelhante ao observado no compartimento leste, ou seja, mais extenso em períodos de outono e inverno e mais curto, em períodos de primavera e verão.

Com relação ao compartimento central, que apresentou a maior extensão média (310,46 m) e os maiores gradientes de variação longitudinal (desvio padrão de 52,14 m e coeficiente de variação de extensão longitudinal de 16,79%), observa-se uma tendência inversa, porém, coadunada ao comportamento cíclico demonstrado pelos outros compartimentos. Como nos períodos de primavera e verão os compartimentos leste e oeste apresentam-se mais curtos, o compartimento central é mais extenso. Em contrapartida, com a expansão dos compartimentos leste e oeste nos períodos de outono e inverno, observa-se a redução do compartimento central.

Este comportamento cíclico dos compartimentos morfológicos confirma a interferência da sazonalidade entre as estações de primavera e verão e de outono e inverno, mencionada anteriormente.

Durante os períodos de primavera e verão, o compartimento central apresenta as maiores extensões, possivelmente ocasionado pela maior estabilidade das condições atmosféricas e hidrodinâmicas, que resultam em uma ampliação dos efeitos morfodinâmicos na porção central da praia, conseqüentemente transferindo estas condições para a morfologia praial.

Com o aumento de energia observado nos períodos de outono e inverno, aumenta também a porção da praia mais exposta à ação direta dos agentes hidrodinâmicos, fator que proporciona a ampliação do compartimento morfológico oeste. Curioso observar que este efeito também ocorre no compartimento leste, que representa a porção mais abrigada contra a ação direta dos agentes hidrodinâmicos, onde o comportamento morfodinâmico é praticamente o oposto do observado na porção mais a oeste da praia.

Somado ao fato de que as ondulações predominantemente ocorrentes durante os períodos de outono e inverno foram as provenientes de quadrante sul, a ampliação da extensão longitudinal do compartimento leste durante este período foi algo inesperado nesta pesquisa. Uma hipótese que se lança é a atuação da ponta do Frade, que se dispõe com sentido aproximado NE – SW, proporcionando uma barreira mais incisiva do que aparentemente se demonstra, contra o ataque direto das ondulações de sul.

A confirmação desta hipótese dependeria de estudos detalhados sobre os padrões de refração e difração de propagação das ondulações no entorno da praia dos Naufragados, haja vista a ocorrência de vários promontórios nesta região da costa catarinense. No entanto, estas determinações não fazem parte dos objetivos da presente pesquisa.

De modo geral, as análises efetuadas sobre o sistema praial dos Naufragados, Ilha de Santa Catarina, confirmaram algumas proposições, de diversos autores, como Yasso (1965), Carter (1988), Silvester e Hsu (1993), Rodriguez (1995), Short e Masselink (1999), Miot da Silva (2002, 2006) e Klein (2004), entre outros, com relação às variações hidrodinâmicas longitudinais ocorrentes em praias arenosas de enseada.

A praia dos Naufragados, como uma típica praia de enseada, apresenta características distintas ao longo do arco praial, provocadas por estas variações hidrodinâmicas longitudinais. Observa-se uma pequena gradação da média granulométrica dos sedimentos, apresentando leve aumento do diâmetro das partículas de leste para oeste, ou seja, da zona de sombra para a porção mais exposta às ações da dinâmica costeira. Estas características, associadas ao caráter mais bem selecionado e mais assimetricamente negativo dos sedimentos mais a oeste, indicam a predominância de deriva litorânea com sentido leste para oeste na praia, embora o caráter de menor seleção dos sedimentos na porção central indique duas possíveis células predominantes, atuando do centro para o leste e, do centro para o oeste.

Com relação aos aspectos morfológicos, observa-se que o perfil 1 apresentou a menor ocorrência de alterações proporcionadas por processos de erosão e acreção, sendo que no perfil central a praia apresentou-se mais estreita e, no perfil 3, constatou-se a maior susceptibilidade a variações morfológicas derivadas dos processos dinâmicos atuantes. Estes processos e características intrínsecas apresentaram forte dinâmica sazonal, de acordo com as condições atmosféricas e hidrodinâmicas predominantemente atuantes durante as estações de primavera e verão e de outono e inverno.

No entanto, apesar de ocorrer considerável grau de alterações morfológicas em diferentes padrões sazonais de dinâmica costeira, não foi evidenciada a ocorrência do processo de rotação praial, conforme pode ser observado na Figura 88, que apresenta a linha de costa (representada pela curva de nível 0,0 m) em cada uma das seis campanhas efetuadas durante o período de monitoramento.

Este fator, associado às fracas correntes de deriva litorânea observadas (que se reflete em baixa competência de transporte de sedimentos), demonstra que a praia dos Naufragados pode ser considerada como uma praia de enseada em equilíbrio estático, conforme proposições de Silvester e Hsu (1993) e Short e Masselink (1999), sendo sua forma curvada em planta, possivelmente, adaptada ao padrão de refração das ondas incidentes.

Conforme já explicado, os diferentes processos de circulação hidrodinâmica e sedimentar, ocorrentes no interior de enseadas e provocados pelos gradientes hidrodinâmicos longitudinais, refletem-se nos padrões morfodinâmicos evidenciados ao longo de um arco praial.

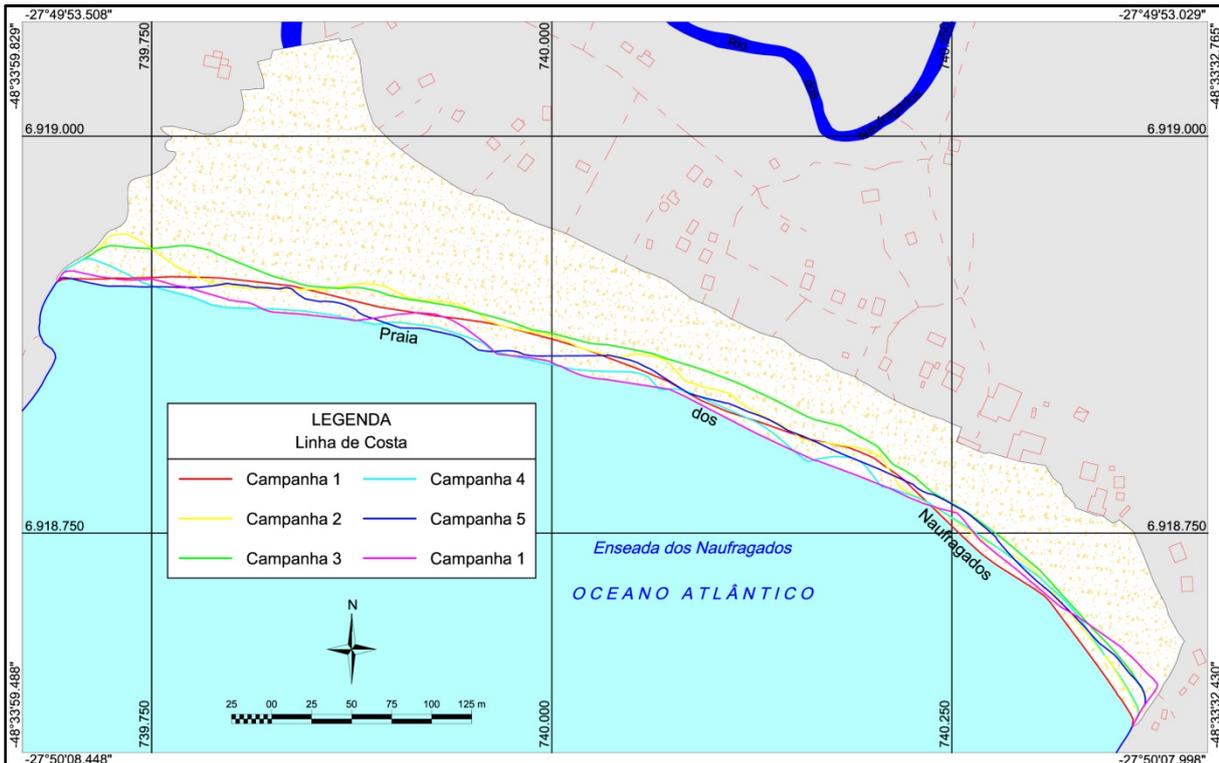


Figura 88 – Apresentação da linha de costa, representada pela curva de nível 0,0 m, em cada uma das seis campanhas de monitoramento realizadas na praia dos Naufragados.

Sendo assim, de acordo com os parâmetros morfológicos, morfométricos, hidrodinâmicos, granulométricos e oceanográficos investigados, bem como com as observações qualitativas efetuadas, classificou-se os três perfis monitorados na praia dos Naufragados, de leste para oeste (perfil 1 ao 3), como pertencentes, respectivamente, aos estágios morfodinâmicos intermediários terraço de maré baixa, variação entre bancos transversais e banco e praia de cúspides e banco e calha longitudinal, conforme classificação proposta por Wright e Short (1984).

Esse padrão, ilustrado na Figura 89, enquadra-se ao modelo de variação longitudinal de estágios morfodinâmicos em praias de enseada proposto por Short (1999): o perfil 1, situado na porção mais abrigada, apresenta-se em estágio intermediário de terraço de maré baixa; o perfil 2, na porção central, apresenta-se em uma variação entre os estágios intermediários bancos transversais e banco e praia de cúspides; o perfil 3, mais exposto à ação dos agentes hidrodinâmicos, apresenta-se em estágio intermediário banco e calha longitudinal.

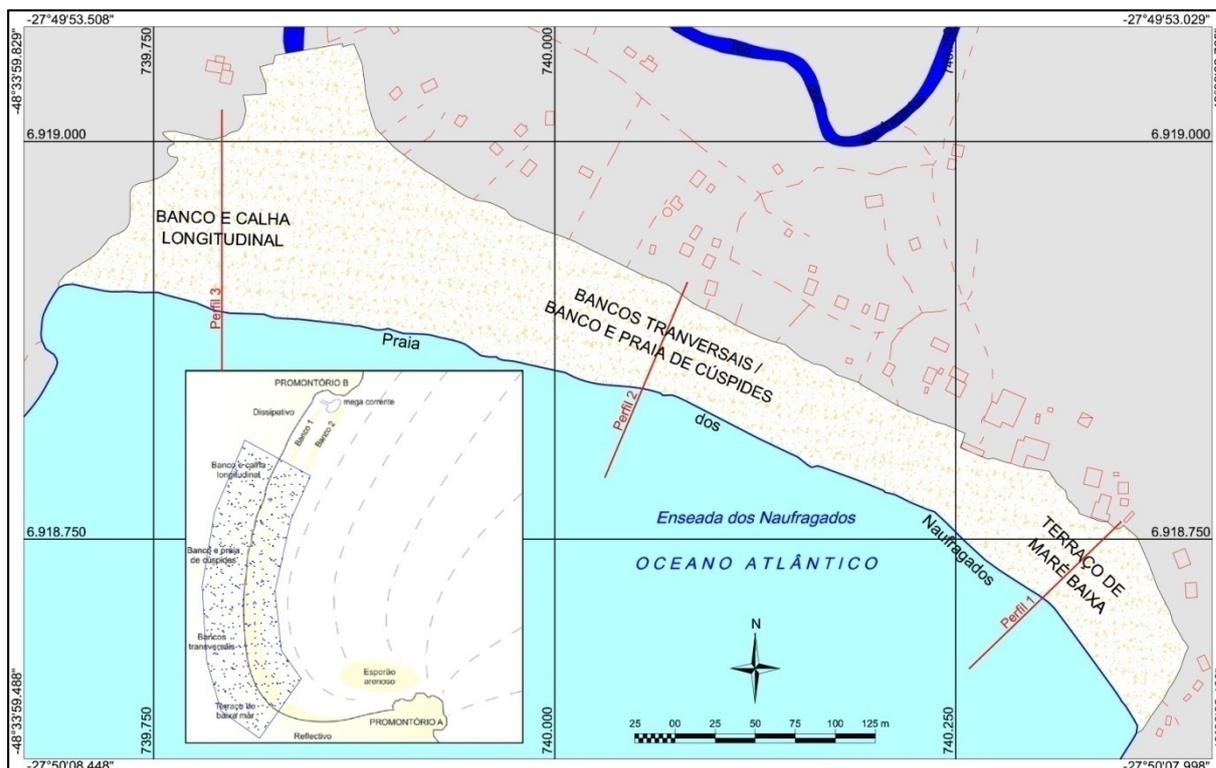


Figura 89 – Enquadramento da praia dos Naufragados ao modelo de variação longitudinal de estágios morfodinâmicos em praias de enseada proposto por Short (1999).

Depois de identificados os estágios morfodinâmicos, as análises tridimensionais efetuadas, a partir da identificação das assembleias categóricas de cada estágio morfodinâmico do modelo sequencial evolutivo proposto por Wright e Short (1984), evidenciaram a extensão e variação longitudinal destes estágios ao longo do arco praiial dos Naufragados, proporcionando a delimitação de diferentes compartimentos morfológicos para cada campanha de monitoramento. Ao todo, foram identificados três compartimentos: leste, central e oeste.

De modo geral, pode-se associar os estágios morfodinâmicos e os compartimentos morfológicos ocorrentes ao longo do arco praiial dos Naufragados. Nestes termos, o compartimento leste apresenta-se relacionado ao estágio morfodinâmico intermediário terraço de maré baixa, classificado no perfil 1.

Da mesma forma, o compartimento central associa-se à variação entre os estágios morfodinâmicos intermediários bancos transversais e banco e praia de cúspides identificados no perfil 2. Por fim, o compartimento oeste, ao estágio morfodinâmico intermediário banco e calha longitudinal determinado no perfil 3.

No entanto, como pode ser observado na Tabela 18 e na Figura 90, os compartimentos morfológicos, devido à própria natureza dinâmica do ambiente praial, não são estáticos, apresentando representativas variações em suas extensões longitudinais em cada campanha de monitoramento.

Tabela 18 – Variação da extensão longitudinal dos compartimentos morfológicos identificados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

Campanha	Extensão dos compartimentos morfológicos (m)		
	Leste	Central	Oeste
1 (15/12/2007)	152,07	385,63	216,33
2 (23/02/2008)	175,60	262,44	320,95
3 (10/05/2008)	187,70	260,76	314,34
4 (26/07/2008)	181,54	274,76	298,36
5 (11/10/2008)	144,49	329,72	283,81
6 (22/12/2008)	135,38	349,47	269,67

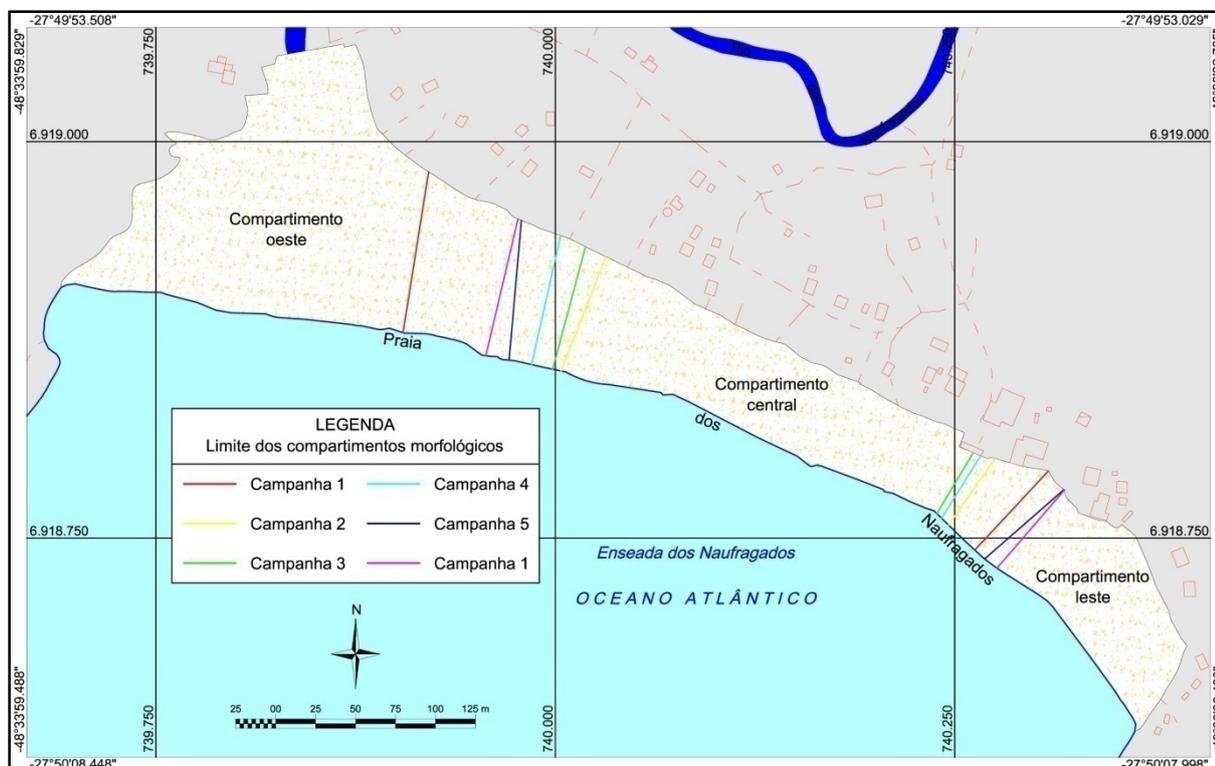


Figura 90 – Representação gráfica apresentando os limites e a variação da extensão longitudinal dos compartimentos morfológicos identificados durante as campanhas de monitoramento na praia dos Naufragados.

A zona de sombra, situada na porção mais a leste da praia dos Naufragados e que se acha parcialmente protegida dos agentes hidrodinâmicos pela ponta do Frade, apresentou-se como uma típica praia em estágio intermediário terraço de maré baixa, assim classificada de acordo com as análises morfodinâmicas efetuadas. O compartimento morfológico associado a esta porção apresentou extensões diversas para cada campanha de monitoramento, variando do ponto mais a leste do arco praiial até o nó em que se delimita com o compartimento central, de 135,38 m na campanha 6 (quando apresentou a menor extensão) até 187,70 m na campanha 3 (quando apresentou sua maior extensão).

A porção central da praia dos Naufragados foi a mais heterogênea em termos morfodinâmicos, alternando-se entre os estágios intermediários bancos transversais e banco e praias de cúspides, sendo que o compartimento morfológico associado apresentou extensões, entre os nós que delimitam este compartimento, variando de 260,76 m na campanha 3 (quando apresentou a menor extensão) até 385,63 m na campanha 1 (quando apresentou sua maior extensão).

A porção oeste da praia dos Naufragados, mais exposta à ação dos agentes da dinâmica costeira, apresentou-se como uma típica praia em estágio intermediário banco e calha longitudinal. O compartimento morfológico associado a esta porção variou, do ponto mais a oeste do arco praiial até o nó em que se delimita com o compartimento central, de 216,33 m na campanha 1 (quando apresentou a menor extensão) até 320,95 m na campanha 2 (quando apresentou sua maior extensão).

Portanto, a setorização morfodinâmica do arco praiial dos Naufragados pode ser efetuada, limitando-se os denominados setores morfodinâmicos a partir no ponto inicial ou nó nos períodos de menor extensão longitudinal de cada compartimento morfológico. No entanto, observa-se que ocorre a sobreposição referente aos limites de maior extensão dos compartimentos, sendo as áreas situadas nestas zonas de sobreposição, intermediárias entre os compartimentos central e leste e entre o central e o oeste, denominados setores de transição.

Concluindo, a setorização morfodinâmica desenvolvida sobre o arco praiial dos Naufragados, na presente pesquisa e durante o período monitorado, apresentou a ocorrência de três setores morfodinâmicos e de dois setores de transição, de acordo com o modelo sequencial evolutivo proposto por Wright e Short (1984), a saber:

- Setor morfodinâmico 1 – praia em estágio intermediário terraço de maré baixa;

- Setor morfodinâmico 2 – praia variando entre os estágios intermediários bancos transversais e banco e praias de cúspides;
- Setor morfodinâmico 3 – praia em estágio intermediário banco e calha longitudinal;
- Setor de transição 1 – praia variando entre os estágios intermediários ocorrentes nos setores morfodinâmicos 1 e 2;
- Setor de transição 2 – praia variando entre os estágios intermediários ocorrentes nos setores morfodinâmicos 2 e 3;

A Figura 91 apresenta a localização destes setores ao longo do arco praial dos Naufragados.

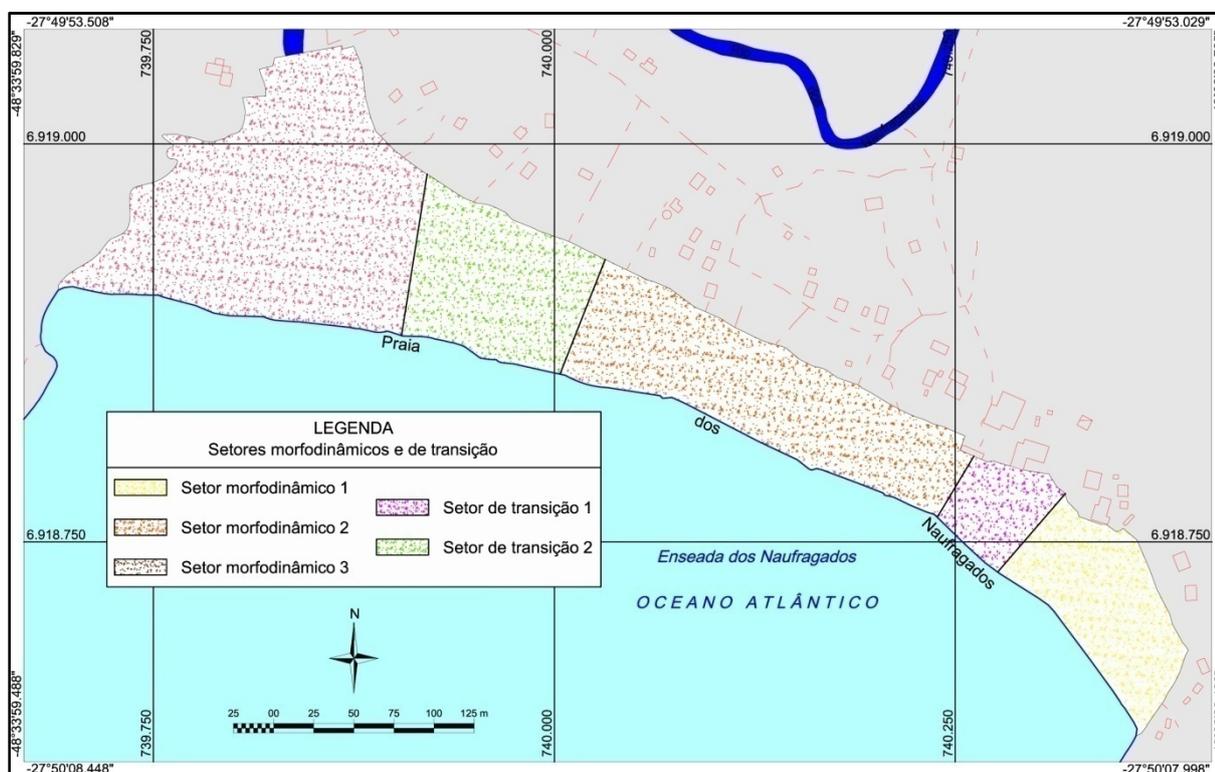


Figura 91 – Representação gráfica apresentando os setores morfodinâmicos e de transição ao longo da praia dos Naufragados.

7 CONCLUSÕES

Ao término desta pesquisa, considera-se que o objetivo geral de efetuar o estudo do sistema praiar dos Naufragados, aplicando análises e abordagens bidimensionais e tridimensionais com ênfase na distribuição dos padrões morfodinâmicos ao longo da praia, assim como os demais objetivos específicos propostos, foram satisfatoriamente atingidos.

A periodicidade bimensal do monitoramento realizado no arco praiar dos Naufragados demonstrou-se bastante satisfatória em virtude da hipótese desta pesquisa, sobretudo, pelo fato da pequena variação granulométrica ocorrente ao longo do arco praiar no decorrer do período analisado.

Da mesma forma, o número de perfis monitorados ao longo do arco praiar apresentou-se suficiente, corroborado pelo fato de representar adequadamente a totalidade dos setores morfodinâmicos ocorrentes na praia dos Naufragados. Cabe destacar a importância fundamental dos dados qualitativos observados durante as campanhas de monitoramento, principalmente, aqueles referentes às descrições morfológicas, que se tornaram de grande aplicabilidade para a compilação dos resultados das análises morfodinâmicas.

A setorização morfodinâmica apresentada foi baseada em critérios de análises quantitativas e qualitativas. Análises qualitativas podem ser consideradas como fatores de risco por serem oriundas de interpretações que, por sua vez, podem incutir erros provenientes de distorções provocadas por critérios subjetivos e por falhas diretas de interpretação. Nestes termos, pequenas inconsistências na delimitação dos setores morfodinâmicos não são descartadas.

Procurou-se, neste sentido, atuar com o máximo de precisão cartográfica e acuidade interpretativa, sendo de importância fundamental as descrições qualitativas da morfologia praiar efetuadas durante as campanhas de monitoramento, em suas áreas emersas e submersas, demonstraram-se de grande aplicabilidade para a compilação dos resultados das análises morfodinâmicas.

No que se refere à hipótese de pesquisa, a possibilidade de determinação dos limites de ocorrência entre distintos setores morfodinâmicos ao longo do arco praiar dos Naufragados foi plenamente confirmada, de acordo com os resultados apresentados.

No entanto, a metodologia utilizada demonstrou algumas limitações, sobretudo, com relação às técnicas de coleta de dados morfológicos no sistema submerso da praia. O levantamento topográfico é uma técnica que depende da “leitura” direta do relevo. Esta “leitura” é efetuada pela identificação das feições, sendo esta visualização bastante prejudicada em áreas submersas, dificultando a representação destas feições. O mesmo não ocorre em áreas emersas.

Esta contextualização explica a evidente discrepância observada entre o detalhamento das feições emersas com relação às feições submersas do sistema praial. Este fato foi culminante para o desenvolvimento da setorização morfológica, apenas, sobre o sistema emerso da praia dos Naufragados.

Porém, deve-se destacar o avanço que representa a utilização da técnica do levantamento topográfico com estação total em estudos sobre morfodinâmica praial, em comparação com o nivelamento expedito através do método da estadimetria. Dentre as vantagens apresentadas, elenca-se a praticidade da leitura direta efetuada pelo equipamento, o processamento e armazenamento automático dos dados, a possibilidade de se trabalhar com precisão cartográfica a partir de dados geodésicos, a possibilidade de se efetuar o levantamento sobre a totalidade do arco praial, não apenas nos perfis, proporcionando abordagens e análises bidimensionais e tridimensionais, além da compatibilidade dos dados como bases georreferenciadas em sistemas CAD (*computer aided design* ou desenho auxiliado por computador).

Portanto, o levantamento topográfico com estação total oferece profícuas perspectivas de novas abordagens, sendo que as análises tridimensionais, após necessários aprimoramentos (naturalmente surgidos a partir de novos estudos que envolvam a aplicação deste método), podem ser incluídas entre as mais promissoras contribuições ao desenvolvimento dos estudos sobre morfodinâmica de praias arenosas.

Como sugestões de trabalhos futuros no sistema praial dos Naufragados, apresenta-se a seguinte relação:

- levantamento batimétrico da enseada dos Naufragados;
- estudos aplicados sobre os padrões de refração e difração de ondas na enseada dos Naufragados;
- determinação de *fetch* e da profundidade de fechamento do sistema praial;
- determinação do grau de indentação da praia;

- identificação dos padrões de correntes no canal da baía Sul e suas possíveis interferências hidrodinâmicas no sistema praial;
- estudo faciológico dos sedimentos de fundo da enseada dos Naufragados;
- estudo sedimentológico dos sedimentos praias dos sistemas emerso e submerso (arco praial e fundo da enseada);
- análises sedimentológicas de amostras de sedimentos de plataforma continental interna e ao longo das bacias hidrográficas adjacentes, a fim de determinar as possíveis áreas fonte;
- estudo aplicado sobre os depósitos de plácemes no arco praial;
- estudo aplicado sobre os minerais pesados, na praia dos Naufragados e demais praias do entorno, visando a determinação de células de dispersão de sedimentos;
- análise de fluxos de retroalimentação entre as dunas frontais e a praia;
- análise da contribuição do rio dos Naufragados no aporte de sedimentos ao arco praial;
- avaliação de possíveis áreas de vulnerabilidade a riscos de erosão costeira.

REFERÊNCIAS

- AAGARD, T.; MASSELINK, G. 1999. The surf zone. *In*: SHORT, A. (Ed.) **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics**. Nova York: Wiley & Sons, 379 p.
- ABREU DE CASTILHOS, J. **Estudo evolutivo-sedimentológico e morfodinâmico da praia da Armação Ilha de Santa Catarina – SC**. Florianópolis, 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 179p.
- ANDRADE, J. B. **Fotogrametria**. SBEE. Curitiba, 1998.
- ARAÚJO, C.E.S.; FRANCO, D.; MELO, E.; PIMENTA, F. Wave Regime Characteristics of the Southern Brazilian Coast. *In*: Copedec VI International Conference On Coastal and Port Engineering in Developing Countries, 6, 2003, Colombo, Sri Lanka. **Proceedings...**, Colombo, Sri Lanka, p. 1- 15.
- AUTODESK. **AutoCad**. Version 2007. 1 CD-ROM. 2007.
- BABA, J.; KOMAR, P. D. Measurements and analysis of settling velocities of natural quartz sand grains. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 51, n. 2, p. 631-640, 1981.
- BENTLEY SYSTEMS INCORPORATED. **MicroStation J**. Version 07. 01.00.62. 1 CD-ROM. 1999.
- BIGARELLA, J. J. Temas de Geologia Marinha. **Cadernos Geográficos**, n. 3. Florianópolis: UFSC, 2000. 81 p.
- BIGARELLA, J. J.; ALESSI, A. H.; BECKER, R. D.; DUARTE, G. M. Textural characteristics of the coastal dune, sand ridge and beach sediments. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 27, p. 15-80, 1969.
- BIRD, E. C. F. **The coast of Victoria**. Melbourne: Melbourne University Press, 1993. 324 p.
- BIRKEMEIER, W. A. Fast accurate two-person beach survey. **Coastal Engineering Technical Aid**, Vicksburg, Mississippi: U.S. Army Corps of Engineer Waterways Experiment Station. Coastal Engineering Research Center. 1981. p. 81-111.

BITTENCOURT, A. C. S. P. A questão da predominância ou não de valores negativos de assimetria das distribuições granulométricas para os depósitos da face da praia - uma polêmica revisitada. **Revista Brasileira de Geociências**, n. 22, v. 1, p. 107-111, 1992.

BRESOLIN, A. **Flora da Restinga da Ilha de Santa Catarina**. Trabalho Submetido à Universidade Federal de Santa Catarina para Provimento do cargo de Professor Titular. Florianópolis, 1979. Universidade Federal de Santa Catarina. 54 p.

BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. **Ecology of Sandy Shores**. Amsterdam: Elsevier, 1990. 327 p.

CAMARGO, M. G. **SYSGRAN para Windows**: sistema de análises granulométricas. *Software* de análise. 1999.

CARNEIRO, M. C. S. M.; SÁ, L. A. C. M.; ARAUJO, T. C. M. Monitoramento cartográfico do litoral de Olinda - um recorte nas praias de Casa Caiada e Rio Doce. *In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia. **Anais...** 2007.

CARNEIRO, M. C. S. M.; SÁ, L. A. C. M. ; GOMES, E. T. A. O monitoramento da erosão costeira - estudo a partir das praias de Casa Caiada e Rio Doce - Olinda. *In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA*. Belo Horizonte: **Anais...** 2003.

CARTER, R. W. G. **Coastal Environments**: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastline. London. Londres: Academic Press, 1988. 617 p.

CORNAGLIA, P. On beaches. 1889. *In: FISCHER, J. S.; DOLAN, R. (Ed.) Beach Processes and Coastal Hidrodynamics*. Benchmark Papers in Geology, 1977, v. 39, p. 11-26.

CRUZ, O. **A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo**: um estudo de geomorfologia costeira. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998. 280 p.

DAVIES, J. L. A morphogenic approach to world shrorelines. **Zeitschrift für Geomorphologie**, v. 8, p. 127-142, 1964.

DAVIS Jr., R. A. Beach and Nearshore zone. *In: DAVIS Jr., R. A. (ed.), Coastal Sedimentary Environments*. Nova York: Springer- Verlag, 1985, p. 379-444.

DEAN, R. G. Heuristic models of sand transport in the surf zone. *In: Conference of Engineering Dynamics in the surf zone, 1973, Sidney. Proceedings...*, Sidney, p. 298-314.

DIEHL, L. F. **Aspectos geoevolutivos, morfodinâmicos e ambientais do pontal da Daniela, Ilha de Santa Catarina, Brasil.** Florianópolis, 1997. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 132p.

DIEHL, F. L.; HORN FILHO, N. O. Compartimentação geológico-geomorfológica da zona litorânea e planície costeira do estado de Santa Catarina. **Notas Técnicas**, v. 9, p. 39-50, 1996.

ESRI GIS AND MAPPING SOFTWARE. **ArcGis 9.2.** 1 CD-ROM. 2007.

FARACO, K. **Comportamento morfodinâmico e sedimentológico da praia dos Ingleses, Ilha de Santa Catarina – SC, durante o período de 1996-2001.** Florianópolis, 2003. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 123p.

FELIX, A. **Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: proposta de revisão dos limites na Ilha de Santa Catarina.** Florianópolis, 2005. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina. 152 p.

FELIX, A.; GELSLEICHTER, A. M.; NEVES, J.; SARGES, L. **Estudo morfo-sedimentológico da praia dos Naufragados – litoral Sul da Ilha de Santa Catarina.** 2001. 21 p. (inédito).

FISCHER, A. **Morfodinâmica do “Saco do Laranjal”: costa Noroeste do estuário da laguna dos Patos – RS.** Rio Grande, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Oceânica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 160 p.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos river bar: study in the significance of grain size parameter. **Journal of Sedimentary Petrology**, Tulsa, v. 27, n. 1, p. 3-26, 1957.

- GIANNINI, P. C. F. **Sistemas Depositionais no Quaternário Costeiro entre Jaguaruna e Imbituba, SC**. São Paulo, 1993. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo. 439 p.
- GIBBS, R. J.; MATTHEWS, M. M.; LINK, D. A. The relationship between shere size and setting velocity. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 41, n. 1, p. 7-18, 1971.
- GÜTTLER, F. N. **Estudo Morfodinâmico e Granulométrico da praia do Rio das Pacas, Florianópolis – SC**. Florianópolis, 2006. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade do Estado de Santa Catarina. 85 p.
- HALLERMEIR, R. J. A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. **Coastal Engineering**, v. 4, p. 253-277, 1981.
- HARDISTY, J. **Beaches: Form and Process**. Londres: Unwin Hyman, 1990. 324 p.
- HESP, P. A. Morphology, dynamics and internal stratification of some established foredunes in southeast Australia. **Sedimentary Geology**, v. 55, p. 17-41, 1988.
- HESP, P. A. **Coastal sand dunes: form and function**. CDVN Technical Bulletin, 2000, n.4, 28 p.
- HOEFEL, F. G. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica**. Itajaí: Editora da Univali, 1998. 92 p.
- HORN FILHO, N. O. Estudos morfossedimentares (1970-2004) nas praias da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil: uma síntese. **Gravel**, Porto Alegre: COMAR / CECO – UFRGS, n. 2, p. 57-70, 2004.
- HORN FILHO, N. O. Ilha de Santa Catarina. *In*: MUEHE, D. (Ed.) **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. Brasília: MMA, 2006. 476 p.
- HORN FILHO, N. O.; LEAL, P. C.; OLIVEIRA, J. S. de. **Atlas fisiográfico e sedimentológico das praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. 2010. (inédito).
- INMAN, D. L.; NORDSTROM, C. E. On the tectonic and morphologic classification of coasts. **Journal of Geology**, v. 79, p. 1-21, 1971.

IPIUF – INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS. **Guia digital Floripa**. CD-ROM. Florianópolis, 2001a.

IPIUF – INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS.

Mapeamento sistemático do município de Florianópolis: plantas cadastrais.

Florianópolis: Executado por Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria Ltda., 2001b. 4 folhas: SG.22-Z-D-V-4-NE-F-I-1, SG.22-Z-D-V-4-NE-E-II-3, SG.22-Z-D-V-4-NE-D-III-5 e SG.22-Z-D-V-4-NE-C-IV-6. Licença do Ministério da Defesa nº 197, de 16/10/2001. Escala: 1:2.000.

IPIUF – INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS.

Cobertura aerofotogramétrica do município de Florianópolis: fotos aéreas

métricas. Florianópolis: Executado por Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria Ltda., 2002a. 2 fotografias aéreas coloridas. Escala: 1:15.000. Fx. 02, fotos nº 002, 003. Licença de aerolevamento nº 088/02 de 17/05/2002.

IPIUF – INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS.

Ortofotocartas digitais do município de Florianópolis. Florianópolis: Executado por Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria Ltda., 2002b. 2 folhas: FL – 01 e FL – 02. Licença do Ministério da Defesa nº 088, de 17/05/2002. Escala: 1:5.000.

KING, C. A. M. **Beaches and coasts**, Londres: Edward Arnold Publishers Ltda., 1972. 570 p.

KLEIN, A. H. F. **Morphodynamics of Headland-Bay Beaches. Examples from the coast of Santa Catarina State, Brazil**. Faro, 2004. Tese (Doutorado em Ciências do Mar) – Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade do Algarve. 218p.

KRUMBEIN, W. C. Size frequency distribution of sediments. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 4, p. 65-77, 1934.

LEAL, P. C. **Sistema praias Moçambique - Barra da Lagoa, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil:** aspectos morfológicos, morfodinâmicos, sedimentológicos e ambientais. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 125p.

LEÃO, C. **Variação especial e temporal das cúspides da praia de Camburi, Vitória-ES**. Vitória, 2005. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo.

LÉLIS, R. J. F. **Aspectos morfossedimentares da praia das Rendeiras, laguna da Conceição (Ilha de Santa Catarina – SC)**. Florianópolis, 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 133 p.

LOCH, C.; LAPOLLI, E. M. **Elementos básicos da fotogrametria e sua utilização prática**. 4 ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998. 104 p.

MANFRA. **Posição**. Versão 2000. 1 CD-ROM. 2000.

MARTINS, L. R. S.; GAMERMANN, N.; SCHEIBE, L. F.; TEIXEIRA, V. H. Sedimentologia da Ilha de Santa Catarina. 1 - areias praias. **Boletim da Escola de Geologia**, publicação especial, Porto Alegre, n. 18, p. 1-55, 1970.

MARTINS, L. R. S.; JOST, H.; VILLWOCK, J. A.; MARTINS, I. L. R. Misturas Populacionais e Efetividade de Energia Ambiental. **Pesquisas**, n. 1, p. 13-24, 1972.

MASSELINK, G.; SHORT, A. D. The effect of the tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. **Journal of Coastal Research**, v. 9, n. 3, p. 785-800, 1993.

MASSELINK, G.; TURNER, I. L. The effect of tides on beach morphodynamics. *In*: SHORT, A. D. (Ed.). **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. Nova York: John Wiley & Sons. 1999. 379 p.

MAZZER, A. M. **Proposta Metodológica de Análise de Vulnerabilidade da Orla Marítima à Erosão Costeira**: Aplicação na Costa Sudeste da Ilha de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil. Porto Alegre, 2007. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 169 p.

MCLAREN, P. An interpretation of trends in grain size measures. **Journal of Sedimentary Petrology**. v. 51, n. 2, p. 611-624, 1981.

MELO FILHO, E. **Projeto Sentinelas do Mar**: instruções para efetuar as observações. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1991. 11p.

- MIOT DA SILVA, G. **Efeito do estado de equilíbrio em planta na sedimentologia de praias desenvolvidas entre promontórios**. Porto Alegre, 2002. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 290 p.
- MIOT DA SILVA, G. **Orientação da linha de costa e dinâmica dos sistemas praia e duna: praia de Moçambique, Florianópolis, SC**. Porto Alegre, 2006. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 134 p.
- MONTEIRO, M. A.; FURTADO, S. M. A. O clima do trecho Florianópolis-Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. **Geosul**, Florianópolis: UFSC, n. 10, v. 19-20, p. 117-133, 1995.
- MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. *In*: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (EdS.) **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 345 p.
- NIMER, E. Clima. *In*: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro. p. 151-187, 1990. 36 p.
- NUNES, M. G. **Estudo evolutivo, sedimentológico e morfodinâmico da praia do Forte – Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis, 1997. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina. 72p.
- NUNES, M. G. **Estudo morfo-sedimentar do sistema praiial-lagunar de Ponta das Canas, Ilha de Santa Catarina, SC**. Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 133p.
- OLIVEIRA, A. M. S.; BRANNSTROM, C.; NOLASCO, M. C.; PELOGGIA, A. U. G.; PEIXOTO, M. N. O.; COLTRINARI, L. 2005. Tecnógeno: registros da ação geológica do homem. *In*: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA / Holos Editora, 382 p.
- OLIVEIRA, A. O; CALLIARI, L. J. Morfodinâmica da praia do Mar Grosso, São José do Norte/RS. **Gravel**, Porto Alegre: COMAR / CECO – UFRGS, n. 4, p. 23-36, 2006.

OLIVEIRA, C. **Dicionário cartográfico**. IBGE. Rio de Janeiro, 1993.

OLIVEIRA, U. R. **Comportamento morfodinâmico e granulometria do arco praial Pântano do Sul – Açores, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Florianópolis, 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 102 p.

OLIVEIRA, U. R. **Relações entre a morfodinâmica e a utilização em trechos da costa oceânica da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Florianópolis, 2009. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 198 p.

PEIXOTO, J. R. V. **Análise morfossedimentar da praia do Santinho e sua relação com a estrutura e dinâmica da vegetação “pioneira” da duna frontal, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Florianópolis, 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 77p.

PELLOGGIA, A. U.; OLIVEIRA, A. M. S. 2005. Tecnógeno: um novo campo de estudos das Geociências. *In*: CONGRESSO DA ABEQUA, 10, 2005, Guarapari. **Anais...** (CD-ROM).

PUGH, D. T. Tides, surges and mean sea level. **A handbook for Engineers and Scientists**. Nova York: John Wiley & Sons Ltda., 1987. 472 p.

RODRIGUEZ, D.E.M.G. **Morfologia de Playas en Equilíbrio**: Planta y Perfil. Santander, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, canales y Puertos, Universidad de Cantabria.

SANT'ANNA NETO, J. L.; NERY, J. T. Variabilidade e mudanças climáticas no Brasil e seus impactos regionais. *In*: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA / Holos Editora, 2005. 382 p.

SANTOS, C. R. **Inter-relação entre a dinâmica da vegetação pioneira e os padrões morfossedimentológicos sazonais da praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis, 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 207p.

SCHMIEGELOW, J. M. M. **O Planeta Azul: uma introdução às ciências marinhas.** Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 202 p.

SCHWEITZER, A. **Comportamento morfossedimentar do arco praiial e evolução do uso do solo na praia Brava, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Florianópolis, 2007. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina. 68 p.

SELLEY, R. C. **An Introduction to Sedimentology.** Londres/Nova York/São Francisco: Academic Press, 408 p.

SHORT, A. D. Beaches. *In:* SHORT, A. D. (ed.) **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics.** Nova York: Wiley & Sons, 1999. 379 p.

SHORT, A. D.; HESP, P. A. Wave, beach and dune interactions in southeastern Australia. **Marine Geology**, v. 48, p. 259-284, 1982.

SHORT, A. D.; MASSELINK, G. 1999. Embayed and Structurally Controlled Beaches. *In:* Short, A.D. (ed.). **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics.** Nova York: John Wiley & Sons, p. 122-142.

SHORT, A. D.; COWELL, P. J.; CADEE, M.; HALL, W.; VAN DIJK, B. Beach rotation and possible relation to the southern oscillation. *In:* AUNG, T. H. (ed.) **Ocean Atmosphere Pacific Conference.** Adelaide: National Tidal Facility, p. 329-334, 1995.

SHYUER-MING, S.; KOMAR, P. D. Sediments, beach morphology and sea cliff erosion within an Oregon Coast littoral cell. **Journal of Coastal Research**, v. 10, p. 144-157, 1994.

SILVESTER, R.; HSU, J. R. C. **Coastal Stabilization: innovative concepts.** Nova Jersey: Prentice Hall, 1993. 578 p.

SIMÓ, D.H. **Caracterização e distribuição das “ressacas” e áreas de risco na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Florianópolis, 2003. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina. 130p.

SOUZA, C. R. G. ; SUGUIO, K. . Metodo morfossedimentológico para a identificação de células de deriva litorânea. **Geosul**, Florianópolis: UFSC, v. 14, p. 243-247, 1998.

SOUZA, C. R. G.; SOUZA FILHO, P; W. M.; ESTEVES, L. S.; VITAL, H.; DILLENBURG, S. R.; PATCHINEELAM, S. M.; ADDAD, J. E. Praias arenosas e erosão costeira. *In*: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA / Holos Editora, 2005. 382 p.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher/Editora da USP, 1973. 307 p.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia marinha com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol**. São Paulo: T. A. Queiroz editor, 1992. 171p.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1998. 1.222p.

SUGUIO, K. **Mudanças Ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336 p.

TAGGART, B. E.; SCHWARTZ, M. L. Net shoredrift direction determination: a systematic approach. **Journal of Shoreline Managment**, n. 3, v. 4, p. 285-309, 1988.

TEODOLINI, A. **PROMARK 2 – Tutorial passo a passo**. São Paulo: 2004a. 37p.

TEODOLINI, A. **Ashtech Solutions 2.6 – Manual de Operação**. São Paulo: 2004b. 149p.

TOLDO JÚNIOR, E. E. **Notas de aula da disciplina Sedimentologia I**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. 89 p. (Apostila)

TOLDO JÚNIOR, E. E.; ALMEIDA, L. E. S. B.; DILLENBURG, S. R.; TABAJARA, L. L.; FERREIRA, E. R. Parâmetros morfodinâmicos e deriva litorânea da praia de Tramandaí, RS. **Geosul**, Florianópolis: UFSC, v. 15, p. 75-88, 1993.

TOMAZELLI, L. J. **Contribuição ao Estudo dos Sistemas Depositionais Holocênicos do Nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul, com Ênfase no Sistema Eólico**. Porto Alegre, 1990. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Programa de pós Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 270 p.

TORRONTEGUY, M. C. **Sistema praial Joaquina - Morro das Pedras e praias adjacentes da costa leste da Ilha de Santa Catarina**: aspectos morfodinâmicos, sedimentológicos e fatores condicionantes. Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 158p.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J.; LOSS, E. L.; HORN FILHO, N. O.; BACHI, F. A.; DEHNHARDT, B. A. Geology of the Rio Grande do Sul coastal province. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, Rotterdam: Balkema Publishers, v. 4, p. 79-97, 1986.

WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class term for clastic sediments. **Journal of Geology**, v. 30, p. 377-392, 1922.

WOODROFFE, C. D. **Coasts: form, process and evolution**. Cambridge: University Press, 2003. 623 p.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamics variability of surf zones and beaches: a synthesis. **Marine Geology**, v. 56, p. 93-118, 1984.

WRIGTH, L. D.; SHORT, A. D.; GREEN, M. O. Short terms changes in the morphodynamic states of beach and surf zones. **Marine Geology**, v. 62, p. 339-364, 1985.

YASSO, W. E. Plan geometry of headland-bay beaches. **Journal of Geology**, v. 73, p. 702-714, 1965.