

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

**SISTEMA JOAQUINA - MORRO DAS PEDRAS E PRAIAS ADJACENTES
DA COSTA LESTE DA ILHA DE SANTA CATARINA: ASPECTOS
MORFODINÂMICOS, SEDIMENTOLÓGICOS E FATORES
CONDICIONANTES**

Mauricio de Carvalho Torronteguy

Orientador: Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho

Dissertação de Mestrado

**Área de Concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais
Linha de Pesquisa: Oceanografia Costeira e Geologia Marinha**

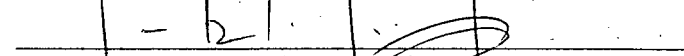
Florianópolis, SC

2002


“Sistema Joaquina-Morro das Pedras e praias adjacentes da Costa Leste da Ilha de Santa Catarina: aspectos morfodinâmicos, sedimentológicos e fatores condicionantes”.

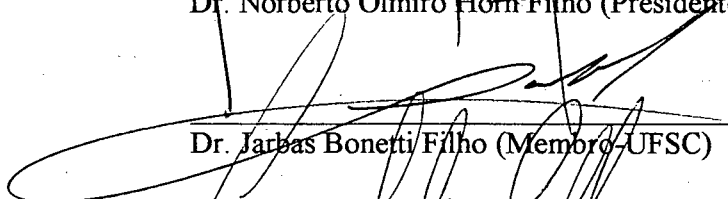
Maurício de Carvalho Torronteguy

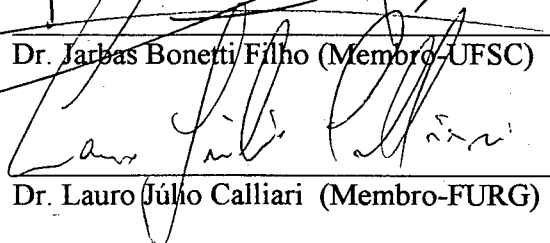
Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Geografia, área de concentração, Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, em cumprimento aos requisitos necessários à obtenção do grau acadêmico de Mestre em Geografia.


Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM: 22/03/2002


Dr. Norberto Olmiro Horn Filho (Presidente e Orientador-UFSC)


Dr. Jarbas Bonetti Filho (Membro-UFSC)


Dr. Lauro Júlio Calliari (Membro-FURG)

Florianópolis - 2002

A minha amada Alessandra e
aos meus pais Juarez e Vera.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Catarina, ao Departamento de Geociências e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia por fornecerem toda a infra-estrutura e apoio logístico para realização desta pesquisa.

Aos professores e colegas do curso de mestrado, que de forma direta ou indireta contribuíram para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

Agradeço ao meu orientador, Norberto Olmiro Horn Filho, pela dedicação, pelo incentivo, pelas valiosíssimas críticas e sugestões durante a realização desta dissertação. Pela amizade e pelos conhecimentos a mim transferidos, os quais foram muito úteis para o meu desenvolvimento científico.

Ao meu amigo, Lauro Júlio Calliari, que desde a minha graduação em Oceanologia vem me incentivando, ensinando e apoiando.

A Alessandra, por todo amor, carinho e apoio dado, o que foi fundamental para o meu equilíbrio pessoal e para a conclusão desta dissertação.

A minha família, meus pais e irmãos que desde o início da minha existência sempre me apoiaram.

Ao CLIMERH – SC, que forneceu parte dos dados meteorológicos utilizados nesta pesquisa.

A CAPES, órgão de fomento do Governo Federal, que através da concessão da bolsa de estudos financiou esta pesquisa.

Por fim, a todos amigos que me deram força durante esta etapa da minha vida.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	III
AGRADECIMENTOS	IV
SUMÁRIO	V
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE FOTOS	XII
LISTA DE GRÁFICOS	XIII
LISTA DE TABELAS	XV
RESUMO	XVII
ABSTRACT	XIX
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	7
2.1. Geral	7
2.2. Específicos	7
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
3.1. Sobre a nomenclatura	8
3.1.1. Zonação hidrodinâmica	8
3.1.2. Subambientes praias	9
3.2. Trabalhos anteriores	10
4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO	15
4.1. Generalidades	15
4.2. Aspectos climáticos	19
4.3. Dinâmica costeira	22
4.3.1. Ventos	22
4.3.2. Marés	22
4.3.3. Ondas	23
4.3.4. Correntes	26
4.4. Geologia e geomorfologia	30
4.4.1. Planície costeira	31
4.4.2. Plataforma continental	32
5. METODOLOGIA	34

5.1 Perfis topográficos praias ao longo do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras	34
5.2. Observação visual da dinâmica litorânea	35
5.3. Obtenção e análise dos dados meteorológicos	37
5.4. Análise granulométrica	37
5.5. Classificação morfodinâmica	38
6. RESULTADOS	41
6.1. Dados referentes às observações visuais da dinâmica litorânea	41
6.2. Ondas incidentes na praia da Joaquina (dados obtidos via internet)	42
6.3. Condicionantes atmosféricas	47
<i>6.3.1. O evento ocorrido entre os dias 27 e 30 de maio de 2000</i>	<i>47</i>
<i>6.3.2. O evento ocorrido entre os dias 14 e 16 de setembro de 2000</i>	<i>50</i>
<i>6.3.3. O evento ocorrido entre os dias 30 e 31 de março de 2001</i>	<i>52</i>
<i>6.3.4. As condições atmosféricas e o regime de ondas na praia da Joaquina</i>	<i>54</i>
6.4. Morfologia praial	55
<i>6.4.1. Perfil 1</i>	<i>55</i>
<i>6.4.2. Perfil 2</i>	<i>57</i>
<i>6.4.3. Perfil 3</i>	<i>58</i>
<i>6.4.4. Perfil 4</i>	<i>60</i>
<i>6.4.5. Perfil 5</i>	<i>61</i>
<i>6.4.6. Variações sazonais no estoque de sedimentos</i>	<i>63</i>
6.5. Análise granulométrica	64
<i>6.5.1. Dados granulométricos do perfil 1</i>	<i>65</i>
<i>6.5.2. Dados granulométricos do perfil 2</i>	<i>71</i>
<i>6.5.3. Dados granulométricos do perfil 3</i>	<i>77</i>
<i>6.5.4. Dados granulométricos do perfil 4</i>	<i>83</i>
<i>6.5.5. Dados granulométricos do perfil 5</i>	<i>89</i>
<i>6.5.6. Distribuição granulométrica ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina</i>	<i>96</i>
<i>6.5.7. Dados granulométricos da praia da Galheta</i>	<i>99</i>
<i>6.5.8. Dados granulométricos da praia Mole</i>	<i>99</i>
<i>6.5.9. Dados granulométricos do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras</i>	<i>101</i>

6.5.10. Distribuição granulométrica ao longo do sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa (dados extraídos de Leal, 1999)	105
6.5.11. Distribuição granulométrica ao longo da praia da Armação (dados extraídos de Abreu de Castilhos, 1995)	106
6.5.12. Variações granulométricas ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina	108
6.6. Características morfodinâmicas dos perfis	111
7. DISCUSSÃO	119
7.1 Inter-relações entre as variações no estoque de sedimentos ao longo do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras com a dinâmica litorânea	119
7.2 Classificação morfodinâmica dos perfis	123
7.2.1. Perfil 1	123
7.2.2 Perfil 2	124
7.2.3 Perfil 3	125
7.2.4 Perfil 4	126
7.2.5 Perfil 5	128
7.3. Granulometria dos perfis monitorados ao longo do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras	129
7.4. Distribuição granulométrica ao longo da costa leste da ilha de Santa Catarina	132
7.5. Morfodinâmica do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras e demais praias da costa leste da ilha de Santa Catarina	139
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES FUTURAS	144
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estágios morfodinâmicos. Modificado de Wriqth & Short (1984).	4
Figura 2: Localização geográfica da área de estudo (mapa em coordenadas geográficas decimais).	6
Figura 3: Zonação hidrodinâmica e morfológica tipicamente observada numa praia arenosa oceânica.	9
Figura 4: Circulação atmosférica no sul do Brasil e sua alteração devido à propagação de frentes frias (DHN, 1994): (A) situação normal; (B) geração da frente fria (frontogênese); (C) invasão da frente fria; (D) ciclogênese da frente fria.	21
Figura 5: Desenho esquemático de uma célula de circulação na zona de surfe, onde distiguisse os dois tipos principais de correntes litorâneas.	28
Figura 6: Imagem aérea com a localização dos cinco perfis praias ao longo do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras. Data: 1978	36
Figura 7: Imagem do satélite GOES do dia 26/05/2000. Notar a presença de um ciclone sobre o oceano próximo ao litoral sul do Brasil. Fonte: INPE	49
Figura 8: Imagem do satélite GOES do dia 27/05/2000 mostrando em detalhe a presença de um ciclone sobre o oceano em frente ao Uruguai, bem próximo ao litoral sul do Brasil. Fonte: CLIMERH - SC	49
Figura 9: Carta sinóptica do dia 27/05/2000. Notar o gradiente de pressão entre o centro de alta pressão (1020 MB) localizado sobre SC e o centro de baixa pressão (982 MB) sobre o oceano. Fonte: DHN	49
Figura 10: Imagem do satélite GOES do dia 12/09/2000. Notar a presença de um sistema frontal sobre os estados do sul do Brasil. Fonte: INPE	51
Figura 11: Imagem do satélite GOES do dia 12/09/2000, mostrando em detalhe a presença de um sistema frontal sobre o Sul do Brasil. Fonte: CLIMERH - SC	51
Figura 12: Carta sinóptica do dia 12/09/2000, mostrando um centro de alta pressão sobre o oceano ao norte de SC e um centro de baixa pressão sobre o oceano em frente ao litoral da Argentina. Notar a enorme pista de ventos de S-SE gerada durante esta situação. Fonte: DHN	51
Figura 13: Imagem do satélite GOES do dia 27/03/2001. Notar a presença de um sistema frontal sobre o Estado de Santa Catarina. Fonte: INPE	52

- Figura 14: Imagem do satélite GOES do dia 28/03/2001, mostrando que o sistema frontal deslocou-se para o oceano. Notar a presença de uma alta nebulosidade sobre quase todo o Brasil. Fonte: INPE 52
- Figura 15: Carta sinóptica do dia 28/03/2001, mostrando um centro de alta pressão sobre o oceano em frente ao litoral da Argentina um centro de baixa sobre o oceano em frente ao sul e sudeste do Brasil. Fonte: DHN 53
- Figura 16: Pontos de coleta ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina. Os pontos na praia da Armação e no sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa referem-se aos estudos de Abreu de Castilhos (1995) e Leal (1999), respectivamente, os outros se referem aos dados da presente pesquisa. 97
- Figura 17: Mapa textural da costa leste da ilha de Santa Catarina. Em vermelho estão identificados os setores granulométricos. 110
- Figura 18: Morfodinâmica da costa leste da ilha de Santa Catarina. 142
- Figura 19: Morfodinâmica, granulometria e dinâmica da costa leste da ilha de Santa Catarina. 143
- Histograma 1: Histograma de frequência de uma amostra unimodal coletada na duna frontal do perfil 1. Notar o predomínio dos grãos de 2,5 ϕ . 66
- Histograma 1.1: Histograma de frequência de uma amostra bimodal coletada no pós-praia do perfil 1. Notar o predomínio dos grãos de 3,0 ϕ . 66
- Histograma 2: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada na duna frontal do perfil 2. Notar o predomínio dos grãos de 2,5 ϕ . Esta amostra representa bem a maioria das amostras da duna frontal, do pós-praia e do estirâncio superior do perfil 2. 71
- Histograma 2.1: Histograma de frequência simples de uma amostra polimodal coletada no pós-praia do perfil 2. Notar o predomínio dos grãos de 2,5, 1,5 e 1 ϕ , respectivamente. Este histograma representa as amostras polimodais encontradas no perfil 2, principalmente, no estirâncio inferior. 72
- Histograma 3: Histograma de frequência simples de uma amostra coletada no pós-praia do perfil 3. Notar o predomínio dos grãos de 2,5 ϕ . Esta amostra representa bem a maioria das amostras do perfil 3. 77
- Histograma 3.1: Histograma de frequência simples de uma amostra polimodal coletada no estirâncio inferior do perfil 3. Notar o predomínio dos grãos de 0,5, 1,0 e 2,5 ϕ , respectivamente. 78

Histograma 4: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada na duna frontal do perfil 4. Notar o predomínio dos grãos de 2,5 ϕ . Esta amostra representa a maioria das amostras deste perfil.	83
Histograma 4.1: Histograma de frequência simples de uma amostra polimodal coletada no estirâncio inferior do perfil 4. Notar o predomínio dos grãos de 0,5, 2,5 e 1,0 ϕ , respectivamente.	84
Histograma 5: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada na duna frontal do perfil 5. Notar o predomínio dos grãos de 1,5 ϕ .	90
Histograma 5.1: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada no pós-praia do perfil 5. Notar o predomínio dos grãos de 1,5 ϕ .	90
Histograma 5.2: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada no estirâncio superior do perfil 5. Notar o predomínio dos grãos de 1,0 ϕ .	90
Histograma 5.3: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada no estirâncio inferior do perfil 5. Notar o predomínio dos grãos de 0,5 ϕ .	91
Histograma 5.4: Histograma de frequência simples de uma amostra polimodal coletada no estirâncio inferior do perfil 5. Notar o predomínio dos grãos de 0,5, – 1,0 e 0 ϕ , respectivamente.	91
Histograma 6: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas na praia da Galheta. Notar o predomínio dos grãos de 2,5 ϕ .	99
Histograma 7: Histograma de frequência simples representativo das amostras polimodais encontradas no setor sul da praia Mole. Notar o predomínio dos grãos de 2,5, 2,0 e 1,5 ϕ , respectivamente.	100
Histograma 8: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor norte da praia Mole. Notar o predomínio dos grãos de 1,0 ϕ .	101
Histograma 9: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor norte do sistema praias Joaquina - Morro das Pedras. Notar o predomínio dos grãos de 3,0 ϕ .	102
Histograma 10: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor intermediário do sistema praias Joaquina - Morro das Pedras. Notar o predomínio dos grãos de 1,5 ϕ .	102

- Histograma 11: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor central do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras. Notar o predomínio dos grãos de 2,5 ϕ . **103**
- Histograma 12: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor central do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras. Notar o predomínio dos grãos de 0 ϕ . **104**
- Histograma 13: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor central do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras. Notar o predomínio dos grãos de 0,5 ϕ . **104**

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Vista aérea das adjacências da ilha do Campeche. Notar a difração das ondas na parte superior da foto. Data: 05/94	15
Foto 2: Vista aérea do arco praial Joaquina – Campeche. Data: 1996	16
Foto 3: Imagem da praia da Armação. Data: 1978	17
Foto 4: Vista aérea das praias da Galheta (em primeiro plano) e Mole (ao fundo). Data: 1996	17
Foto 5: Vista aérea do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras. Data: 05/94	18
Foto 6: Zona de surfe do perfil 1. Notar a presença de pelo menos 3 ondas espalhando-se ao mesmo tempo. Data: 31/03/2001.	112
Foto 7: Duna frontal do perfil 1. Notar a pronunciada elevação e desnível desta duna e das outras dunas ao fundo. Data: 30/05/2000.	112
Foto 8: Duna frontal do perfil 2. Notar o baixo desenvolvimento desta duna e das dunas ao fundo em relação às dunas presentes na Foto 6 (perfil 1). Data: 31/03/2001.	113
Foto 9: Duna frontal do perfil 3. Data: 31/03/2001	114
Foto 10: Típica situação observada na zona de surfe do perfil 3, com apenas uma onda espalhando-se pela zona de surfe. Ao fundo destaca-se a ilha do Campeche. Data: 31/03/2001	114
Foto 11: Duna frontal do perfil 4. Data: 31/03/2001.	115
Foto 12: Escarpa erosiva formada na duna frontal do perfil 4 após a tempestade costeira ocorrida entre 27 e 30 de maio de 2001. Data: 31/05/2000	116
Foto 13: Escarpa erosiva formada nas dunas próximas ao perfil 4 após a tempestade costeira ocorrida entre 27 e 30 de maio de 2001. Notar a sobrelevação do nível do mar. Data: 30/05/2000	116
Foto 14: Duna frontal do perfil 5. Notar a vegetação densa que cobre esta duna Data: 31/03/2001	117
Foto 15: Cúspides praias no perfil 5. Data: 31/03/2001	118
Foto 16: Corrente de retorno próxima ao perfil 2. Data: 05/94	125
Foto 17: Banco longitudinal em frente ao perfil 4. Escala 1: 8000. Data: 05/94.	127
Foto 18: Vista aérea do setor central do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras. Data: 05/94	141

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Percentual de ocorrência dos três principais direções de incidência das ondas.	43
Gráfico 2: Percentual de ocorrência dos três principais intervalos de altura das ondas.	44
Gráfico 3: Distribuição sazonal da freqüência da altura das ondas.	44
Gráfico 4: Distribuição sazonal da freqüência da direção das ondas.	44
Gráfico 5: Distribuição da altura das ondas incidentes na praia da Joaquina durante o período estudado.	45
Gráfico 6: Máximo erosivo versus máximo acrescivo - perfil 1.	56
Gráfico 6.1: Levantamentos topográficos realizados no perfil 1.	56
Gráfico 7: Máximo erosivo versus máximo acrescivo - perfil 2.	58
Gráfico 7.1: Levantamentos topográficos realizados no perfil 2.	58
Gráfico 8: Máximo erosivo versus máximo acrescivo - perfil 3.	59
Gráfico 8.1: Levantamentos topográficos realizados no perfil 3.	59
Gráfico 9: Máximo erosivo versus máximo acrescivo - perfil 4.	60
Gráfico 9.1: Levantamentos topográficos realizados no perfil 4.	61
Gráfico 10: Máximo erosivo versus máximo acrescivo - perfil 5.	62
Gráfico 10.1: Levantamentos topográficos realizados no perfil 5.	62
Gráfico 11: Volume acumulado (m^3/m) de sedimentos nos perfis praias durante o período estudado.	63
Gráfico 12: Média e mediana – perfil 1.	65
Gráfico 12.1: Média versus desvio padrão - perfil 1.	67
Gráfico 12.2: Média versus assimetria - perfil 1.	67
Gráfico 12.3: Percentual médio das areias de diferentes granulometrias ao longo do perfil 1.	68
Gráfico 13: Média e mediana – perfil 2.	71
Gráfico 13.1: Média versus desvio padrão – perfil 2.	73
Gráfico 13.2: Média versus assimetria - perfil 2.	73
Gráfico 13.3: Percentual médio das areias de diferentes granulometrias ao longo do perfil 2.	74
Gráfico 14: Média e mediana – perfil 3.	77

Gráfico 14.1: Média versus desvio padrão - perfil 3.	79
Gráfico 14.2: Média versus assimetria - perfil 3.	80
Gráfico 14.3: Percentual médio das areias de diferentes granulometrias ao longo do perfil 3.	80
Gráfico 15: Média e mediana - perfil 4.	83
Gráfico 15.1: Média versus desvio padrão - perfil 4.	85
Gráfico 15.2: Média versus assimetria - perfil 4.	86
Gráfico 15.3: Percentual médio das areias de diferentes granulometrias ao longo do perfil 4.	86
Gráfico 16: Média e mediana - perfil 5.	89
Gráfico 16.1: Média versus desvio padrão - perfil 5.	92
Gráfico 16.2: Média versus assimetria - perfil 5.	93
Gráfico 16.3: Percentual médio das areias de diferentes granulometrias ao longo do perfil 5.	93
Gráfico 17: Percentual médio das diferentes granulometrias em cada setor da costa leste da ilha de Santa Catarina.	108
Gráfico 18: Valor médio do desvio padrão em cada setor da costa leste da ilha de Santa Catarina.	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Posição geográfica de cada perfil praial (coordenadas geográficas decimais).	34
Tabela 2: Parâmetros e características típicas de cada tipo de praia (adaptado de Short, 2000).	40
Tabela 3: Data de realização das atividades de campo (campanhas).	41
Tabela 4: Altura e período das ondas na zona de arrebentação em cada um dos perfis.	42
Tabela 5: Direção e altura das ondas incidentes na praia da Joaquina.	43
Tabela 6: Direção e velocidade dos ventos entre os dias 25 e 28 de maio de 2000. Notar que a maior velocidade medida foi no dia 26/05/2000 às 15:00hs, quando ventos da direção S atingiram 18m/s.	48
Tabela 7: Direção e velocidade dos ventos entre os dias 13 e 16 de setembro de 2000. Notar que a maior velocidade medida foi no dia 13/09/2000 às 15:00hs quando ventos da direção S atingiram 12m/s.	50
Tabela 8: Direção e velocidade dos ventos entre os dias 30 e 31 de março de 2001. Notar que a maior velocidade medida foi no dia 31/03/2001 às 15:00hs, quando ventos de N atingiram 5,3m/ s.	53
Tabela 9: Variações no estoque de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 1 durante o período estudado.	56
Tabela 10: Variações no estoque de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 2 durante o período estudado.	57
Tabela 11: Variações no estoque de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 3 durante o período estudado.	59
Tabela 12: Variações no estoque de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 4 durante o período estudado.	60
Tabela 13: Variações no estoque de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 5 durante o período estudado.	62
Tabela 14: Planilha granulométrica das amostras do perfil 1.	69
Tabela 14: Planilha granulométrica das amostras do perfil 1.	70
Tabela 15: Planilha granulométrica das amostras do perfil 2.	75
Tabela 15: Planilha granulométrica das amostras do perfil 2.	76

Tabela 16: Planilha granulométrica das amostras do perfil 3.	81
Tabela 16: Planilha granulométrica das amostras do perfil 3.	82
Tabela 17: Planilha granulométrica das amostras do perfil 4.	87
Tabela 17: Planilha granulométrica das amostras do perfil 4.	88
Tabela 18: Planilha granulométrica das amostras do perfil 5.	94
Tabela 18: Planilha granulométrica das amostras do perfil 5.	95
Tabela 19: Planilha granulométrica das amostras da costa leste da ilha de Santa Catarina.	98
Tabela 20: Planilha granulométrica das amostras do sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa.	106
Tabela 21: Valores médios dos parâmetros estatísticos e o percentual das granulometrias de maior proporção de cada perfil monitorado por Abreu de Castilhos (1995) e para cada setor granulométrico da praia da Armação.	107
Tabela 22: Dados morfométricos do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras.	111
Tabela 23: Declividade da face praial (graus).	111
Tabela 24: Parâmetros morfométricos e características dos cinco perfis monitorados.	123

RESUMO

As variações no estoque de sedimentos ao longo do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras são determinadas pela orientação da linha de costa e a direção das ondas incidentes.

O monitoramento do clima de ondas na praia da Joaquina revelou a predominância de ondas do quadrante sudeste durante todo período estudado, sendo que o outono e o inverno foram as estações de maior energia de ondas devido a maior intensidade e frequência de tempestades costeiras.

Foram identificadas as condicionantes atmosféricas geradoras das três principais direções de incidência das ondas no litoral da ilha de Santa Catarina (sul, sudeste e leste-nordeste). As ondas de tempestade provenientes das direções sul e sudeste foram geradas durante a propagação de sistemas frontais e ciclones extratropicais sobre o oceano. Quando os centros de baixa pressão atmosférica propagaram-se próximos ao litoral de Santa Catarina houve a geração de ondas da direção sul, enquanto que as ondas da direção sudeste foram originadas quando os centros de baixa atuaram afastados do litoral catarinense. As ondas provenientes da direção leste-nordeste foram geradas quando os centros de baixa atuaram sobre o continente.

O sistema praial Joaquina - Morro das Pedras foi enquadrado no modelo desenvolvido pela escola australiana de geomorfologia costeira, identificou-se três setores morfodinâmicos distintos: o setor norte, com características dissipativas, o setor central, com características intermediárias e o setor sul, com características reflectivas.

As variações morfodinâmicas na área de estudo são determinadas predominantemente pelas características granulométricas e secundariamente pelas variações na distribuição lateral da altura das ondas ao longo da costa provocadas pela presença de ilhas (ex: ilha do Campeche) e promontórios rochosos que modificam o padrão de ondas incidentes através dos processos de refração e difração.

As variações granulométricas ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina são condicionadas pelas diferentes fontes de sedimentos e a dinâmica atuante (ação da deriva litorânea e grau de exposição à energia das ondas).

Três fontes básicas de sedimentos foram detectadas: (1) rochas do embasamento e depósitos sedimentares associados, (2) depósitos marinhos pleistocênicos e holocênicos, (3) plataforma continental. As rochas do embasamento e os depósitos associados fornecem sedimentos de granulometria grossa, os depósitos marinhos antigos

fornece sedimentos de granulometria grossa a média e a plataforma continental fornece sedimentos de granulometria média a fina.

ABSTRACT

Variations in sediment supply along the Joaquina – Morro das Pedras beach system are related to the angle of wave approach and shoreline orientation. The monitoring of wave climate in Joaquina beach revealed the predominance of waves from southeastern direction during the entire study period. Autumn and winter were the most energetic seasons due to higher intensity and frequency of coastal storms.

Three main directions of wave incidence have been identified and related to generating atmospheric conditions at the coast of the Santa Catarina Island. Storm waves coming from the south and southeast directions are generated during propagation of frontal systems and extra tropical cyclones which are over the ocean. When the generation centers approach the coast, generation of waves from south direction occur, whilst when the centers act far away from the coast, waves of southeast direction are originated. Waves with east-northeast direction are generated when the centers act over the continent.

The Joaquina – Morro das Pedras beach system was analyzed according to the model developed by the Australian school of coastal geomorphology. Three distinct morphodynamic sectors were identified: the north sector, with dissipative characteristics, the central sector, with intermediate characteristics and the southern sector, with reflective characteristics.

Changes in the morphodynamic characteristics alongshore the east coast of Santa Catarina island are determined mainly by grain size sediments and secondarily by the alongshore changes in wave characteristics, which are highly influenced by the presence of islands (like the Campeche island) and headlands, which produce wave refraction, diffraction and attenuation.

Grain size variations along the beaches are influenced by different sources of sediments and dynamic processes (longshore drift direction and degree of wave exposure). Three basic sources of sediments were detected: (1) basement rocks and associated deposits, (2) Pleistocene and Holocene marine deposits from the Coastal Plain and (3) the continental shelf. The basement rocks and associated deposits supply coarse sands, while medium to coarse sands are provided by Pleistocene and Holocene marine deposits and the continental shelf supplies fine to mean sands.

1. INTRODUÇÃO

Praias são ambientes sedimentares costeiros, de composição variada formados mais comumente por areias, cascalhos e/ou seixos. Geograficamente não há limitações para o estabelecimento de praias, sejam elas arenosas ou não, basta que haja disponibilidade de sedimentos para formá-las, espaço e agentes hidrodinâmicos para concentrar os sedimentos em zonas transicionais entre o ambiente aquático e o terrestre (Hoefel, 1997).

O desenvolvimento das praias está intimamente ligado ao nível de energia à que estão expostas. A ação das marés, dos ventos, das ondas por eles geradas e das correntes que se desenvolvem quando as ondas chegam à linha de costa são alguns dos agentes que determinam o tamanho dos grãos que constituem as praias e as características morfológicas das mesmas.

De acordo com Komar (1998), existem três fatores dominantes que controlam a distribuição granulométrica dos sedimentos paralela e transversalmente ao longo da costa, estes são: (1) a fonte dos sedimentos, (2) o nível de energia das ondas e (3) a declividade da plataforma interna adjacente sobre a qual a praia se desenvolve. A importância da fonte dos sedimentos é óbvia.

A importância do nível de energia das ondas relaciona-se com a capacidade de transporte dos sedimentos. De maneira geral, existe uma tendência de que praias submetidas a maiores níveis de energia de ondas sejam formadas por grãos mais grossos, por causa disso diferenças na distribuição da energia das ondas ao longo da costa podem gerar variações na distribuição longitudinal do tamanho dos grãos dos sedimentos. A importância da declividade da plataforma interna se deve a influência desta sobre o clima de ondas. Em plataformas íngremes as ondas quebram muito próximas da costa, conseqüentemente a turbulência próxima à praia é muito grande, os grãos mais finos que foram colocados em suspensão pela ação turbulenta das ondas são mantidos em suspensão e transportados para mar fora, sobrando apenas os grãos mais grossos. Em plataformas planas as ondas quebram mais afastadas da costa, conseqüentemente, há uma menor turbulência próxima à praia e os grãos mais finos depositam-se formando praias de granulometria fina.

O tamanho dos grãos irá determinar a declividade da face praial. Praias constituídas por grãos grossos possuem uma declividade maior do que praias constituídas por areias finas (Bascom, 1951). No entanto a declividade da praia não é

governada somente pelo tamanho dos grãos que a constituem, esta, depende também da energia de ondas associada. Wiegel (1964), demonstrou que praias oceânicas tendem a apresentar uma menor declividade em relação às praias protegidas, as quais estão submetidas a uma menor energia de ondas em relação às praias oceânicas. Sunamura (1984), com base em dados de campo e medidas de laboratório demonstrou que a declividade da face praial é determinada pelas características das ondas na arrebentação (altura e período) e pelo tamanho dos grãos. Segundo o autor a declividade da face praial diminui com o aumento da altura das ondas e com a diminuição do período destas. A declividade da face praial reflete as características de equilíbrio de uma praia sob certas condições ambientais (ação das ondas e sedimento), e sua variação está relacionada aos processos erosivos e deposicionais que ocorrem durante mudanças nas condições ambientais (Klein, 1996).

Guza e Inmann (1975), atentos à relação entre a declividade da face praial e as características das ondas propuseram o “parâmetro dimensionador do surfe” (ϵ), o qual relaciona a amplitude e frequência angular das ondas com a declividade desta zona. Com o uso deste parâmetro tornou-se possível relacionar diretamente a energia das ondas e a conseqüente circulação na zona de surfe com a morfologia praial, permitindo a distinção de três tipos de praias: reflectivas, intermediárias e dissipativas.

Wright & Short (1984), baseados nos conceitos comentados acima, juntamente com estudos prévios realizados por Wright *et al.* (1978), Short (1978), Wright *et al.* (1979), Wright (1980), Short & Hesp (1982) e outros, propuseram um modelo seqüencial das variações morfológicas das praias utilizando o conceito de “estágio morfodinâmico” para se referirem a assembléias deposicionais completas, processos de redistribuição de sedimentos e assinaturas de processos hidrodinâmicos associados a uma praia sob determinadas condições. O modelo propõe seis estágios diferentes, desde um extremo reflectivo até um extremo dissipativo e quatro estágios intermediários (Figura 1):

- ✦ Banco e cava longitudinal ou “*longshore bar-trough*”;
- ✦ Banco e praia rítmicos ou “*rhythmic bar and beach*”;
- ✦ Bancos transversais e fortes correntes de retorno ou “*transverse bar and rips*” e
- ✦ Crista-canal/ terraço de baixa-mar ou “*ridge and runnel / low tide terrace*”.

Os estágios morfodinâmicos são identificados a partir do “parâmetro adimensional ômega” (Ω), proposto por Dean (1973) e adaptado por Wriqth & Short (1984), o qual relaciona a altura da arrebentação (H_b), a velocidade de decantação das partículas sedimentares (W_s) e o período das ondas (T).

Praias reflectivas são predominantemente íngremes, constituídas por areias médias e grossas, as ondas quebram bem próximas da praia, sendo grande parte da energia das ondas refletida. Praias dissipativas são caracterizadas por um baixo declive, são constituídas por areias finas, possuem uma ampla zona de arrebentação, com um ou múltiplos bancos, onde as ondas dissipam a maior parte da energia antes de atingir a face praial. Praias intermediárias possuem tanto características reflectivas quanto dissipativas.

Desde a sua publicação o modelo proposto por Wriqth & Short (*op. cit.*) e os conceitos introduzidos por eles e por outros autores da escola australiana de geomorfologia costeira vêm sendo amplamente aceitos, utilizados e aprimorados, ganhando notoriedade internacional e se firmando como um dos melhores modelos de classificação morfodinâmica de praias arenosas dominadas por ondas sujeitas a um regime de micromarés. No Brasil e em particular na região Sul, autores como Calliari & Klein (1993), Toldo Jr. *et al.* (1993), Abreu de Castilhos (1995), Klein (1996), Barletta (1997), Soares *et al.* (1997), Menezes (1999), Leal (1999), Tozzi & Calliari (2000) e outros, vêm utilizando e adaptando os conceitos da escola australiana para as nossas condições ambientais.

A preocupação em classificar e entender as variações morfológicas das praias não é recente, a primeira classificação desenvolvida foi realizada por Shepard & Lafond (1940). Os autores através de uma série de dados obtidos na Califórnia, EUA, observaram que durante o verão, quando as ondas são menores, o perfil praial tende a sofrer acresção de sedimentos e durante o inverno, quando predominam ondas de tempestade, o perfil praial tende a sofrer perda de sedimentos. A partir destas observações os autores definiram “perfil de verão” como sinônimo de acresção de sedimentos e “perfil de inverno” como sinônimo de erosão, no entanto esta classificação é bastante limitada e não pode ser aplicada de maneira universal, pois nem todos os locais apresentam um clima de ondas com uma sazonalidade tão marcante como se observa na Califórnia. Na região Sul do Brasil, por exemplo, durante o inverno aumenta a incidência de ondas de tempestade, entretanto estas ondas também ocorrem durante o

verão associadas à propagação de frentes frias e ciclones extratropicais próximos à costa.

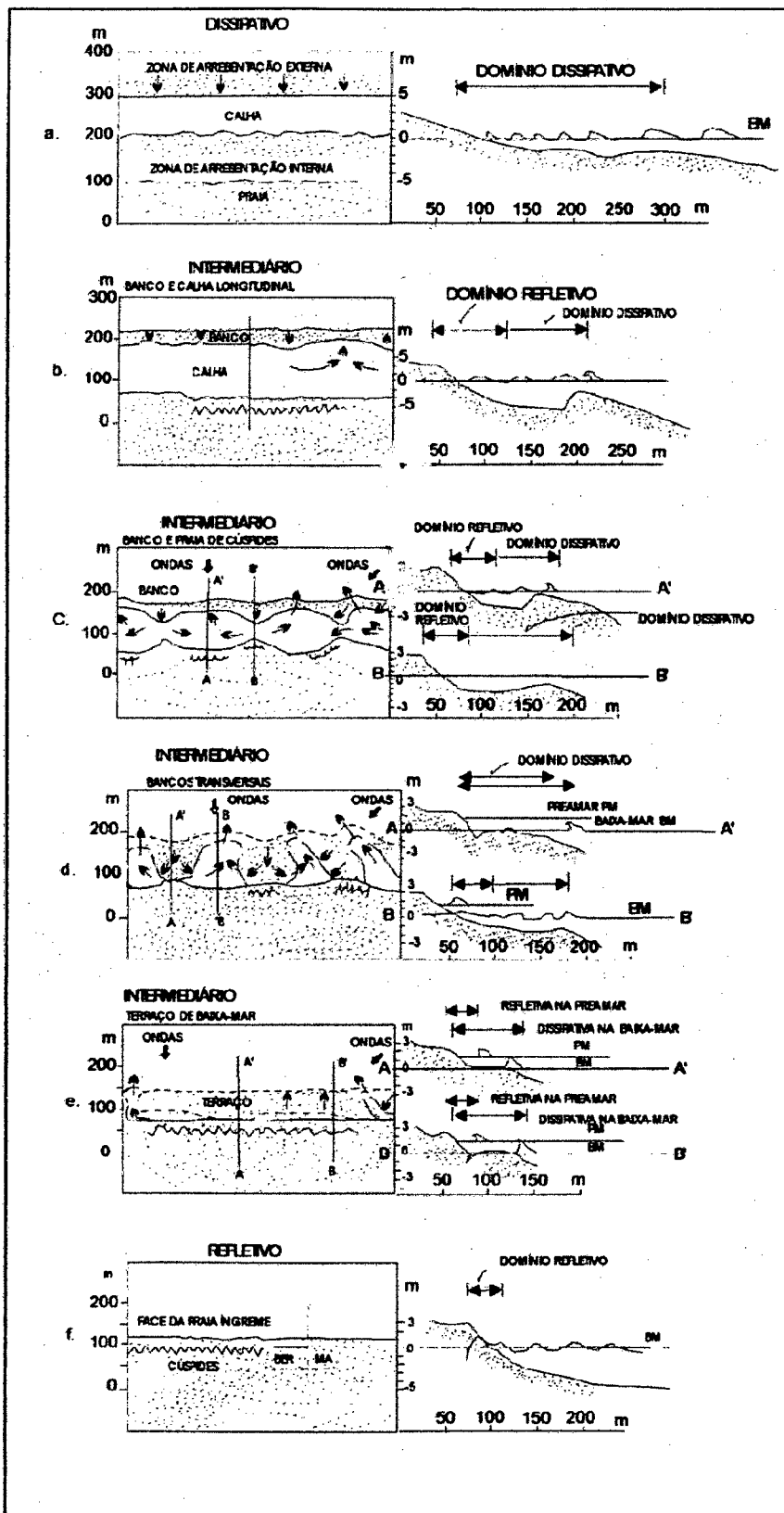


Figura 1: Estágios morfodinâmicos. Modificado de Wriqht & Short (1984).

A busca por um melhor entendimento dos processos atuantes nas praias se deve a importância destes estudos para obras de engenharia costeira, bem como devido à importância recreacional das praias, em particular as praias arenosas oceânicas, as quais devido as suas características próprias possibilitam a prática de inúmeros esportes náuticos e possuem um atraente aspecto estético e paisagístico. Tais características fazem com que as praias arenosas oceânicas estejam entre os ambientes da superfície terrestre mais procurados para o lazer e o turismo em todo o mundo. Esta procura faz com que se criem inúmeras atividades econômicas, gerando empregos e o crescimento econômico destes locais, no entanto para atender esta procura é necessário que se crie uma infra-estrutura adequada para receber e alojar os visitantes, o que implica necessariamente na ocupação humana ao redor destes ambientes.

Infelizmente esta ocupação acaba se dando de forma inadequada, muitos são os casos onde ocorre a invasão das dunas e das praias para a construção de moradias, bares, pousadas e etc. Estas construções, além de comprometerem o valor estético e paisagístico destes ambientes, interrompem as trocas de sedimentos entre praia-duna, o que acaba promovendo a perda de grandes quantidades de sedimentos arenosos, diminuindo a proteção natural exercida pelas praias contra a ação destrutiva das tempestades costeiras.

Embora seja reconhecida a importância destes ambientes, no Brasil e em inúmeros países, ainda são bastante comuns problemas envolvendo a ocupação humana da zona costeira com a dinâmica litorânea. Muitos são os casos onde a ocupação se dá muito próxima da linha de costa, desconsiderando as respostas morfológicas e hidrodinâmicas das praias frente às variações espaço-temporais das condições ambientais, gerando problemas erosivos e deposicionais em áreas ocupadas pelo homem, tendo muitas vezes como consequência a perda de propriedades públicas e/ou privadas localizadas nestas áreas.

A ilha de Santa Catarina não foge desta realidade, basta analisar os casos das praias da Armação, Daniela e Ingleses, onde pesquisadores constataram que os processos erosivos observados nestas praias têm íntima relação com a ocupação humana do cordão de dunas frontais (Abreu de Castilhos & Correa, 1991, Diehl, 1997 e CECCA, 1997).

O presente estudo busca obter informações sobre as características granulométricas, o comportamento morfodinâmico e a dinâmica atuante nas praias arenosas oceânicas da costa leste da ilha de Santa Catarina (Figura 2), objetivando

relacionar tais informações com outros dados preexistentes e assim fornecer informações técnico-científicas que possam vir a subsidiar futuros projetos de engenharia costeira, programas de manejo costeiro como o GERCO/SC, mantido pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC e programas de prevenção de acidentes no mar, a exemplo do “Projeto Segurança nas Praias” desenvolvido pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI em praias do litoral centro-norte do Estado de Santa Catarina.

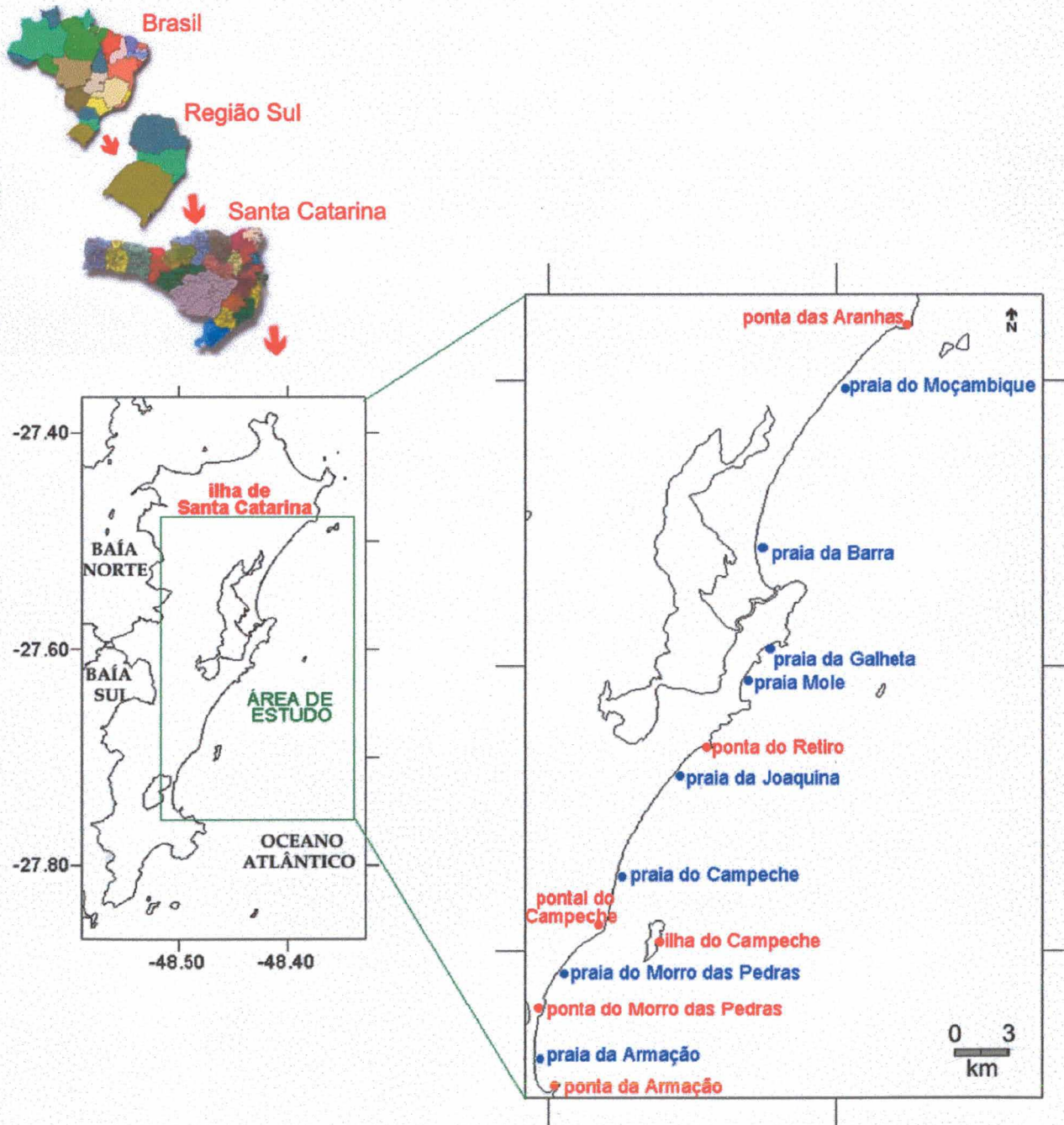


Figura 2: Localização geográfica da área de estudo (mapa em coordenadas geográficas decimais).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Estudar do ponto de vista morfodinâmico e sedimentológico o sistema praial Joaquina - Morro das Pedras e demais praias da costa leste da ilha de Santa Catarina, visando obter um melhor entendimento dos processos litorâneos atuantes na área.

2.2. Específicos

- Compreender as inter-relações entre os períodos erosivos e/ou deposicionais ao longo do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras com a dinâmica litorânea.
- Avaliar a influência das tempestades costeiras sobre o estoque de sedimentos ao longo do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras.
- Analisar o sistema praial Joaquina - Morro das Pedras sob o enfoque morfodinâmico introduzido pela escola australiana de geomorfologia costeira por autores como Short & Hesp (1982), Wriuth & Short (1984) e outros.
- Determinar as variações granulométricas e morfodinâmicas ao longo da costa leste da ilha de Santa Catarina.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico são apresentados alguns conceitos básicos e comentários sobre o ambiente praiial, além dos principais estudos com enfoque morfodinâmico e sedimentológico realizados na ilha de Santa Catarina. Isto se faz necessário, uma vez que o uso de uma linha metodológica implica necessariamente a adesão de princípios, conceitos e referências bibliográficas que orientem a pesquisa científica.

3.1. Sobre a nomenclatura

Para os propósitos deste trabalho o termo “praia” será aplicado para designar uma feição geomorfológica constituída de depósitos de sedimentos arenosos inconsolidados sobre a zona costeira, dominada primariamente por ondas e limitada internamente pelos níveis máximos da ação das ondas de tempestade, pelo início da ocorrência de dunas fixas ou de qualquer outra alteração fisiográfica brusca, e externamente pelo início da zona de arrebentação, ponto até o qual os processos praiiais dominam francamente o ambiente.

“Sistema praiial” é entendido como sendo um complexo de faixas arenosas contínuas onde são reconhecidas mais de uma praia, mas que basicamente estão sujeitas aos mesmos agentes hidrodinâmicos.

Como ainda não existe um consenso sobre os termos utilizados para designar os diferentes compartimentos hidrodinâmicos e morfológicos do ambiente praiial (Figura 3), torna-se necessário definir os termos aqui empregados. A nomenclatura empregada neste estudo é a mesma adotada por Hoefel (1997).

3.1.1. Zonação hidrodinâmica

Hidrodinamicamente distingue-se numa praia três zonas:

◆ *Zona de arrebentação*: Porção do perfil praiial caracterizada pela ocorrência da quebra da onda, que representa o modo de dissipação energética da onda sobre a praia;

♦ *Zona de surfe*: A caracterização desta zona numa praia depende diretamente do tipo de quebra das ondas. Em praias de baixa declividade, as ondas que inicialmente quebraram reformam-se como vagalhões espalhando-se ao longo da zona de surfe em decaimento exponencial de altura até atingirem a linha de praia. Em praias muito íngremes, onde a energia de ondas incidentes é predominantemente refletida, a zona de surfe tende a ser dominada por movimentos de frequência subharmônica (período igual ao dobro do da onda incidente). Em ambos os casos, se espera que a zona de surfe apresente um espectro energético distinto do das ondas incidentes. No entanto, a menos que a arrebentação seja pontual ou muito estreita numa praia, é impossível dissociá-la da zona de surfe;

♦ *Zona de varrido*: Porção do perfil praiial delimitada entre a máxima e mínima excursão dos vagalhões sobre a face praiial.

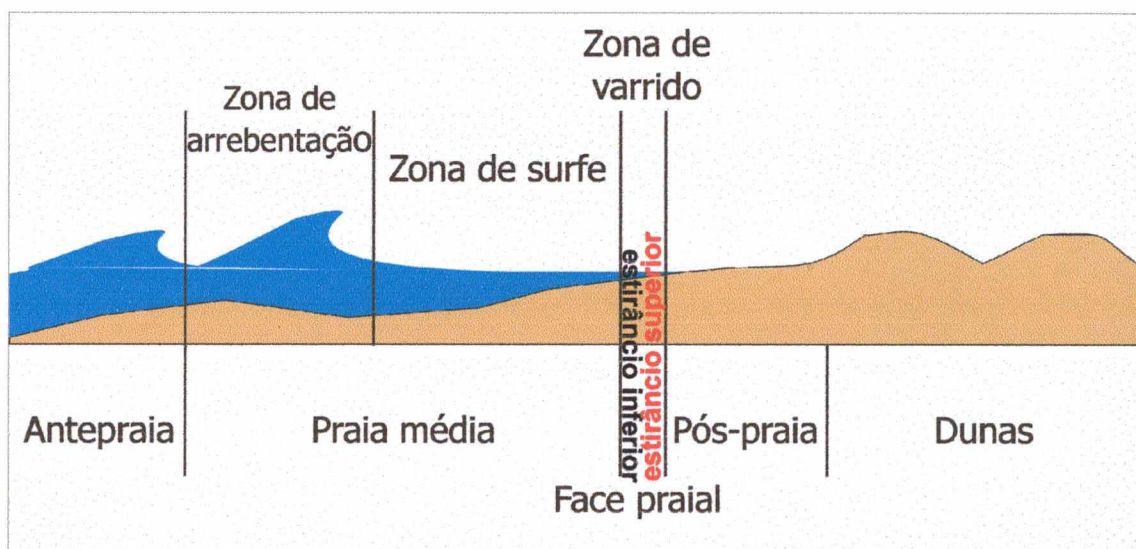


Figura 3: Zonagem hidrodinâmica e morfológica tipicamente observada numa praia arenosa oceânica.

3.1.2. Subambientes praiais

Hoefel (1997), baseada em estudos de diferentes autores propôs uma convenção própria para designar os diferentes subambientes praiais. Segundo a autora, morfologicamente podemos distinguir numa praia quatro subambientes:

- *Pós-praia*: Parte do perfil praiial que se estende desde o limite superior do varrido até o início das dunas frontais fixadas pela vegetação ou de qualquer outra mudança fisiográfica brusca;

- *Estirâncio ou face praial*: Parte do perfil praial onde ocorrem os processos da zona de varrido (fluxo e refluxo das ondas);
- *Praia média*: Porção sobre a qual ocorrem os processos da zona de arrebenção e da zona de surfe;
- *Antepraia*: Porção do perfil que se estende em direção ao mar a partir da zona de arrebenção até o limite máximo da ação das ondas sobre o fundo.

Neste estudo diferenciou-se o estirâncio em dois subambientes. Denominou-se “estirâncio superior” a porção sujeita a máxima excursão dos vagalhões sobre a face praial e “estirâncio inferior” a porção sujeita a mínima excursão dos vagalhões sobre a face praial, onde a turbulência é maior, o que provoca diferenças na constituição granulométrica entre estes dois subambientes.

3.2. Trabalhos anteriores

Dentre os estudos de morfodinâmica e sedimentologia praial realizados na ilha de Santa Catarina, destacam-se os trabalhos dos seguintes autores:

✓ Martins *et al.* (1970) foram os pioneiros no estudo sedimentológico das areias praias da ilha de Santa Catarina. Segundo os autores as praias oceânicas da ilha, de maneira geral, são constituídas por areias de granulometria média à fina, de boa à moderada seleção, consideradas de boa maturidade sedimentar, no entanto os autores ressaltam que é comum a ocorrência de populações sedimentares polimodais, constituídas por areias quartzosas de granulometria média à fina retrabalhadas de primitivos cordões litorâneos contaminadas por areias de granulometria grossa oriundas do material liberado pelas rochas cristalinas ainda em primeiro estágio do ciclo sedimentar.

Além do estudo sedimentológico os autores deram um importante passo no entendimento dos processos dinâmicos envolvidos na formação das praias da ilha ao associarem as características granulométricas com o nível de energia ao qual as praias estão expostas. Segundo os autores as praias da ilha podem ser divididas em três regimes dinâmicos distintos: as praias oceânicas da costa leste enquadram-se em praias de nível energético alto, as praias da baía Norte se enquadram em praias de nível de

energia moderado a alto e as praias da baía Sul foram classificadas como de nível baixo. Por estarem submetidas a um maior nível de energia, as praias oceânicas são constituídas por sedimentos melhor selecionados e de menor granulometria em relação às praias das baías Norte e Sul.

✓ Podolsky (1970), realizou estudo sobre a dinâmica eólica da ilha de Santa Catarina, para isso teve como área de estudo o campo de dunas da Joaquina. Neste estudo a autora realizou uma análise textural e morfoscópica dos sedimentos das dunas e estabeleceu uma comparação entre os sedimentos eólicos com os sedimentos do ambiente praiial adjacente.

✓ Cruz (1993), caracterizou a geomorfologia e levantou dados da dinâmica litorânea de áreas costeiras da ilha de Santa Catarina e do continente circunvizinho (municípios de Florianópolis, São José, Palhoça, Biguaçu e Governador Celso Ramos). Embora este estudo tenha abrangido boa parte das praias da ilha de Santa Catarina, a autora concentrou seus experimentos na praia dos Ingleses, no norte da ilha, por isso os dados da dinâmica litorânea não podem ser extrapolados para todas as praias da ilha, principalmente para as praias oceânicas, expostas a um regime energético mais elevado. A importância deste estudo está no fato de que foi a primeira pesquisa realizada nas praias da ilha a abordar a influência de sistemas frontais sobre a dinâmica litorânea e conseqüentemente sobre o estoque de sedimentos das praias. Posteriormente, a autora publicou esta pesquisa em Cruz (1998).

✓ Gré *et al.* (1994), estudaram preliminarmente a morfodinâmica e sedimentologia da praia Mole. Embora este estudo tenha um caráter basicamente descritivo, os autores associaram a constituição granulométrica com a circulação na zona de surfe e correntes litorâneas nesta praia, aspecto este, até hoje pouco explorado nos estudos realizados nas praias da ilha.

✓ Santos (1995), observou a relação entre a dinâmica da vegetação pioneira e os padrões morfológicos e sedimentológicos sazonais da praia da Joaquina. Neste estudo a autora efetuou o nivelamento topográfico e coletou amostras de sedimentos em 8 perfis praiiais localizados em um trecho de aproximadamente 6km de extensão, desde a ponta do Retiro, ao norte, até a praia do Campeche, ao sul. A autora observou que ao longo deste trecho somente no extremo norte o perfil praiial é constituído por areias finas bem selecionadas, enquanto que em direção ao sul as amostras apresentaram areias finas a medias, bem a moderadamente selecionadas. Embora o objetivo principal tenha sido o

estudo da vegetação das dunas a autora demonstrou que há uma variação no tamanho médio dos grãos ao longo da praia da Joaquina e observou que os principais episódios erosivos ocorridos nos perfis praias monitorados estavam associados à propagação de sistemas frontais.

✓ Abreu de Castilhos (1995), apresentou estudo sobre a sedimentologia e morfodinâmica da praia da Armação, além de mapear e esboçar a evolução paleogeográfica dos depósitos sedimentares desta planície costeira. Neste estudo a autora mostrou que o tamanho dos grãos que constituem a praia da Armação aumenta de sul para norte. Segundo a autora a maior exposição do setor norte às ondas incidentes e a proximidade com a fonte de sedimentos (depósitos marinhos antigos aflorantes e as rochas que compõem o Morro das Pedras) faz com que este setor seja constituído por areias grossas, apresentando uma maior declividade da face praial e características reflectivas, enquanto que o setor sul, devido a menor energia de ondas e o predomínio de areias finas caracteriza-se por apresentar uma menor declividade da face praial e características intermediárias. Esta pesquisa é um marco nos estudos de morfodinâmica nas praias da ilha de Santa Catarina, pois foi o primeiro estudo que se propôs a aplicar os conceitos da escola australiana de geomorfologia costeira e abordou com mais profundidade a influência do grau de exposição à energia das ondas sobre a constituição granulométrica das praias.

✓ Diehl (1997), apontou aspectos geoevolutivos, morfodinâmicos e ambientais do pontal da Daniela, além de apontar causas de erosão, conseqüências e ações mitigadoras. Embora este tenha sido um estudo bastante completo, a praia da Daniela situa-se na baía Norte e está sujeita a condições hidrodinâmicas distintas das praias oceânicas, por isso os fatores dinâmicos condicionantes do comportamento praial (a influência da maré, por exemplo) são também distintos.

✓ Nunes (1997), realizou estudo sobre os aspectos morfodinâmicos e sedimentares da praia do Forte. Assim como a praia da Daniela, a praia do Forte também é uma praia de baixa energia hidrodinâmica.

✓ Abreu de Castilhos & Gré (1997), classificaram algumas praias oceânicas da ilha de Santa Catarina a partir das características morfológicas destas e identificaram quais destas praias apresentam problemas de erosão costeira.

✓ Faraco (1998), desenvolveu estudo sobre a morfodinâmica e sedimentologia da praia dos Ingleses abordando possíveis influências das passagens de frentes frias sobre a morfodinâmica praial.

✓ Ferreira (1998), estudou a morfodinâmica da praia de Fora, localizada na parte continental da baía Sul de Florianópolis. Diferente das outras pesquisas realizadas nos ambientes de baixa energia da ilha de Santa Catarina, este estudo inovou ao monitorar a praia de Fora consecutivamente durante um mês e não por longos períodos como havia ocorrido nos outros estudos. Com esta metodologia o autor chegou a resultados bastante satisfatórios tendo em vista a baixa mobilidade sedimentar típica de ambientes de baixa energia hidrodinâmica.

✓ Leal (1999), estudou aspectos morfodinâmicos e sedimentológicos do sistema praias Moçambique – Barra da Lagoa, onde evidenciou a existência de três setores morfodinâmicos e sedimentológicos. Os setores norte e sul são constituídos por areias finas muito bem selecionadas, enquanto que o setor central é constituído por areias médias a grossas moderadamente selecionadas. Este aumento do tamanho dos grãos no setor central se deve à maior energia hidrodinâmica deste setor em relação aos setores norte e sul. Tais características fazem com que o setor central apresente uma declividade da face praias mais acentuada e um comportamento morfodinâmico intermediário a reflectivo, enquanto que os setores norte e sul apresentam menores declividades e foram classificados como intermediários a dissipativos. O grande mérito deste estudo está no fato do autor ter relacionado a energia hidrodinâmica de cada setor com a configuração da plataforma continental adjacente. Segundo o autor a maior declividade da plataforma e a maior exposição do setor central imprimem uma maior energia hidrodinâmica neste setor.

✓ Horn Filho *et al.* (1999), baseados nas características fisiográficas, morfológicas e sedimentológicas das praias da ilha de Santa Catarina compartimentaram o litoral da ilha em seis costas: Sudoeste, Norte, Noroeste, Nordeste, Sudeste e Sul. Posteriormente, Horn Filho *et al.* (2000), incluíram nesta análise aspectos da dinâmica costeira, e assim, conseguiram definir o grau de periculosidade para o banho nas praias da ilha de Santa Catarina.

✓ Moreno (2000), em estudo pouco detalhado, observou que as principais variações morfológicas da praia da Galheta no período de setembro de 1998 a junho de 2000 estavam associadas à entrada de frentes frias.

Existem bons estudos morfodinâmicos e sedimentológicos realizados ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina. Entretanto, tais estudos são bastante pontuais, as pesquisas realizadas se restringiram a descrever as áreas estudadas e comentar superficialmente alguns aspectos dinâmicos envolvidos, mas nenhuma destas

pesquisas abordou de maneira significativa os fatores dinâmicos que condicionam diferenças na distribuição granulométrica dos sedimentos e nas características morfodinâmicas ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina.

4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. Generalidades

O sistema praias Joaquina - Morro das Pedras encontra-se na costa leste da ilha de Santa Catarina. Localiza-se entre a ponta do Retiro, ao norte, e a ponta do Morro das Pedras, ao sul (Figura 2). O sistema, com direção geral NNE-SSW, apresenta comprimento total de 11.000m e compreende as praias da Joaquina, Campeche e Morro das Pedras. O limite geográfico entre as praias da Joaquina e do Campeche é arbitrário (cerca de 3km da ponta do Retiro, em direção ao sul) e entre as praias do Campeche e do Morro das Pedras se faz na altura da ilha do Campeche, na latitude 27° 41' S (Horn Filho *et al*, 1999).

A ilha do Campeche, situada em frente à praia do Campeche a uma distância de aproximadamente 1,5km, funciona como obstáculo natural à propagação das ondas incidentes, gerando uma “zona de sombra” entre a ilha e a praia, onde o tamanho das ondas é menor em relação ao tamanho das ondas no entorno da ilha. Esta diferença na altura das ondas gera um gradiente de energia e acaba promovendo a difração das ondas incidentes (Foto 1).

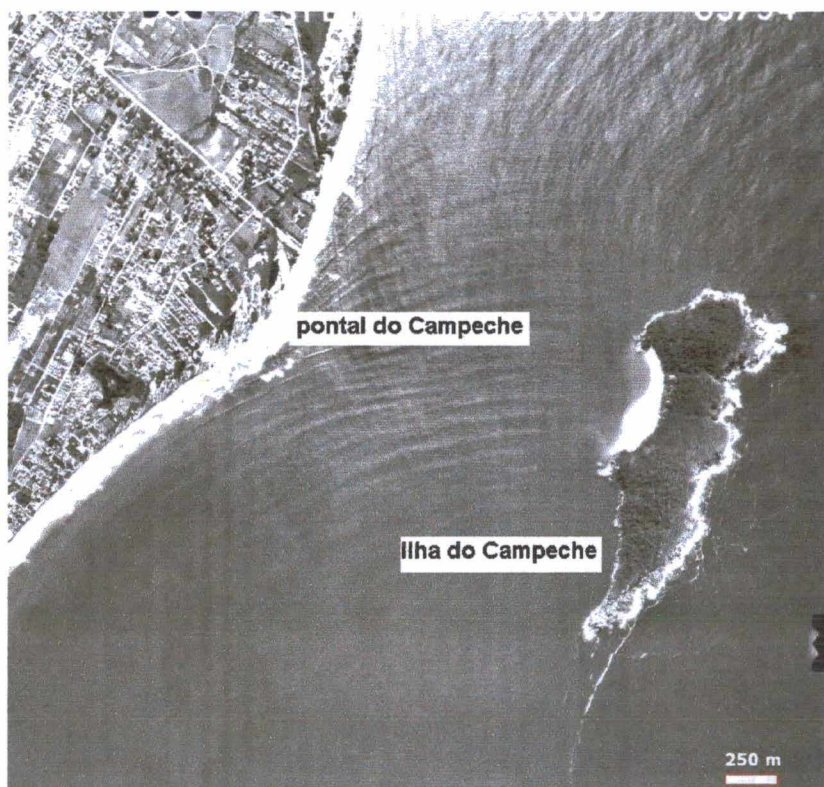


Foto 1: Vista aérea das adjacências da ilha do Campeche. Notar a difração das ondas na parte superior da foto. Data: 05/94

O padrão de refração e difração das ondas propicia a geração de correntes próximas à praia capazes de transportar sedimentos em direção à zona de sombra. Este processo aliado a menor energia de ondas na zona de sombra são responsáveis pelo acúmulo de sedimentos neste setor, formando entre a ilha e a praia um pequeno pontal ou cúspide localmente conhecido como pontal do Campeche (Foto 1). Este pontal dá ao sistema uma forma parabólica e divide-o em dois arcos praias bem distintos. Entre a ponta do Retiro e o pontal do Campeche forma-se um arco praias com aproximadamente 8.000m, que compreende as praias do Campeche e da Joaquina (Foto 2). Entre o pontal do Campeche e a ponta do Morro das Pedras forma-se um pequeno arco praias com aproximadamente 3.000m, o que vem a ser a própria praia do Morro das Pedras.

Processo semelhante a este foi observado na praia central de Balneário Camboriú, SC, por Klein *et al.* (1997) e Temme *et al.* (1997). Nestes estudos os autores comentam que a presença da ilha das Cabras em frente a esta praia distorce a forma da mesma, dando a ela uma forma parabólica. Caruso Jr. (1993), já apontava para o fato de que a sedimentação costeira da área é influenciada pela ilha do Campeche. Segundo o autor, a ilha funciona como uma espécie de obstáculo ao transporte de sedimentos próximo à praia e modifica o padrão de refração das ondas que chegam a esta, gerando uma distorção na geometria do cordão litorâneo, o qual neste setor possui uma forma convexa, enquanto que o restante deste sistema possui um padrão côncavo.



Foto 2: Vista aérea do arco praias Joaquina – Campeche. Data: 1996

Na costa leste da ilha de Santa Catarina os maciços rochosos e áreas de sedimentação quaternária configuram uma alternância de costões e praias de forma e extensão diversas. Três tipos de praias podem ser distinguidos: praias em forma parabólica como a praia da Armação (Foto 3), praias de bolso como as praias da Galheta e Mole (Foto 4) e praias alongadas, representadas pelos sistemas praias Joaquina – Morro das Pedras (Foto 5) e Moçambique – Barra da Lagoa (CECCA, 1997).

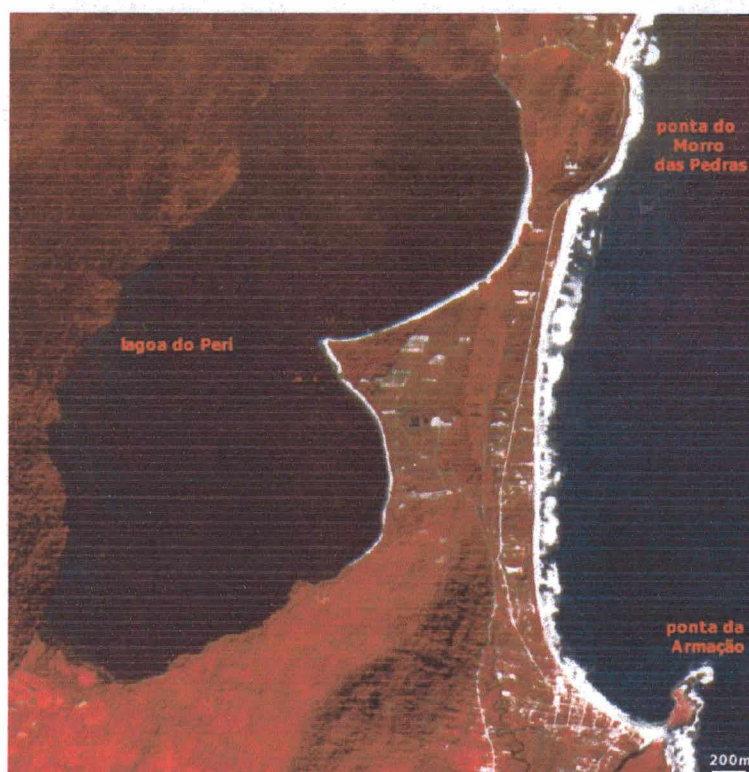


Foto 3: Imagem aérea da praia da Armação. Data: 1978



Foto 4: Vista aérea das praias da Galheta (em primeiro plano) e Mole (ao fundo). Data: 1996

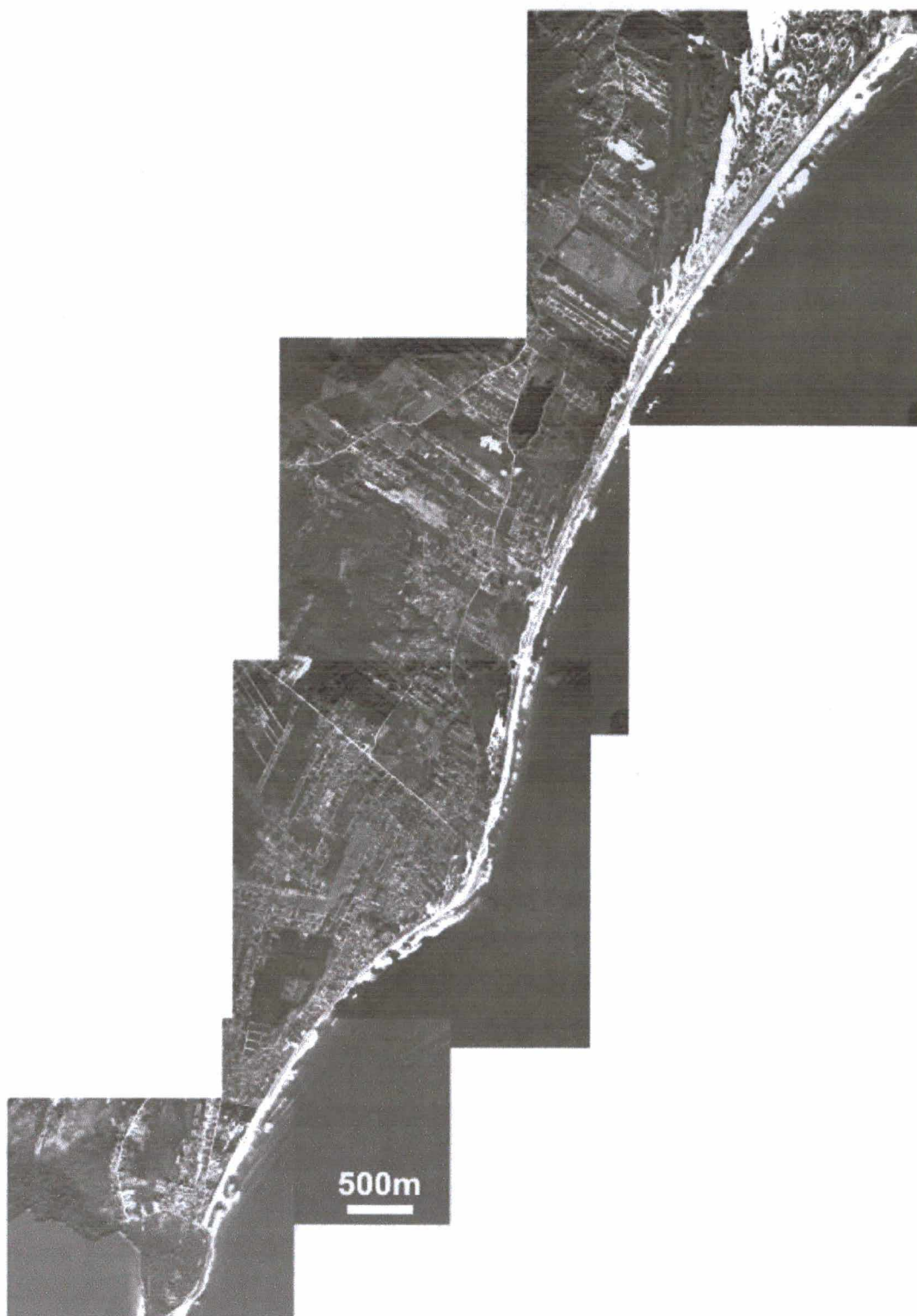


Foto 5: Vista aérea do sistema praias Joaquina - Morro das Pedras. Data: 05/94

As praias da costa leste da ilha de Santa Catarina estão inseridas no trecho compreendido entre a ponta das Aranhas, ao norte, e a ponta da Armação, ao sul, limitado entre as coordenadas: 27° 28' 31" e 27° 46' S, o qual possui aproximadamente 33km de extensão. De norte para sul as principais praias inseridas neste trecho são: Moçambique, Barra da Lagoa, Galheta, Mole, Joaquina, Campeche, Morro das Pedras e Armação (Figura 2). As praias do Moçambique e Barra da Lagoa formam a maior extensão de sedimentos praias contínuos da ilha de Santa Catarina, com 12,1km de extensão. As praias da Galheta, Mole e Armação são pequenas e embainhadas limitadas nos seus extremos pela presença de promontórios rochosos e possuem aproximadamente 1,2km, 1,5km e 3,2km, respectivamente.

4.2. Aspectos climáticos

De acordo com a publicação do CECCA (1997), a ilha de Santa Catarina apresenta características climáticas controladas pela atuação das massas de ar Polar Marítima e Tropical Marítima do Atlântico. Seu clima é do tipo subtropical úmido, com temperatura média oscilando entre 18° e 15°C no inverno e entre 26° e 24°C no verão. A temperatura média anual é de 20,4°C e a umidade relativa do ar média é de 80%.

Segundo Fonzar (1994), o regime de ventos e massas de ar na região Sul do Brasil está vinculado às altas pressões tropicais e polares representadas pelo Anticiclone Tropical semifixo do Atlântico Sul (ATAS) e o Anticiclone Polar Migratório (APM), respectivamente (Figura 4A).

A massa de ar Tropical Marítima (gerada pelo ATAS) atua durante o ano todo. No verão torna-se instável devido aquecimento basal que sofre em contato com o continente, no inverno o resfriamento basal aumenta a estabilidade propiciando tempo bom (Hermann, 1998). A massa de ar Polar Marítima (gerada pelo APM), com atividade especialmente no inverno, tem origem sobre o oceano Atlântico. Na sua origem possui ar seco, frio e estável, mas à medida que se desloca absorve calor e umidade da superfície do mar tornando-se instável. No seu avanço de norte para sul provoca acentuada baixa de temperatura, sendo responsável pelas ondas de frio que ocorrem na região Sul do Brasil (Hermann, *op. cit.*).

As frentes frias originam-se (frontogênese) através do choque entre a massa de ar Tropical Marítima com a massa de ar Polar Marítima. Na América do Sul o maior número de frontogêneses ocorre no extremo sul do continente, mas durante o inverno

quando a massa de ar Polar Marítima se intensifica atuando mais ao norte do continente, a massa de ar Tropical Marítima se retrai e as frontogêneses ocorrem um pouco mais ao norte, próximo ao rio da Prata, na Argentina (Figura 4B).

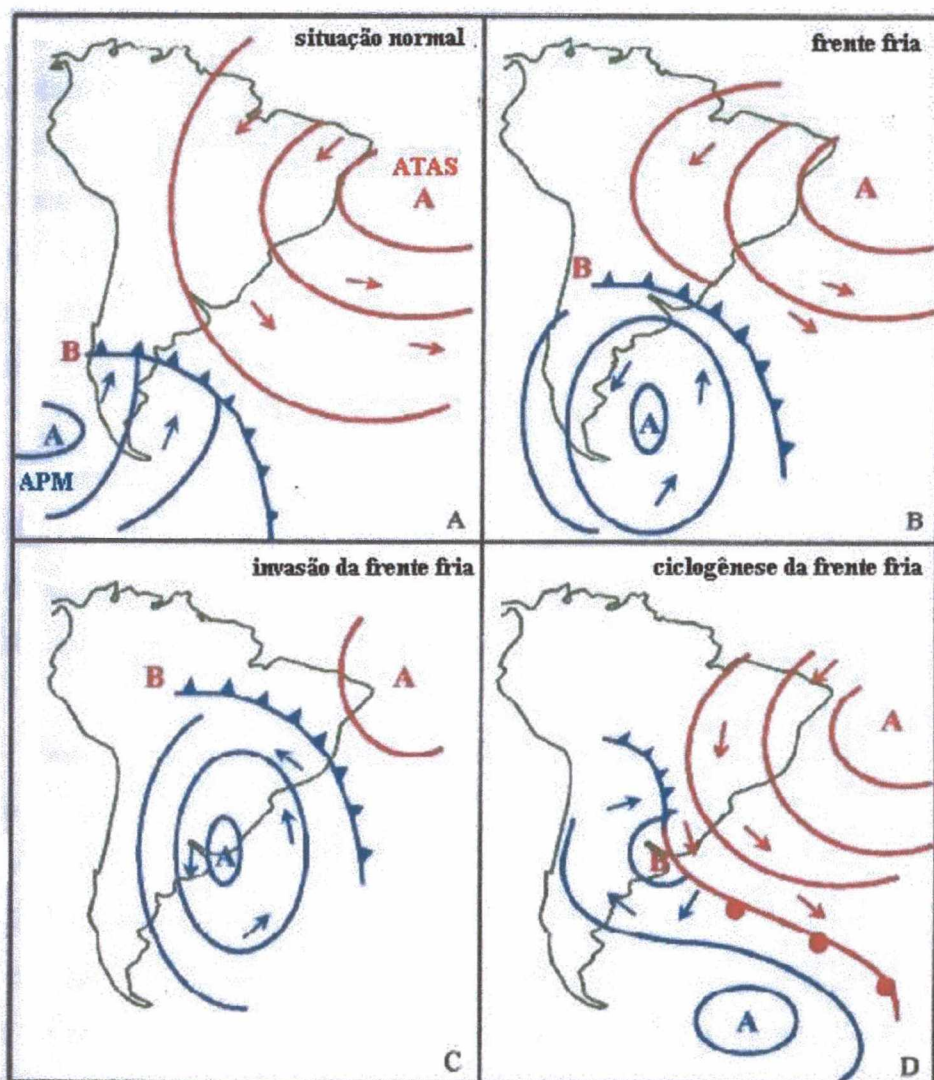


Figura 4: Circulação atmosférica no sul do Brasil e sua alteração devido à propagação de frentes frias (DHN, 1994): (A) situação normal; (B) geração da frente fria (frontogênese); (C) invasão da frente fria; (D) ciclogênese da frente fria.

De acordo com Oliveira *apud* Calliari *et al.* (1998), o número de frentes frias que atingem a América do Sul entre as latitudes 35° e 25° S limita-se a seis por mês, variando entre verão e inverno. A frequência de passagem destas frentes é maior durante o inverno (média de cinco por mês), com duração média de três dias, diminuindo para duas por mês durante o verão, com uma duração média de cinco dias (Homsí, 1978).

As frentes frias propagam-se de SW para NE ao longo da costa leste da América do Sul (figura 4C), chegando a atingir latitudes tropicais (Nobre *et al.*, 1986). Nem sempre a frente progride continuamente para o norte, podendo estacionar nas regiões

Sul e Sudeste do Brasil. Neste caso a frente se ondula formando depressões atmosféricas secundárias (ciclogênese), conhecidas como ciclones, os quais deslocam-se em direção ao oceano (Figura 4D).

Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil os ciclones atuantes são os ciclones extratropicais, típicos de médias e altas latitudes, estes, ao se deslocarem sobre o oceano desenvolvem pistas de ventos enormes capazes de gerar ondas de elevado poder energético. Os ciclones extratropicais geralmente propagam-se bastante afastados do litoral brasileiro (cerca de 2000km, segundo Marques & Pinheiro, 1999). Em situações particulares, quando possuem uma trajetória próxima à costa, criam-se condições favoráveis à geração e propagação de ondas de dimensões consideráveis nos litorais Sul e Sudeste do Brasil.

Fenômenos como o El Niño - Oscilação Sul e La Niña - Oscilação Norte têm impacto significativo sobre as características climáticas de todo o mundo. O El Niño decorre do aquecimento anômalo das águas superficiais do oceano Pacífico nas proximidades da costa do Peru. Com o aquecimento das águas, ao invés do ar descer sobre o Pacífico como geralmente ocorre, ele sobe, baixando no interior do continente sul-americano sobre a Amazônia e o Nordeste brasileiro, bloqueando o deslocamento das frentes frias sobre o continente, que permanecem estacionárias sobre o Uruguai, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Durante o inverno as frentes podem permanecer estacionárias por até três semanas, provocando precipitações concentradas em Santa Catarina, ocasionando enchentes em grande parte do Estado (CECCA, 1997).

De modo geral, pode-se dizer que La Niña é o oposto do El Niño. O fenômeno La Niña, ou episódio frio do oceano Pacífico decorre do resfriamento anômalo das águas superficiais no oceano Pacífico Equatorial Central e Oriental. Durante os episódios de La Niña, o Índice de Oscilação Sul (o indicador atmosférico que mede a diferença de pressão atmosférica à superfície, entre o Pacífico Ocidental e o Pacífico Oriental) apresenta valores positivos, os quais indicam a intensificação da pressão no Pacífico Central e Oriental em relação à pressão no Pacífico Ocidental (CPTEC/INPE, 2001). Um dos principais efeitos de episódios do La Niña observado sobre a região Sul do Brasil é a passagem rápida de frentes frias, com tendência de diminuição da precipitação nos meses de setembro a fevereiro, principalmente no Rio Grande do Sul, além do centro-nordeste da Argentina e Uruguai (CPTEC/INPE, *op. cit.*).

4.3. Dinâmica costeira

4.3.1. Ventos

Os ventos são gerados por gradientes de pressão na atmosfera. Como mencionado anteriormente, o regime de ventos no sul do Brasil está vinculado ao ATAS e ao APM. Na ilha de Santa Catarina os ventos predominantes sopram do quadrante norte associados à massa de ar Tropical Marítima e os ventos do quadrante sul, menos freqüentes, mas de maior intensidade, estão associados à atuação da massa de ar Polar Marítima (CECCA, 1997). Os ventos do quadrante norte são mais freqüentes no verão e os ventos do quadrante sul no inverno (Freyslebem, 1979).

4.3.2. Marés

Segundo a Tábua de Marés da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil - DHN, as marés astronômicas em Florianópolis possuem amplitudes máximas de 1,4m e regime semidiurno, portanto de acordo com a classificação de Davies (1980) é uma costa de micromarés. Fatores meteorológicos (pressão atmosférica e vento) podem provocar rápidas variações do nível do mar, fenômeno conhecido como maré meteorológica ou maré de tempestade (“*storm surge*”), a qual segundo Pugh (1987) pode ser definida como sendo a diferença entre a maré observada e a maré prevista.

Segundo Marone & Camargo (1994), as marés meteorológicas são formadas no sul do Brasil a partir da combinação de um centro de baixa pressão atmosférica (ciclone extratropical, por exemplo) sobre o mar e um centro de alta pressão atmosférica sobre o continente, o que cria um gradiente entre os centros de pressão, gerando uma pista de ventos do quadrante sul sobre o oceano, que devido ao efeito de Coriolis tende a empilhar a água na costa. Outra situação que também pode causar a elevação do nível do mar é a atuação de fortes ventos perpendiculares à costa, causando efeitos diretos como o incremento da altura das ondas, fenômeno que geralmente acompanha as marés meteorológicas conhecido regionalmente como “ressaca”.

De acordo com Marone & Camargo (*op. cit.*), o fator mais importante para a geração da maré meteorológica é a pista de vento. É necessário que a atuação do vento se mantenha por certo tempo, de modo que a transferência de energia através da tensão

de cisalhamento (atrito) do vento sobre a superfície do mar seja suficiente para que ocorra o empilhamento de água próximo à costa.

Segundo Truccolo (1998), a configuração da linha de costa do sul do Brasil é que determina que os ventos provenientes do quadrante sul propiciem um empilhamento de água na costa, enquanto que os ventos provenientes do quadrante norte diminuem o nível do mar. De acordo com a autora, as sobrelevações do nível do mar estão associadas à tempestades costeiras, as quais constituem um dos fenômenos mais intensos nessa região durante os meses de inverno. Estas tempestades são induzidas por quedas bruscas de pressão atmosférica e conseqüente rotação dos ventos para as direções do quadrante sul, promovendo a subida do nível do mar no litoral de Santa Catarina.

Apesar de não existirem estudos específicos de marés meteorológicas em Florianópolis, Truccolo (*op. cit.*) e Truccolo & Franco (1998), em estudos realizados em São Francisco do Sul, no norte do Estado de Santa Catarina, observaram que o nível do mar, quando influenciado pela propagação de sistemas frontais, pode se elevar em até 1m em relação à maré prevista local.

4.3.3. Ondas

As ondas que atingem a costa sul do Brasil são de dois tipos: as ondulações ou “*swell waves*” e as vagas ou “*sea waves*”, sendo que junto a ambos os dois tipos podem ocorrer ondas de tempestade ou “*storm waves*”. As vagas são geradas por ventos locais, apresentando períodos menores e maior esbeltez, as ondulações são ondas com centro de geração localizado longe da costa, apresentando períodos mais longos e menor esbeltez, as ondas de tempestade são ondas de grandes dimensões geradas por fortes ventos associados a tempestades costeiras. Cabe lembrar, que a esbeltez da onda refere-se à relação (H/L), onde H é a altura da onda e L é o comprimento da onda. Quanto maior a altura da onda e/ou menor o comprimento desta, mais esbelta ela é.

Inicialmente, o vento transfere energia para a superfície do mar criando um distúrbio, o qual manifesta-se através de pequenas ondulações na superfície d água, chamadas de “ondas capilares”. À medida que o vento persiste, aumenta o cisalhamento do vento sobre a superfície e também a transferência de energia do vento para a água, promovendo o desenvolvimento de ondas maiores (as vagas). Assim que deixam a zona de geração, as ondas de maior período adiantam-se sobre as ondas de períodos

sucessivamente menores causando a uniformização dos trens de ondas, sendo esta uniformização a responsável pela formação do *swell* a partir das vagas desordenadas da zona de geração.

A altura e o período das ondas que atingem uma praia dependem em primeiro lugar da velocidade e da duração dos ventos na zona de geração, bem como da pista de vento nesta zona. As ondas vão sofrendo modificações à medida que se propagam de águas profundas para águas rasas. Logo que ingressam em águas rasas sofrem refração, conseqüência da diminuição de suas velocidades devido a diminuição da profundidade. Paralelamente, ocorre a diminuição do comprimento da onda e o incremento em altura, processo conhecido como empolamento (“*shoaling*”). A onda fica cada vez mais deformada e assimétrica, as cristas tornam-se angulares e íngremes seguidas de cavas praticamente planas, até que chega um ponto em que a assimetria é tão marcante que compromete a estabilidade da onda ocorrendo à quebra (arrebentação).

Observações empíricas têm demonstrado que as ondas arrebentam de forma diferente em função da sua altura, comprimento e da declividade do fundo. De acordo com Galvin (1968), os tipos de arrebentação podem ser enquadrados em:

- Progressiva ou deslizante (“*spilling*”),
- Mergulhante (“*plunging*”),
- Ascendente (“*surging*”).

A arrebentação do tipo deslizante é típica de praias de baixa declividade (dissipativas), a arrebentação do tipo mergulhante é típica de praias de moderada à alta declividade (intermediárias) e a arrebentação do tipo ascendente é típica de praias de declividade muito elevada (reflectivas).

A forma do fundo sobre o qual se propagam as ondas oceânicas de superfície geradas pelo vento desempenha um papel fundamental nas modificações sofridas por estas em águas rasas. Dentre as principais modificações está o processo de refração, responsável pelas mudanças na direção de propagação das ondas e que possui a importante propriedade de concentrar ou dispersar a energia de ondas, causando variações espaciais na distribuição de suas alturas (Pimenta, 1999). O processo de refração de ondas oceânicas é análogo ao processo de refração da luz. Assim como um raio de luz tem sua direção alterada quando se propaga por meios diferentes, uma onda

sofre mudanças na sua velocidade e direção quando se propaga em diferentes profundidades, o que conseqüentemente promove alterações na distribuição da altura das ondas (Alves, 1996).

Wright & Short (1984), ressaltam a importância do processo de refração de ondas em estudos de morfodinâmica praial, pois a variabilidade nos estágios morfodinâmicos é determinada pela variabilidade na altura das ondas na arrebentação, a qual depende diretamente da refração das ondas incidentes. Além disso, a refração afeta também a distribuição da altura das ondas ao longo da costa, fazendo com que ocorram diferenças no comportamento morfodinâmico entre praias situadas em diferentes setores da costa.

Além da refração outro processo muito importante é a difração das ondas, o qual já foi mencionado no item 4.1. Este processo consiste na transferência lateral de energia das ondas maiores para as ondas menores e pode ser observado quando as ondas encontram algum obstáculo como uma ilha ou quebra-mar. Atrás do obstáculo forma-se uma “zona de sombra”, onde as ondas são menores. Cria-se com isso um gradiente de energia entre os entornos do obstáculo, onde as ondas são maiores (maior energia) e a zona de sombra, onde as ondas são menores (menor energia), o que propicia a geração de um fluxo de energia (corrente) em direção à zona de sombra.

A ação combinada dos processos de refração e difração promove o transporte de sedimentos para a zona de sombra, os quais se depositam formando esporões arenosos (“*spits*”), que ao crescerem podem originar tómbolos (Horikawa, 1988).

O termo “clima de ondas” pode ser definido como as características do regime de ondas em uma determinada área. O estudo do clima de ondas é fundamental para qualquer estudo de morfodinâmica praial, visto que as ondas representam a principal entrada de energia nos ambientes praias.

Dados instrumentais do clima de ondas do litoral catarinense são raros. Dentre os poucos existentes destacam-se os dados provenientes das medições de ondas realizadas pela PETROBRAS na região costeira de São Francisco do Sul, no norte do Estado, durante o verão e outono do ano de 1996.

Os dados de São Francisco do Sul foram coletados por um ondógrafo direcional Waverider fundeado numa lâmina d água de 18m e posteriormente apresentados por Alves (1996) no seu estudo sobre a refração do espectro de ondas na referida região. Alves (*op. cit.*), identificou 4 principais estados de mar característicos do clima de ondas durante o período estudado, classificados de acordo com as condições meteorológicas

locais e sinópticas à que estavam associados. Cerca de 60% das ondas medidas eram ondulações provindas de E e E-SE, 27% eram ondulações de SE, 7% eram vagas de E-NE e 5% das ocorrências eram vagas de S-SE. Dentre os quatro estados identificados o que apresentou a maior energia de ondas associada foram as ondulações de SE, que apresentaram ondas com períodos de pico (1/3 dos períodos maiores) entre 8 e 15 segundos e alturas significativas (média de 1/3 das maiores ondas incidentes) entre 0,5 e 2,5 metros, estando as maiores alturas significativas associadas à ciclones extratropicais quase estacionários sobre o oceano.

Além dos dados mencionados acima, existem alguns dados pontuais sobre ondas obtidos visualmente nos estudos realizados por Abreu de Castilhos (1995) e Leal (1999) ao longo da praia da Armação e do sistema praial Moçambique - Barra da Lagoa, respectivamente.

Abreu de Castilhos (*op. cit.*), durante estudo realizado entre junho de 1992 e outubro de 1993, observou que a distribuição da altura das ondas na arrebentação varia ao longo da praia da Armação. Segundo a autora, a altura das ondas aumenta de sul para norte, tal fato se deve a maior exposição da praia em direção ao norte, visto que o setor sul é protegido da incidência das ondas de maior energia provenientes da direção sul pela presença do promontório da ponta da Armação.

Leal (*op. cit.*), em estudo realizado entre julho de 1997 e julho de 1998 no sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa, observou que a altura das ondas na arrebentação variou entre 0,3 e 2m, e o período médio das ondas entre 11 e 12 segundos. O autor observou que existem variações na distribuição da altura das ondas ao longo deste sistema, estando as maiores ondas associadas ao setor central, o qual está mais exposto à ação das ondas, enquanto que nos setores norte e sul as ondas são menores, visto que as ondas incidentes no setor norte são influenciadas pela presença do promontório rochoso da ponta das Aranhas e de duas pequenas ilhas próximas, enquanto que o setor sul é protegido das ondas da direção sul devido à presença do promontório da ponta da Galheta.

4.3.4. Correntes

Quanto ao sistema de correntes, ainda são poucos os estudos realizados no litoral de Santa Catarina. Sabe-se que existem quatro tipos principais de correntes que podem vir a afetar a sedimentação e conseqüentemente a morfologia costeira:

1. Correntes de maré,
2. Correntes de circulação oceânica,
3. Correntes fluviais,
4. Correntes litorâneas.

As correntes induzidas pela propagação da maré podem ser consideradas inexpressivas na porção oceânica da ilha de Santa Catarina, já que as marés astronômicas são do tipo micromaré. As correntes de circulação oceânica também podem ser desprezadas, visto que as principais correntes deste tipo que ocorrem no oceano Atlântico Sudoeste (corrente do Brasil e corrente das Malvinas), por envolverem deslocamento de água muito distante da costa não afetam diretamente a sedimentação costeira.

Com exceção da desembocadura da lagoa da Conceição, não há nenhum rio, arroio ou laguna próximo à área de estudo com influxo de água capaz de modificar o padrão de circulação litorânea devido ao escoamento fluvial. Embora o influxo de água pela desembocadura da lagoa da Conceição possa ser expressivo, este, é muito localizado e não chega a modificar significativamente a circulação litorânea da área. Pode-se considerar que a ação morfogênica na área de estudo relacionada com as correntes fluviais é praticamente desprezível. São as correntes litorâneas, que realmente têm um papel importante na movimentação do material sedimentar ao longo da linha de costa.

As ondas que chegam à praia geram uma série de correntes cujo padrão depende do ângulo de incidência das ondas em relação à linha de costa (Komar, 1983). Existem dois tipos principais de correntes litorâneas (Figura 5):

- (a) Correntes longitudinais (“*longshore currents*”);
- (b) Correntes de retorno (“*rip currents*”)

Segundo Komar (1983), as correntes longitudinais são geradas pela incidência oblíqua das ondas, ou, por variações na distribuição longitudinal da altura das ondas ao longo da costa, o que geralmente está condicionado pelo processo de refração das ondas. A incidência oblíqua e as variações na distribuição da altura das ondas geram gradientes de energia. Este gradiente gera um fluxo longitudinal de água (corrente) que

se desloca da zona de maior energia (ondas altas) para a zona de menor energia (ondas menores), sendo a velocidade da corrente proporcional ao gradiente. Estas correntes fluem paralelamente à costa e são responsáveis pelo deslocamento longitudinal das areias que foram postas em movimento pela ação turbulenta das ondas ao longo da praia, processo conhecido como “deriva litorânea de sedimentos”.

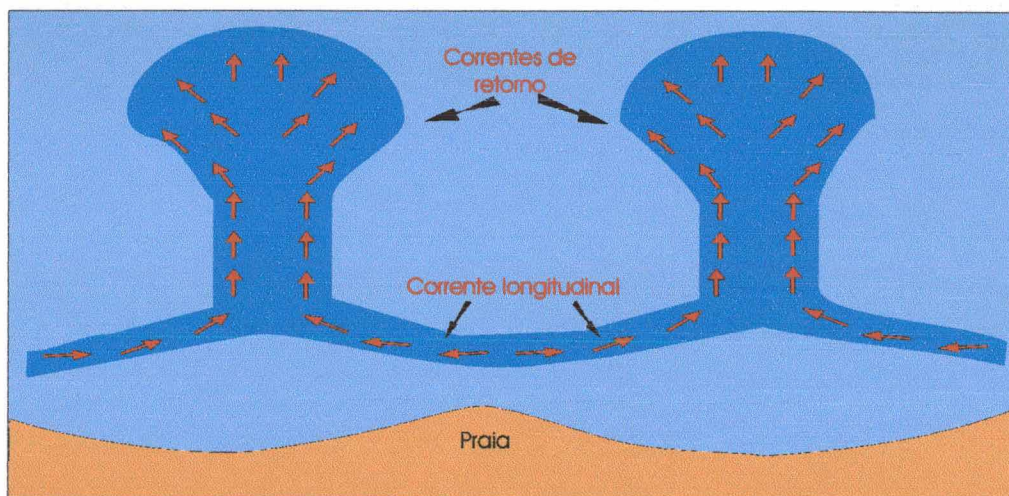


Figura 5: Desenho esquemático de uma célula de circulação na zona de surfe, onde distingue-se os dois tipos principais de correntes litorâneas.

As correntes de retorno são caracterizadas por fluxos fortes, estreitos, posicionados perpendicularmente ou obliquamente à costa, que atravessam a zona de surfe em direção ao mar (Komar, 1998). A geração destas correntes está condicionada pela incidência de ondas paralelamente à costa. Os mesmos gradientes que geram as correntes longitudinais é que induzem a formação das correntes de retorno. Entretanto, as correntes de retorno são formadas em pontos onde ocorre a convergência do fluxo longitudinal de água, formando um fluxo perpendicular à praia em direção ao mar para levar o excesso de água acumulada na zona de surfe para mar adentro. Estas correntes ocorrem preferencialmente em praias que possuem bancos transversais, os quais causam mudanças na distribuição longitudinal da altura das ondas. Um resumo do mecanismo de geração destas correntes foi apresentado por Komar (1976). A interação entre as correntes longitudinais com as correntes de retorno acaba gerando “células de circulação” na zona de surfe (Figura 5).

Embora as variações longitudinais na altura das ondas sejam produzidas principalmente pela refração sofrida pelas ondas em uma batimetria irregular, também ocorre a geração de variações longitudinais na altura das ondas em praias de batimetria uniforme, cujos contornos batimétricos são suaves e paralelos a linha de costa. Tal

efeito é promovido pela interação de ondas estacionárias (“*standing edge waves*”) com as ondas incidentes. Bowen & Inmann (1969) foram uns dos primeiros autores a associar a geração de correntes de retorno com a presença de ondas estacionárias.

Independente, do modo de geração das correntes de retorno, a condição básica para a formação destas é a presença de variações na distribuição da altura das ondas ao longo da costa, o que pode estar condicionado ao processo de refração de ondas ou não.

Não existem estudos específicos sobre correntes litorâneas ao longo do litoral da ilha de Santa Catarina. Os poucos dados existentes são provenientes de estudos que utilizaram corpos de deriva para medir a velocidade e direção das correntes longitudinais. Dentre estes, pode-se citar os estudos de Cruz (1993) e Cruz (1998), realizados na praia dos Ingleses, onde a autora observou correntes com velocidades superiores a 0,23 m/s. Deve-se ressaltar que a praia dos Ingleses é uma praia semiprotetida, onde a influência dos ventos é maior do que a influência das ondas na geração das correntes. Abreu de Castilhos (1995), realizou estudo na praia da Armação, onde mediu velocidades de correntes entre 0,05 e 0,66 m/s, a direção predominante foi no sentido sul, sendo que as maiores velocidades de correntes estavam associadas às maiores alturas de onda na zona de arrebentação. Santos (1995), em estudo realizado entre novembro de 1992 e março de 1994 na praia da Joaquina, observou correntes longitudinais com velocidades entre 0,10 e 0,99 m/s e direção predominante no sentido sul, com 92,5% das observações.

Leal (1999), em estudo realizado nas praias da Barra da Lagoa e Moçambique observou que a velocidade das correntes variou entre 0,04 e 1,01 m/s, sendo que a direção predominante foi no sentido sul, com 70% das observações. Segundo o autor a direção predominante para o sul está associada à predominância dos ventos do direção norte durante o período de estudo, os quais segundo o autor empurram a massa d água em direção ao sul. Embora Leal (*op. cit.*) não comente a relação entre a direção das ondas incidentes e a das correntes litorâneas, a sua própria análise da direção das ondas incidentes revela que 75% das ondas provinham da direção E-NE, o que talvez explique melhor o predomínio de correntes para o sul durante a sua pesquisa.

A carência de dados instrumentais sobre correntes litorâneas no sul do Brasil é muito grande, os poucos dados existentes provêm do estudo realizado por Motta (1967) em Tramandaí, litoral norte do Rio Grande do Sul. De acordo com Motta (*op. cit.*), as ondas incidentes geram correntes longitudinais em dois sentidos: para nordeste e no sentido inverso. O autor ressaltava que as correntes dirigidas para nordeste têm uma

maior capacidade de transporte chegando a volumes anuais da ordem de 100.000m³/ ano enquanto que as correntes dirigidas para sudoeste têm uma capacidade de transporte menor, na ordem de 70.000m³/ ano. Um aspecto importante ressaltado por Motta (*op. cit.*), é o fato de que as ondas provenientes de SE, mais freqüentes, são responsáveis pelo predomínio de correntes longitudinais para nordeste, contrariando as especulações de que os ventos da direção NE por serem mais freqüentes durante o ano seriam responsáveis por um predomínio de correntes para sudoeste.

Tomazelli & Villwock (1992), através de considerações genéricas sobre o clima de ondas e análise de indicadores geomorfológicos ao longo da linha de costa do Rio Grande do Sul, tais como a migração de desembocaduras de rios e lagoas, confirmaram o que já tinha sido observado por Motta (*op. cit.*), que a deriva litorânea resultante se dá no sentido nordeste.

Nicolodi *et al.* (2000), em estudo realizado na praia de Tramandaí (RS), observaram através do monitoramento da direção das correntes litorâneas entre os anos de 1996 e 1999, que a direção predominante da corrente variou entre os anos. Entre 1996 e 1997 a direção predominante da corrente foi no sentido sudoeste, enquanto que entre 1998 e 1999 ocorreu o inverso. Segundo os autores esta variação pode estar associada aos fenômenos El Niño e La Niña, entretanto os autores não chegaram a resultados conclusivos.

4.4. Geologia e geomorfologia

A ilha de Santa Catarina, situada entre as latitudes 27° 22' e 27° 50' S, constitui-se numa feição muito alongada com cerca de 52km de comprimento e largura média em torno de 10km, apresentando direção geral NE-SW e uma área de aproximadamente 410km². A ilha separa-se do continente por um estreito canal, de aproximadamente 500m de largura, cujos prolongamentos dão forma a duas baías denominadas: baía Norte e Sul.

A geomorfologia da ilha consiste numa série de maciços rochosos constituídos por rochas graníticas e riolíticas eopaleozóicas intrudidas por diques de diabásio mesozóicos, interligados por áreas planas de sedimentação costeira ocupadas por cordões arenosos litorâneos, lagoas costeiras, campos de dunas e zonas de mangues (CECCA, 1997).

Os maciços rochosos formam o embasamento da ilha e encaixam-se no contexto do soerguimento das serras do Leste Catarinense. As áreas planas de sedimentação costeira constituem os depósitos sedimentares da planície costeira da ilha de Santa Catarina.

4.4.1. Planície costeira

A planície costeira da ilha de Santa Catarina é composta por depósitos sedimentares acumulados em uma série de ambientes deposicionais formados durante o Quaternário, onde os ciclos transgressivos-regressivos do nível do mar ocorridos durante o Pleistoceno e o Holoceno representaram fator importante na geração e modelagem dos mesmos.

Na ilha de Santa Catarina distinguem-se três ambientes de planície costeira de acordo com o nível de energia ambiental a que estão sujeitos: o setor leste, submetido à ação das ondas e ventos de alta energia provenientes do quadrante sul, o setor oeste, compreendendo as águas protegidas das baías Norte e Sul e o setor norte, que é atingido pelos ventos e ondas oriundos do quadrante norte (CECCA, 1997).

As praias estudadas situam-se no setor leste da planície costeira da ilha de Santa Catarina, estas, encontram-se ancoradas nos cordões litorâneos da planície costeira da ilha. Estes cordões devido às suas características próprias apresentam-se individualizados e foram denominados por Caruso Jr. (1993), como cordão externo e interno.

O cordão externo geralmente caracteriza-se por recobrir depósitos de turfas e ser recoberto por depósitos eólicos holocênicos, sendo constituído por areias quartzosas de granulometria média à grossa. De uma maneira geral este cordão apresenta-se na forma de praias ancoradas em pontais rochosos, como ocorre na costa leste da ilha, onde está bem representado nas seguintes praias: Brava, Moçambique, Barra da Lagoa, Galheta, Mole, Joaquina, Campeche, Morro das Pedras, Armação, Matadeiro, Lagoinha do Leste e Pântano do Sul. As turfas atualmente observadas são periodicamente expostas nas praias do Moçambique e do Campeche. Os processos erosivos praias que acarretam esta exposição podem estar relacionados a desequilíbrios locais no balanço de sedimentos ou talvez por uma tendência regional de ascensão do nível relativo do mar. Segundo Caruso Jr. (1992), as turfas atualmente expostas apresentam idades entre 2490 e 2830 anos A.P., o que leva a crer que a praia atual é mais recente do que isto.

Quanto ao cordão litorâneo interno, Caruso Jr. (1993), afirma que este representa a antiga planície costeira da ilha, anterior a formação do ambiente praiial atual. Situa-se em cotas mais altas do que o outro e é composto por areias quartzosas de granulação média à grossa, com alguma percentagem de silte. Este cordão apresenta-se geralmente recoberto por depósitos eólicos pleistocênicos. Tem sua presença marcante na costa leste da ilha de Santa Catarina, em geral contínuo e ancorado nas encostas e pontais rochosos graníticos ou riolíticos. Sua maior expressão ocorre nas regiões do rio Vermelho e Campeche.

O retrabalhamento dos sedimentos que compõem estes cordões pela ação dos ventos construiu dunas fixas e ativas na costa leste da ilha de Santa Catarina. Destacam-se dois campos de dunas: o das Aranhas e o da Joaquina. O campo de dunas das Aranhas situa-se no flanco nordeste da ilha de Santa Catarina, englobando o limite norte da praia do Moçambique e parte da praia dos Ingleses. O campo de dunas da Joaquina, estudado detalhadamente por Bigarella (1975), possui comprimento de aproximadamente 3,5km e largura variando entre 1,2 e 2,0km, com dunas que possuem altitudes médias de 10m, mas que podem atingir 40m. Caruso Jr. (1993), comenta que embora os ventos oriundos de NE sejam predominantes, os ventos provenientes de S (de maior intensidade) possuem uma maior capacidade de transporte de sedimentos e são responsáveis pela migração das dunas destes dois campos de dunas para o norte.

De acordo com Caruso Jr. (1993) a fonte sedimentar destas dunas é a plataforma continental interna, cujos sedimentos são transportados por correntes que atuam próximas à costa para a face praiial, onde ficam expostos aos processos subaéreos.

4.4.2. Plataforma continental

Gré (1983), realizou estudo sobre a plataforma continental de Santa Catarina. O autor verificou que neste trecho a plataforma continental sul-brasileira apresenta largura variando entre 130 e 150km, estendendo-se desde a linha de costa até a profundidade de 130m onde ocorre a quebra da plataforma. Ao norte da ilha de Santa Catarina a plataforma é mais estreita, com a isóbata de 50m distando não mais do que 5km da linha de costa. A partir deste ponto em direção ao sul, a plataforma volta a se alargar e a distância da linha de costa até a isóbata de 50m chega à 13km.

Uma série de ilhas e altos-submarinos formados pelas rochas do embasamento compõem a morfologia da plataforma continental interna. Entre o cabo de Santa Marta

(28° 5' S) e Porto Belo (27° S), encontra-se o setor conhecido como plataforma de Florianópolis, este, marca a divisão entre a parte submersa da bacia oceânica marginal de Santos (ao norte) com a bacia oceânica marginal de Pelotas (ao sul), coincidindo com o prolongamento de uma grande zona transversal de fraturas oceânicas, relacionadas a uma antiga zona de fratura, a qual teria sido palco de um intenso vulcanismo durante os estágios iniciais da abertura do oceano Atlântico Sul (Caruso Jr, 1993).

Quanto à sedimentologia, Gré (1983) identificou 4 fácies texturais: areia, areia lamosa, areia-siltico-argilosa e lama. A areia foi encontrada na plataforma interna e externa. A lama ocorre na plataforma média, ao longo da isóbata de 100m. Ao sul da cidade de Laguna o tamanho de grão que predomina na plataforma média é argila e ao norte predomina o silte. A área restante é ocupada por misturas de areia com lama em diferentes proporções onde são reconhecidas as fácies areia lamosa e areia-siltico-argilosa.

Segundo Corrêa & Villwock (1996), as areias que ocorrem na plataforma continental sul-brasileira são predominantemente quartzosas, de tamanho variando entre areias médias e finas, com características muito similares às areias presentes nas praias e dunas da atual planície costeira. Estas areias são consideradas relíquias e foram depositadas em ambiente praias e eólico durante o Pleistoceno, quando a plataforma continental brasileira sofreu a máxima regressão do Quaternário, que expôs subaereamente quase toda a plataforma continental e propiciou o desenvolvimento de sistemas fluviais. Durante o Holoceno a plataforma continental brasileira sofreu uma importante transgressão, a atuação dos processos marinhos promoveu o retrabalhamento das areias e remodelou o relevo da plataforma continental afogando a drenagem continental e estabeleceu a configuração da costa atual.

No caso específico da ilha de Santa Catarina, Horn Filho & Diehl (1994), sugerem que após a máxima subida do nível do mar durante o Holoceno, teve início a partir de 5.100 anos A.P. a progradação da linha de costa e formação dos depósitos marinhos holocênicos, os quais são responsáveis pela unificação de grupos de diferentes ilhotas rochosas que ficaram isoladas nos processos transgressivos, o que possibilitou a formação da configuração atual da ilha de Santa Catarina.

5. METODOLOGIA

5.1. Perfis topográficos praias ao longo do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras

De abril de 2000 até março de 2001 foram realizados levantamentos topográficos de cinco perfis praias localizados ao longo do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras (Figura 6). A localização dos perfis foi definida previamente, sendo estes demarcados com estacas concretadas junto à crista da duna frontal. A escolha da posição destes perfis levou em conta a presença da ilha do Campeche, a exposição dos perfis ao regime de ondas de tempestades vindas da direção sul e a facilidade de acesso à praia. A Tabela 1 apresenta a posição geográfica dos cinco perfis praias.

A morfologia praial foi obtida através do método de estadia proposto por Birkemeier (1981) utilizando-se um nível óptico. Este método consiste no levantamento topográfico de perfis praias transversais à linha de praia obtidos com base num nível de referência (“datum”), o qual foi determinado em relação ao nível médio do mar em situação de baixa-mar de sizígia, de acordo os dados da Tábua de Marés da DHN (2000).

Através do software de computação ISRP (“*Interactive Survey Reduction Program*”), adaptado do Corpo de Engenheiros do Exército Americano e idealizado por Birkemeier (1985), foi possível comparar e analisar os dados obtidos durante diferentes épocas do ano. Com este software foram calculadas as mudanças no volume de sedimentos entre levantamentos topográficos realizados em épocas diferentes, sendo o volume calculado expresso em m^3/m , correspondendo a uma seção transversal de 1,0m de largura ao longo do perfil.

Devido às limitações do software ISRP em representar graficamente os perfis monitorados, utilizou-se o software EXCEL, o qual possibilitou a elaboração de gráficos melhores, facilitando assim a análise e interpretação dos dados.

Tabela 1: Posição geográfica de cada perfil praial (coordenadas geográficas decimais).

Perfil	Latitude (S)	Longitude (W)
1	-27,6294	-48,45
2	-27,6686	-48,4763
3	-27,6833	-48,4796
4	-27,6924	-48,4827
5	-27,7037	-48,4955

5.2. Observação visual da dinâmica litorânea

Os dados da dinâmica litorânea obtidos foram: altura, direção e período das ondas na zona de arrebentação. Os dados de ondas (altura, período e direção) foram obtidos visualmente durante os trabalhos de campo, através do método “Sentinelas do Mar” desenvolvido por Mello (1991).

A altura das ondas na zona de arrebentação (H_b) foi obtida visualmente medindo-se a diferença em altura entre a crista e a cava da onda em um determinado ponto dentro da zona de arrebentação. O período das ondas (T) foi obtido utilizando-se um cronômetro digital, sendo T igual à 1/10 do tempo total decorrido para a passagem de onze cristas consecutivas em um ponto fixo dentro da zona de arrebentação.

Além das observações visuais obtidas durante os trabalhos de campo, foram obtidos também dados de ondas (altura e direção) através do *site* da Internet Camerasurf, o qual mantém atualizado diariamente um boletim com as condições observadas na praia da Joaquina. Cabe salientar, que o responsável pelas observações contidas neste *site* utiliza a metodologia dos Sentinelas do Mar. Um fato a se considerar é que estes dados referem-se à praia da Joaquina e portanto valem apenas para o perfil 1, mas são ótimos indicadores das principais variações energéticas das ondas que incidem ao longo de todo o sistema praias Joaquina – Morro das Pedras. As ondas foram analisadas em três direções principais de incidência em relação à orientação da linha de costa (S, SE e E-NE) e em três intervalos de altura diferentes: de 0 a 0,5m, de 0,5 a 1,0m e >1,0m.

Através destes dados foi possível avaliar a frequência da ocorrência da direção e altura das ondas para cada período compreendido entre uma campanha e outra e também sazonalmente. Além disso, elaborou-se um gráfico com a distribuição da altura das ondas incidentes na praia da Joaquina ao longo de todo o período de estudo, o que possibilitou analisar quais os dias em que as ondas tiveram algum incremento energético. A partir destes dados procurou-se saber qual a direção destas ondas e quais as condições meteorológicas geradoras das mesmas.

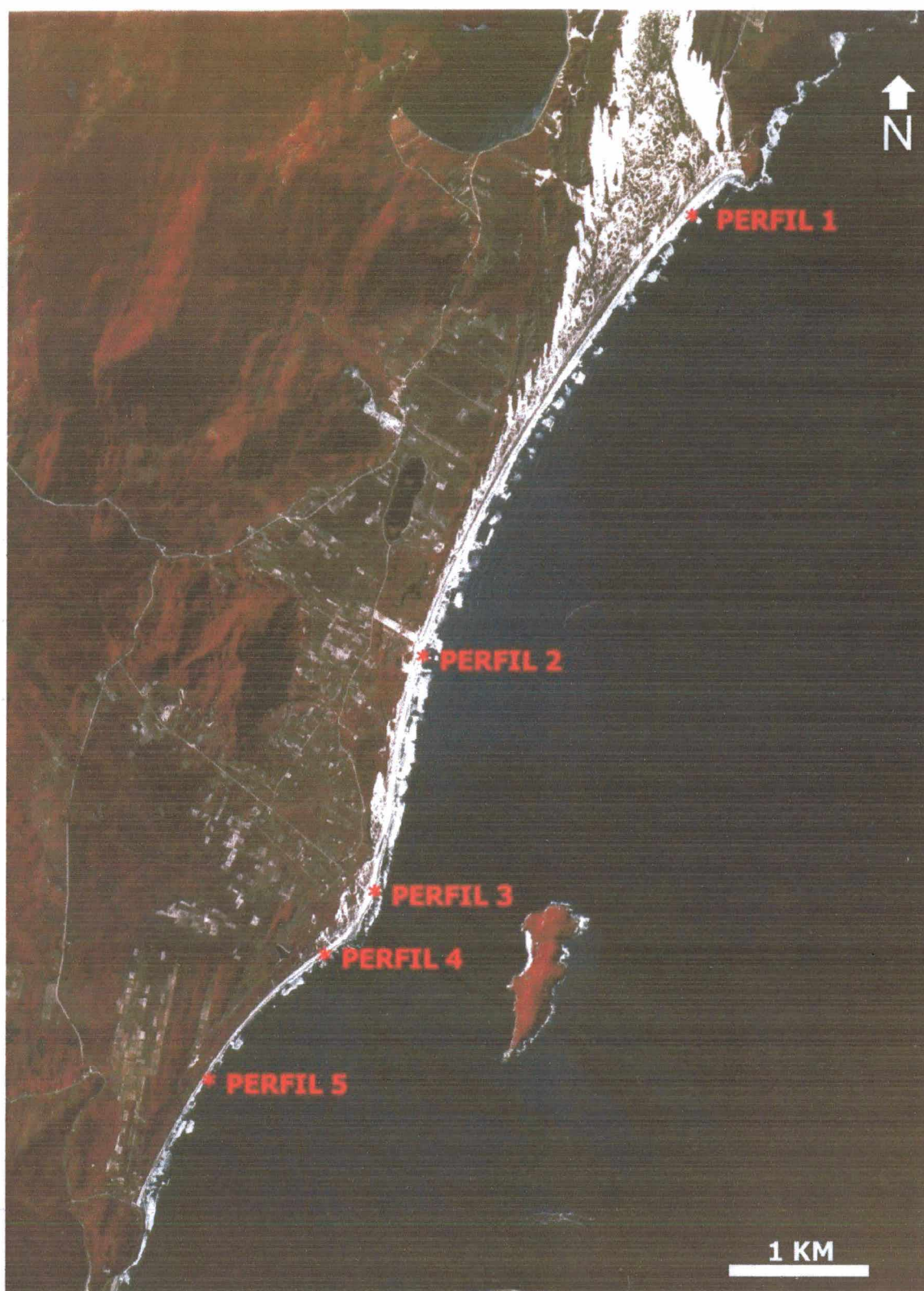


Figura 6: Imagem aérea com a localização dos cinco perfis praias ao longo do sistema praiial Joaquina – Morro das Pedras. Data: 1978

5.3. Obtenção e análise dos dados meteorológicos

Para uma melhor compreensão da influência dos fenômenos meteorológicos sobre o regime de ondas incidentes foram obtidas, via Internet, cartas sinópticas de pressão atmosférica produzidas pela DHN, as quais permitem uma visão resumida dos gradientes de pressão e ventos ao nível de superfície, fornecendo assim meios para analisar o deslocamento, intensidade e duração dos centros de pressão geradores de ventos e conseqüentemente de ondas no oceano Atlântico Sudoeste. Da mesma forma, foram obtidas imagens do satélite GOES (“*Global Observation Satellite*”) fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, as quais permitiram o acompanhamento da propagação e intensificação dos sistemas atmosféricos atuantes.

Junto ao Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina – CLIMERH/SC, foram obtidos dados de pressão atmosférica (médias diárias) e ventos (direção e velocidade), os quais serviram para complementar esta análise. Deve-se ressaltar que os dados meteorológicos fornecidos pelo CLIMERH foram coletados em uma estação meteorológica localizada em São José, município vizinho de Florianópolis.

5.4. Análise granulométrica

Durante os trabalhos de campo foram coletadas em cada perfil praiado monitorado, amostras superficiais de sedimentos nos seguintes subambientes praiados: base da duna frontal, pós-praia, estirâncio superior e estirâncio inferior. Estas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente rotulados e posteriormente foram processadas em laboratório, objetivando a caracterização granulométrica dos perfis e a determinação das variações transversais em cada perfil praiado, bem como paralelamente ao longo de todo sistema praiado Joaquina – Morro das Pedras.

As amostras de sedimentos foram encaminhadas ao Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geociências da UFSC, onde foi efetuada a análise granulométrica. Inicialmente as amostras foram lavadas para a remoção dos sais e secas em estufa. Posteriormente foram quarteadas com um quarteador tipo *Jones*, para obter subamostras representativas, as quais foram peneiradas através de um jogo de peneiras

com intervalos de $\frac{1}{2}$ phi (ϕ). Cabe ressaltar que o carbonato biodetrítico não foi retirado das amostras.

Para a interpretação granulométrica foi utilizada a metodologia proposta por Folk & Ward (1957), utilizando-se o software de computador Sysgran 2.1 (Camargo, 1998), o qual propiciou representar graficamente as amostras através de histogramas de frequência, além de fornecer os seguintes parâmetros da análise estatística: média aritmética (Mz), mediana (Md), desvio padrão (σ) e assimetria (Ski). Durante as 10 campanhas realizadas foram coletadas um total de 190 amostras, 36 no perfil 1, 38 no perfil 2, 39 no perfil 3, 38 no perfil 4 e 38 no perfil 5.

Com o objetivo de determinar a distribuição granulométrica dos sedimentos praias ao longo da costa leste da ilha de Santa Catarina foram coletadas em setembro de 2001 amostras superficiais de sedimentos ao longo do sistema praias Joaquina – Morro das Pedras e nas praias da Galheta e Mole. As amostras foram coletadas no estirâncio superior, estando estas separadas por uma distância máxima de 500m. A análise granulométrica destas amostras seguiu metodologia idêntica à descrita anteriormente. Foi coletado um total de 24 amostras. Estes dados, juntamente com os dados obtidos por Leal (1999) no sistema praias Moçambique - Barra da Lagoa e Abreu de Castilhos (1995) na praia da Armação possibilitaram determinar as variações na distribuição das características granulométricas ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina.

5.5. Classificação morfodinâmica

Com o intuito de estabelecer a classificação morfodinâmica do sistema praias Joaquina – Morro das Pedras foram calculados valores médios do parâmetro adimensional ômega (Ω), desenvolvido inicialmente por Dean (1973) e posteriormente utilizado por Wrigth & Short (1984) para o estabelecimento de uma classificação morfodinâmica para praias arenosas dominadas por ondas e sujeitas a um regime de micromarés:

$$\Omega = \frac{H_b}{W_s \cdot T}$$

Quando $\Omega < 1$ a praia é classificada como reflectiva, quando $\Omega > 6$ a praia é considerada dissipativa, para valores de $1 < \Omega < 6$ a praia é classificada como intermediária.

Foi calculado também o parâmetro dimensionador do surfe (ϵ), proposto por Guza e Inmann (1975):

$$\epsilon = \frac{ab \cdot \omega^2}{g \cdot \text{tg}\beta^2}$$

Quando $\epsilon < 2,5$ há uma alta reflexão da energia das ondas na zona de surfe (praia reflectiva), quando $2 < \epsilon < 20$ ocorre a dissipação da energia das ondas na zona de surfe (praia intermediária) e quando $\epsilon > 20$ ocorre uma alta dissipação da energia das ondas na zona de surfe (praia dissipativa).

Para o cálculo do ω foram utilizados valores médios da altura (H_b) e do período (T) das ondas na zona de arrebentação, os quais foram obtidos visualmente durante os trabalhos de campo. Conhecendo-se o tamanho médio dos grãos na face praial foi possível calcular a velocidade de decantação das partículas sedimentares (W_s), utilizando-se os valores propostos por Baba & Komar (1981). Deve-se ressaltar, que para o cálculo das W_s utilizou-se um valor médio dos valores da média aritmética (M_z) das amostras do estirâncio superior de cada perfil, pois como veremos adiante a análise granulométrica revelou que quase todas amostras obtidas no estirâncio superior dos perfis monitorados são unimodais e por isso o valor da média (M_z) representa bem o tamanho médio dos grãos, já no estirâncio inferior muitas amostras são bi ou polimodais.

Para o cálculo do parâmetro dimensionador do surfe foram utilizados a amplitude média (ab) e a frequência angular média das ondas na zona de arrebentação (ω), sendo $ab = H_b/2$ e $\omega = 2\pi/T$, a aceleração da gravidade ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$). A tangente da declividade da face praial ($\text{tg}\beta$) foi determinada a partir dos valores médios da declividade da face praial (β) obtidos para cada perfil, sendo β determinada a partir dos nivelamentos topográficos dos perfis.

Além do ω e do parâmetro dimensionador do surfe foram calculados os parâmetros morfométricos: y_b (largura média da praia), σ_{yb} (índice de mobilidade da praia) e $CV\%$ (coeficiente de variação da largura da praia), propostos por Short & Hesp (1982), os quais permitem determinar a mobilidade de uma praia, ou seja, a suscetibilidade da praia a deslocamentos perpendiculares a linha de costa. Baixos valores destes índices indicam baixa mobilidade (praias dissipativas e reflectivas), enquanto que altos valores indicam praias móveis, suscetíveis aos processos de erosão e acresção (praias intermediárias). O σ_{yb} é dado pelo desvio padrão da largura média da praia e o $CV\%$ é dado pelo percentual de variação da posição média da largura da praia.

Para uma melhor visualização de padrões de circulação e feições morfológicas no sistema praias Joaquina – Morro das Pedras foram utilizadas fotos aéreas na escala 1: 50.000 do ano de 1978, 1: 25.000 do ano de 1994, 1: 8.000 do ano de 1994 e 1: 15.000 do ano de 1998. Além disso, durante os trabalhos de campo foram feitas observações indicativas do estágio morfodinâmico, tais como:

- Presença de cúspides na face praias;
- Tipo de arrebentação;
- Número de ondas presentes ao mesmo tempo na zona de surfe;
- Largura aproximada da zona de surfe;
- Presença de *rip currents* na zona de surfe.

Tais observações foram bastante úteis e para a classificação morfodinâmica do sistema praias Joaquina – Morro das Pedras. A Tabela 2 apresenta os valores de Ω , do parâmetro dimensionador do surfe, dos parâmetros morfométricos e as características típicas esperadas para cada tipo de praia.

Tabela 2: Parâmetros e características típicas de cada tipo de praia (adaptado de Short, 2000).

Tipo de praia	Reflectiva	Intermediária	Dissipativa
Ω	<1	2 a 5	>6
ϵ	0,1 a 2,5	2,5 a 20	20 a 200
Tipo de arrebentação	ascendente e/ ou mergulhante	mergulhante e/ou deslizante	deslizante
Número de ondas na zona de surfe	1	1 a 3	>3
Correntes de retorno na zona de surfe	ausentes e/ou efêmeras	comuns	raras
β	>4°	2 a 6°	<2°
Cúspides praias	pequenos	mega cúspides	raros
Areias	médias e/ou grossas	finas e/ou médias	finas
σ_b	baixo (<10m)	alto (>10m)	baixo (<10m)
CV%	baixo (<0,1)	moderado (0,1 a 0,5)	alto (>0,5)

6. RESULTADOS

Foram realizadas no sistema praiado Joaquina – Morro das Pedras 10 (dez) campanhas para a coleta de dados, iniciadas em abril de 2000 e finalizadas em março de 2001, dando fechamento a um ciclo anual completo, o que possibilitou a comparação entre dados obtidos em diferentes estações do ano. A Tabela 3 mostra a data em que as campanhas foram realizadas.

Tabela 3: Data de realização das atividades de campo (campanhas).

Campanha	Data
1	25/04/2000
2	30/05/2000
3	03/07/2000
4	04/08/2000
5	20/09/2000
6	30/10/2000
7	02/12/2000
8	23/01/2001
9	20/02/2001
10	31/03/2001

6.1. Dados referentes às observações visuais da dinâmica litorânea

A Tabela 4 apresenta os dados de ondas obtidos visualmente durante as 10 campanhas realizadas. Observa-se que as maiores ondas ocorreram no perfil 1 durante a campanha 2. Nota-se também que o perfil 1 é o que apresentou em média as maiores ondas, seguido dos perfis 5, 2, 4 e 3, respectivamente. Em relação ao período médio das ondas não se nota diferenças muito significativas, estando este entre 8,84 e 9,43 segundos.

Ao analisarmos os dados da Tabela 4, percebe-se que nos perfis 3 e 4 a altura das ondas foi em média menor que 1m, no entanto durante a ocorrência de ondas da direção S as ondas que incidiam no perfil 4 eram maiores que as ondas que incidiam no perfil 3. Isto pôde ser notado durante as campanhas 2 e 6. Por outro lado, durante a ocorrência de ondas da direção E-NE as ondas incidentes no perfil 3 eram maiores que as ondas incidentes no perfil 4. Isto pôde ser notado durante as campanhas 5 e 10.

Estes fatos, aliado à proximidade dos perfis 3 e 4 em relação a ilha do Campeche, sugerem que as ondas incidentes nestes dois perfis são diretamente influenciadas pela presença desta ilha, estando o perfil 3 sujeito à incidência de ondas da direção E-NE, mas protegido das ondas da direção S, enquanto que o perfil 4, ao contrário, está sujeito à incidência de ondas da direção S, mas protegido das ondas da direção E-NE.

Tabela 4: Altura e período das ondas na zona de arrebentação em cada um dos perfis.

Altura (m)					
Perfil	1	2	3	4	5
Campanha 1	1,25	1	0,5	0,75	0,75
Campanha 2	2,5	1,5	1	2	2
Campanha 3	1	1	0,75	0,5	1
Campanha 4	1,5	1	0,5	0,5	1
Campanha 5	1,75	1,5	1,25	0,5	1,5
Campanha 6	1,75	1,25	0,5	1,5	2
Campanha 7	2,0	1,5	1,25	1	2,0
Campanha 8	1	0,75	0,5	0,3	0,75
Campanha 9	0,75	0,5	0,35	0,25	0,5
Campanha 10	1,75	1,25	1	0,5	1
MÉDIA	1,5	1,12	0,75	0,8	1,25
Período (s)					
Campanha 1	8,4	9,4	8,8	9,8	9,3
Campanha 2	9,5	8	11	13	15
Campanha 3	9	9	8,8	6	6
Campanha 4	9	9	11	9	7
Campanha 5	10	9	9	9	9
Campanha 6	11	10	10	11	12
Campanha 7	9,4	9	9,7		10
Campanha 8	7,5	8	8	8,5	8
Campanha 9	7,5	7,5	7,5	0	8
Campanha 10	10	9,5	8	9	10
MÉDIA	9,13	8,84	9,18	9,41	9,43

Legenda: Ondulação SE, Ondulação S, Ondulação E-NE

6.2. Ondas incidentes na praia da Joaquina (dados obtidos via internet)

A Tabela 5 apresenta a distribuição da frequência da direção e altura das ondas incidentes na praia da Joaquina para cada período entre uma campanha e outra, bem como durante todo o período estudado.

Elaborou-se a partir dos dados da Tabela 5 gráficos com a frequência da ocorrência da direção e altura das ondas incidentes na praia da Joaquina para cada período compreendido entre uma campanha e outra (gráficos 1 e 2) e para cada estação do ano (gráficos 3 e 4).

Para a análise sazonal optou-se por considerar o **outono** como sendo o período compreendido entre as campanhas 1 e 3, ou seja, entre 25 de abril e 3 de julho de 2000,

o **inverno** como sendo o período compreendido entre as campanhas 3 e 5, ou seja, entre 3 de julho e 20 de setembro de 2000, a **primavera** como sendo o período compreendido entre as campanhas 5 e 7, ou seja, entre 20 de setembro e 2 de dezembro de 2000 e o **verão** como sendo o período compreendido entre as campanhas 7 e 10, ou seja, entre 2 de dezembro de 2000 e 31 de março de 2001.

Os períodos escolhidos para representar as estações do ano não são aqueles que rigidamente compreenderam cada estação, isto porque as campanhas foram efetuadas aleatoriamente, o que não possibilitou que se desse um fechamento correto entre as estações, no entanto esta divisão permitiu uma boa aproximação para a realização da análise sazonal do clima de ondas.

Tabela 5: Direção e altura das ondas incidentes na praia da Joaquina.

Estação	Outono		Inverno		Primavera		Verão			Ano
Período	25/4/00 a 30/5/00	30/5/00 a 3/7/00	3/7/00 a 4/8/00	4/8/00 a 20/9/00	20/9/00 a 30/10/00	30/10/00 a 02/12/00	2/12/00 a 23/1/01	23/1/01 a 20/2/01	20/2/01 a 31/3/01	Total
Campanha	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	1 a 10
Direção										
S	24,25%	20%	38%	12,50%	10,80%	9,60%	4,55%	9,60%	5,88%	15,02%
SE	72,75%	66,65%	44,80%	67,50%	59,45%	45,20%	50,00%	45,20%	35,30%	54,09%
E-NE	3%	13,35%	17,20%	20%	29,75%	45,20%	45,45%	45,20%	58,82%	30,89%
Altura (m)										
0 - 0,5	46%	50%	44,80%	50%	46%	45,15%	72,73%	45,15%	58,83%	51%
0,5 - 1,0	24%	33,40%	34,50%	37,50%	37,80%	32,25%	20,45%	32,25%	26,47%	31%
>1,0	30%	16,60%	20,70%	12,50%	16,20%	22,60%	6,82%	22,60%	14,70%	18%

Legenda: **outono**, **inverno**, **primavera**, **verão**, **anual**.

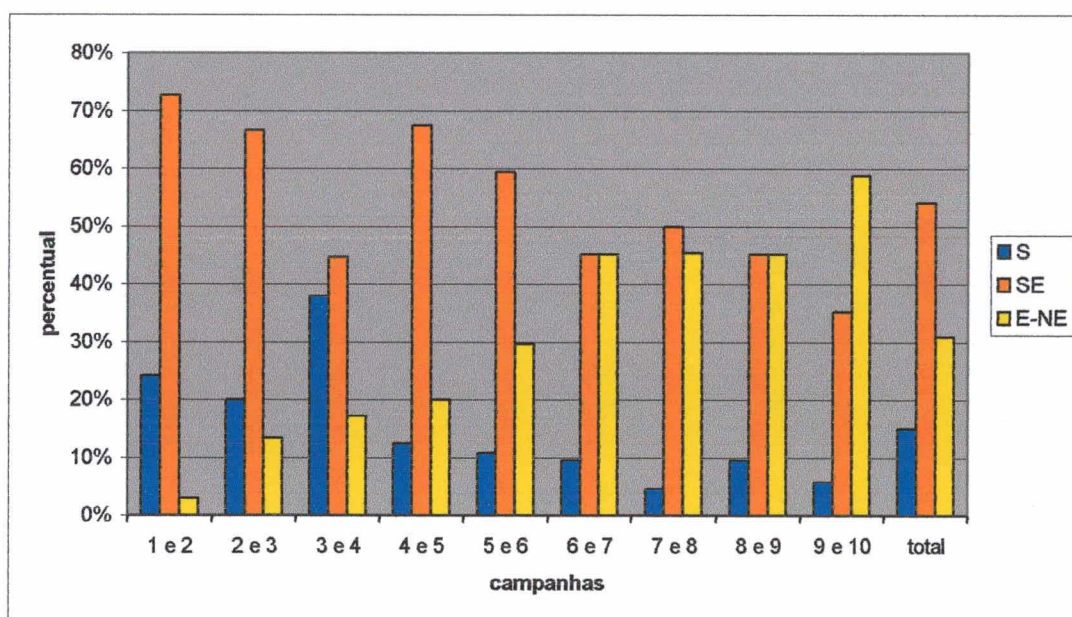


Gráfico 1: Percentual de ocorrência das três principais direções de incidência das ondas.

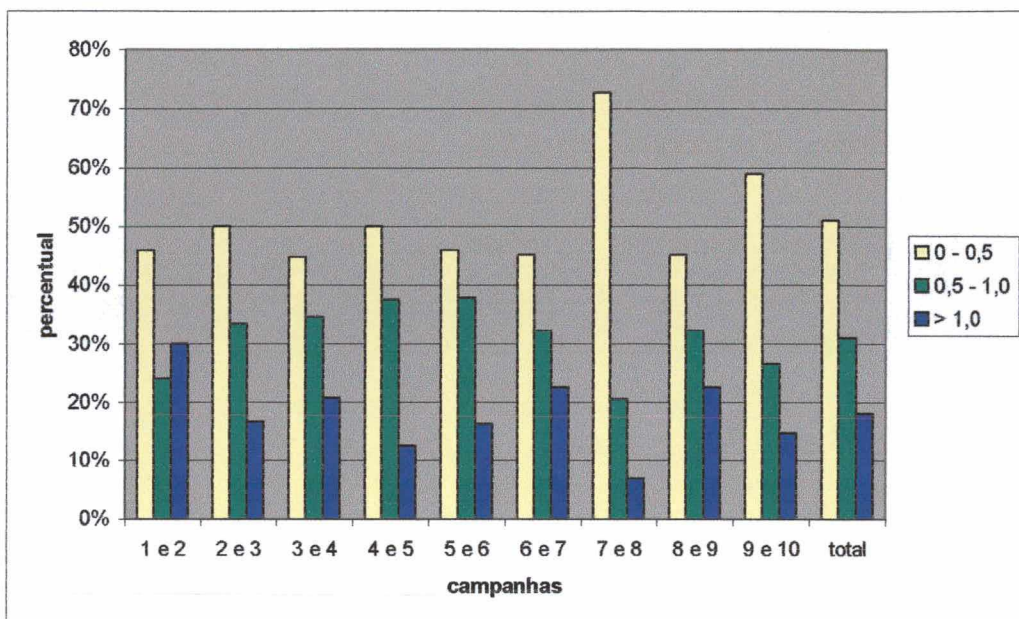


Gráfico 2: Percentual de ocorrência dos três principais intervalos de altura das ondas.

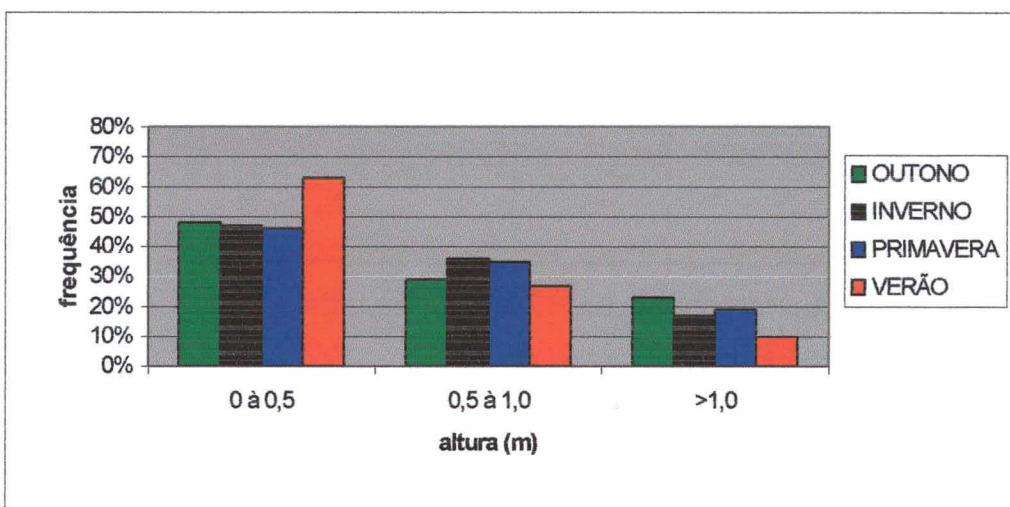


Gráfico 3: Distribuição sazonal da frequência da altura das ondas.

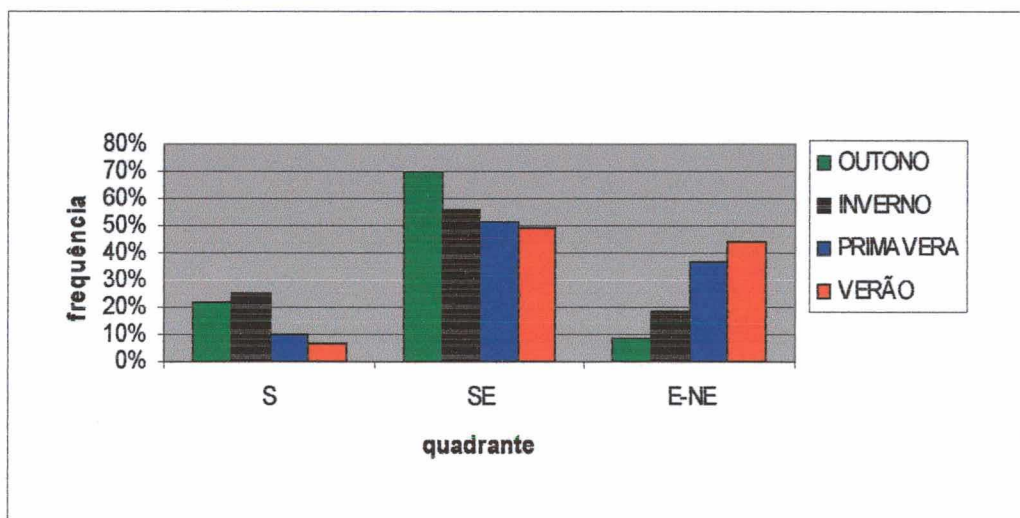


Gráfico 4: Distribuição sazonal da frequência da direção das ondas.

O Gráfico 5 mostra a distribuição da altura das ondas incidentes na praia da Joaquina ao longo de todo o período estudado. Através deste gráfico foi possível analisar quais os dias as ondas tiveram algum incremento em altura. A partir destes dados procurou-se saber qual a direção destas ondas e quais as condições meteorológicas geradoras das mesmas.

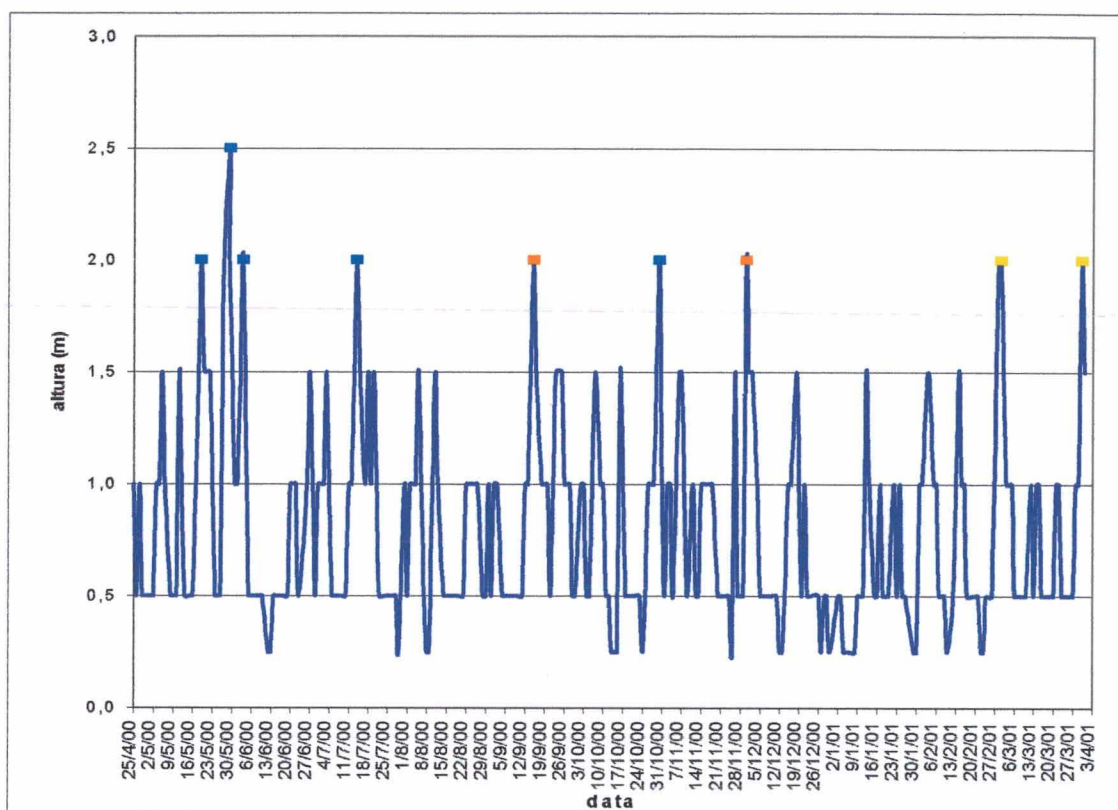


Gráfico 5: Distribuição da altura das ondas incidentes na praia da Joaquina durante o período estudado.

A análise do Gráfico 5 evidencia que durante 8 (oito) ocasiões as ondas incidentes na praia da Joaquina atingiram 2m de altura: 19/05/2000, 03/06/2000, 14/07/2000, 15/09/2000, 30/10/2000, 30/11/2000, 01/03/2001 e 30/03/2001, sendo que em apenas uma ocasião as ondas atingiram mais de 2,0m de altura, tal fato se deu em 28/05/2000 quando as ondas atingiram 2,5m de altura.

Em 5 (cinco) destas ocasiões as ondas provinham da direção S: 19/05/2000, 28/05/2000, 03/06/2000, 14/07/2000 e 30/10/2000. Em duas ocasiões as ondas provinham da direção SE: 15/09/2000 e 30/11/2000 e em duas ocasiões as ondas provinham da direção E-NE: 01/03/2001 e 30/03/2001. Dos 9 (nove) eventos de maior energia de ondas, 6 (seis) ocorreram no outono e inverno, todos associados a ondas das direções S e SE.

Pode-se concluir a partir da análise da Tabela 5 e do Gráfico 2 que durante todo o período estudado as ondas mais frequentes foram as da direção SE (54,09%), seguidas das ondas de E-NE (30,89%) e as da direção S (15,02%). O intervalo de altura de maior frequência foi o de ondas entre 0 e 0,5 metros (51%), seguido das ondas entre 0,5 e 1,0 metros (31%) e das ondas > 1,0 metros (18%).

O período de maior energia de ondas foi entre as campanhas 1 e 2 (outono), o qual apresentou 30% de ondas maiores que 1,0m, este foi também o período em que ocorreram as maiores ondas (2,5m no dia 28/05/2000). Cabe lembrar que durante este período a frequência de ondas da direção E-NE foi a menor observada (3% apenas) o que mostra a influência das ondas das direções S e SE na altura das ondas. O período de menor energia foi entre as campanhas 7 e 8 (verão), quando somente 6,82% das ondas foram maiores que 1,0m, sendo que 72,73% das ondas apresentaram altura ente 0 e 0,5m.

A partir dos gráficos 3 e 4 foi possível analisar o comportamento sazonal das ondas incidentes na praia da Joaquina. A análise do Gráfico 3 revela que a estação de menor energia de ondas foi o verão, o qual apresentou mais de 60% das ondas entre 0 e 0,5m de altura, enquanto que nas outras estações a frequência de ondas entre 0 e 0,5m variou entre 45 e 50%. Além disso, durante o verão a incidência de ondas maiores que 1m foi a menor de todas as estações (menos de 10%). O outono foi a estação que apresentou a maior energia de ondas, com mais de 20% de ondas maiores que 1m.

A análise do Gráfico 4 revela que a primavera e o verão foram as estações que apresentaram a maior incidência de ondas da direção E-NE, com 37% e 44% respectivamente. O outono e o inverno foram as estações que apresentaram a maior incidência de ondas da direção S com mais de 20% das ondas vindas desta direção. Foi também no outono e inverno que se observou a maior incidência de ondas da direção SE com 70% no outono e quase 60% no inverno.

Podemos concluir que durante o período estudado mais da metade das ondas incidentes na praia da Joaquina provinham da direção SE. Tal comportamento já era esperado tendo em vista que o litoral sul do Brasil é dominado por ondas da direção SE, geradas pelos ventos da zona tempestuosa subpolar do Atlântico Sul (Villwock, 1994).

O outono e o inverno foram as estações que tiveram a maior energia de ondas associada, com a ocorrência de 6 dos 9 eventos de maior energia de ondas, a maior incidência das ondas das direções S e SE e quando incidiram as maiores ondas (dia 28/05/2000). A primavera e principalmente o verão caracterizaram-se pela grande

incidência de ondas da direção E-NE e por uma baixa energia de ondas associada. Esta situação também já era esperada tendo em vista que no sul do Brasil o outono e inverno tendem a ser as estações de maior energia de ondas devido a maior intensidade e frequência de tempestades costeiras.

6.3. Condicionantes atmosféricas

A análise do Gráfico 5 revelou que o dia 28/05/2000 foi quando incidiram as maiores ondas na praia da Joaquina durante todo o período monitorado. Estas ondas provinham da direção S e atuaram entre os dias 27 e 30 de maio de 2000 no litoral da ilha da Santa Catarina, tendo a altura das ondas variado entre 1,5 e 2,5m durante estes dias. Situação distinta ocorreu entre os dias 14 e 16 de setembro de 2000 quando ondas oriundas de SE atingiram o litoral da ilha com alturas que variaram entre 1,5 e 2,0m. Outra situação bastante interessante ocorreu entre os dias 30 e 31 de março de 2001, quando ondas vindas de E-NE, conhecidas na região como lestadas, incidiram no litoral da ilha de Santa Catarina e chegaram a atingir 2,0m de altura na praia da Joaquina.

De modo a ilustrar as condicionantes meteorológicas geradoras destas três situações diferentes efetuou-se uma análise das cartas sinópticas produzidas pela DHN, das imagens do satélite GOES fornecidas pelo INPE e dos dados de ventos (direção e velocidade) fornecidos pelo CLIMERH durante tais eventos.

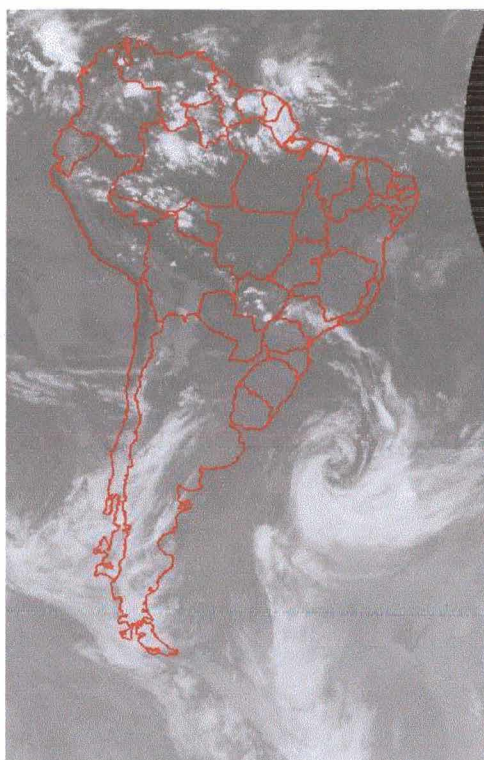
6.3.1. O evento ocorrido entre os dias 27 e 30 de maio de 2000

A análise dos dados mostra que no dia 25/05/2000 ocorreu a propagação de um sistema frontal sobre a região Sul do Brasil. Esta frente deslocou-se rapidamente para o oceano, entrou em ciclogênese no dia 26/05/2000 e formou um ciclone extratropical (Figura 7). Neste mesmo dia houve a penetração de uma massa de ar polar sobre o continente, a qual propagou-se lentamente sobre o Estado de Santa Catarina até o dia 28/05/2000. Entre os dias 26 e 28 de maio de 2000 o ciclone permaneceu praticamente estacionado sobre o oceano (Figura 8) e a massa de ar polar permaneceu sobre o continente gerando gradientes de pressão entre os centros de pressão em torno de 40MB (Figura 9), propiciando a geração de fortes ventos do quadrante S (Tabela 6) que causaram o incremento significativo da altura ondas, causando uma forte ressaca no

litoral catarinense entre os dias 27 e 30 de maio de 2000, quando as ondas chegaram a atingir 2,5m de altura na praia da Joaquina.

Tabela 6: Direção e velocidade dos ventos entre os dias 25 e 28 de maio de 2000. Notar que a maior velocidade medida foi no dia 26/05/2000 às 15:00hs, quando ventos de S atingiram 18m/s.

Data	Hora	Direção	Velocidade (m/ s)
25/05/00	09:00	NW	2,1
25/05/00	15:00	N	3,3
25/05/00	21:00	N	4,1
26/05/00	09:00	NW	1,3
26/05/00	15:00	S	18
26/05/00	21:00	SW	1
27/05/00	09:00	NW	0,5
27/05/00	15:00	SE	3
27/05/00	21:00	SW	0,7
28/05/00	09:00	NW	0,7
28/05/00	15:00	S	1,1
28/05/00	21:00	NW	0,3



MetSat CPTEC/INPE - GOES8
26/05/00 21Z - canal 4

Figura 7: Imagem do satélite GOES do dia 26/05/2000. Notar a presença de um ciclone sobre o oceano próximo ao litoral sul do Brasil. Fonte: INPE



Figura 8: Imagem do satélite GOES do dia 27/05/2000 mostrando em detalhe a presença de um ciclone sobre o oceano em frente ao Uruguai, bem próximo ao litoral sul do Brasil. Fonte: CLIMERH - SC

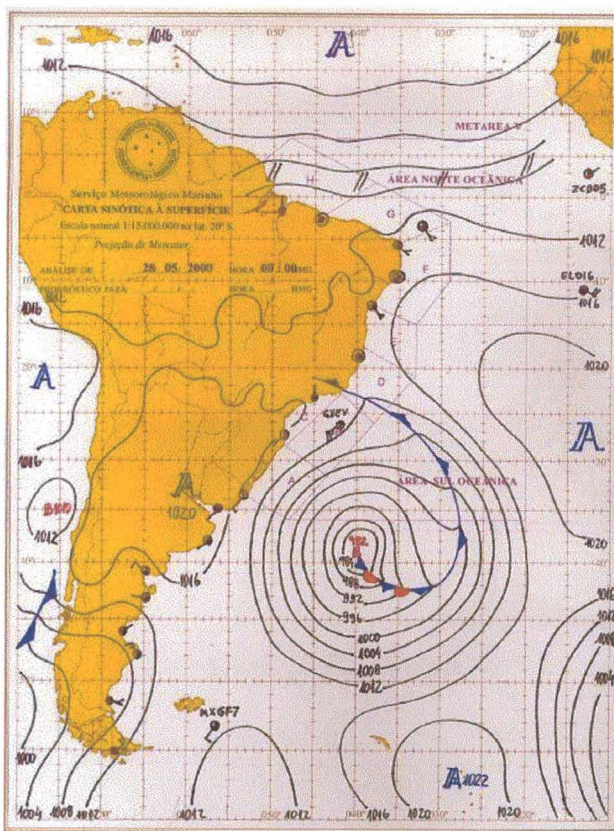


Figura 9: Carta sinóptica do dia 27/05/2000. Notar o gradiente de pressão entre o centro de alta pressão (1020 MB) localizado sobre SC e o centro de baixa pressão (982 MB) sobre o oceano. Fonte: DHN

6.3.2. O evento ocorrido entre os dias 14 e 16 de setembro de 2000

A análise das condições meteorológicas mostra que no dia 12/09/2000 um sistema frontal propagou-se sobre o Estado de Santa Catarina (figuras 10 e 11). Este sistema atuava sobre o oceano até o litoral da Argentina, neste mesmo dia um centro de alta pressão atuava ao norte do litoral de Santa Catarina. Esta situação criou uma enorme pista de ventos S-SE (Tabela 7 e Figura 12) que propiciaram a geração de ondas de SE, as quais atingiram a ilha de Santa Catarina nos dias 14 e 16 de setembro de 2000, apresentando até 2,0 metros de altura na praia da Joaquina.

Tabela 7: Direção e velocidade dos ventos entre os dias 13 e 16 de setembro de 2000. Notar que a maior velocidade medida foi no dia 13/09/2000 às 15:00hs quando ventos da direção S atingiram 12m/s.

Data	Hora	Direção	Velocidade (m/s)
13/09/00	09:00	S	5
13/09/00	15:00	S	12
13/09/00	21:00	S	9
14/09/00	09:00	Sem dados	Sem dados
14/09/00	15:00	Sem dados	Sem dados
14/09/00	21:00	N	1
15/09/00	09:00	S	3
15/09/00	15:00	S	3
15/09/00	21:00	S	5
16/09/00	09:00	S	6
16/09/00	15:00	SW	5
16/09/00	21:00	S	2

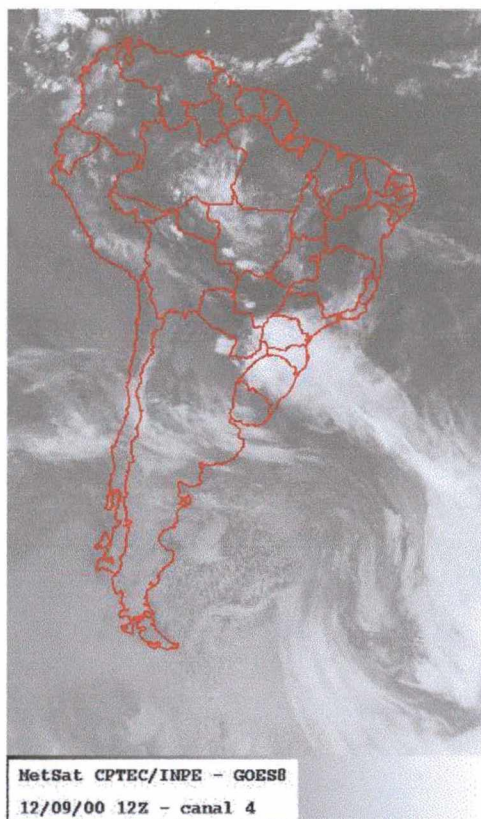


Figura 10: Imagem do satélite GOES do dia 12/09/2000. Notar a presença de um sistema frontal sobre os estados do sul do Brasil. Fonte: INPE

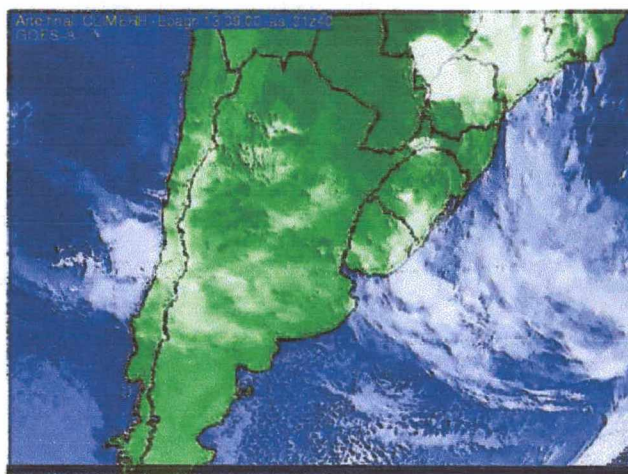


Figura 11: Imagem do satélite GOES do dia 12/09/2000, mostrando em detalhe a presença de um sistema frontal sobre o sul do Brasil. Fonte: CLIMERH - SC

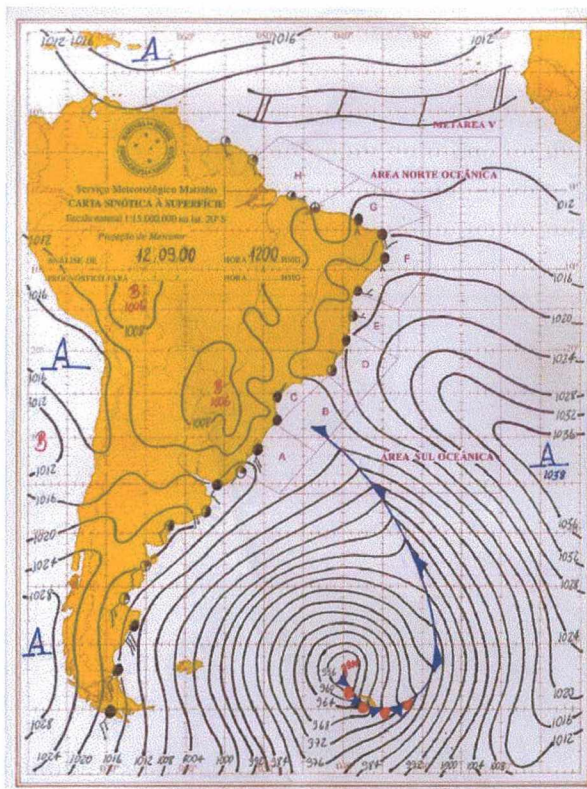


Figura 12: Carta sinóptica do dia 12/09/2000, mostrando um centro de alta pressão sobre o oceano ao norte de SC e um centro de baixa pressão sobre o oceano em frente ao litoral da Argentina. Notar a enorme pista de ventos de S-SE gerada durante esta situação. Fonte: DHN

6.3.3. O evento ocorrido entre os dias 30 e 31 de março de 2001

A análise das condições meteorológicas mostra que no dia 27/03/2001 um sistema frontal atingiu o Estado de Santa Catarina (Figura 13). Este sistema deslocou-se pela faixa litorânea dos estados da região Sul e no dia 28/03/2001 já havia se deslocado para o oceano (Figura 14). Neste mesmo dia uma massa de ar polar atuava sobre o oceano em frente ao litoral da Argentina e sobre a região Sul, enquanto que o restante do Brasil estava encoberto por diversos centros de baixa de pressão (Figura 15).

O sistema frontal (centro de baixa) que se deslocou para o oceano interagiu com o centro de alta em frente ao litoral argentino gerando um gradiente de pressão entorno de 20 MB entre os centros (Figura 15), propiciando a geração de ventos N-NE (Tabela 8), os quais geraram ondas de E-NE que atingiram a ilha de Santa Catarina nos dias 30 e 31 de março de 2001, apresentando até 2,0 metros de altura na praia da Joaquina.

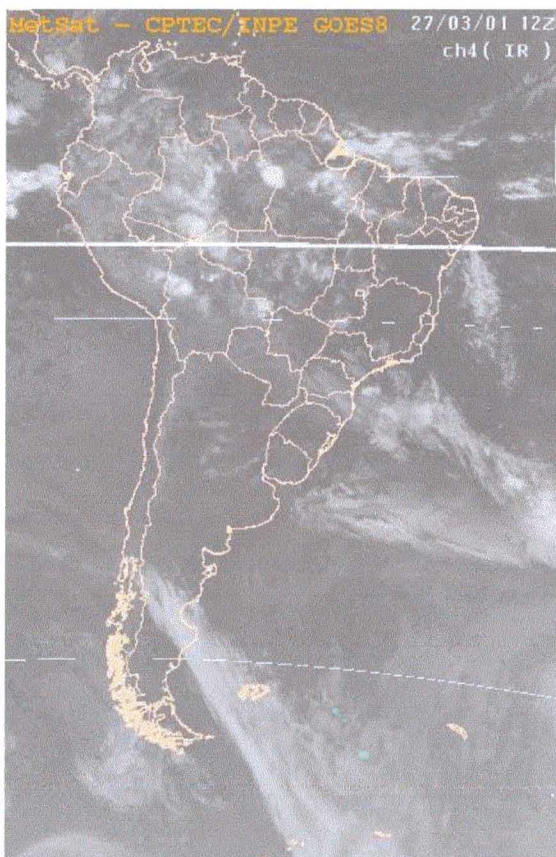


Figura 13: Imagem do satélite GOES do dia 27/03/2001. Notar a presença de um sistema frontal sobre o Estado de Santa Catarina. Fonte: INPE

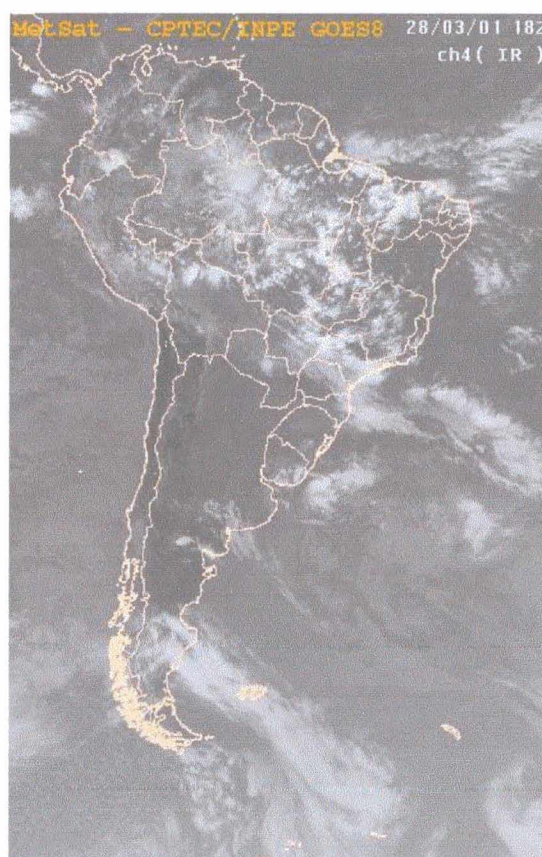


Figura 14: Imagem do satélite GOES do dia 28/03/2001, mostrando que o sistema frontal deslocou-se para o oceano. Notar a presença de uma alta nebulosidade sobre quase todo o Brasil. Fonte: INPE

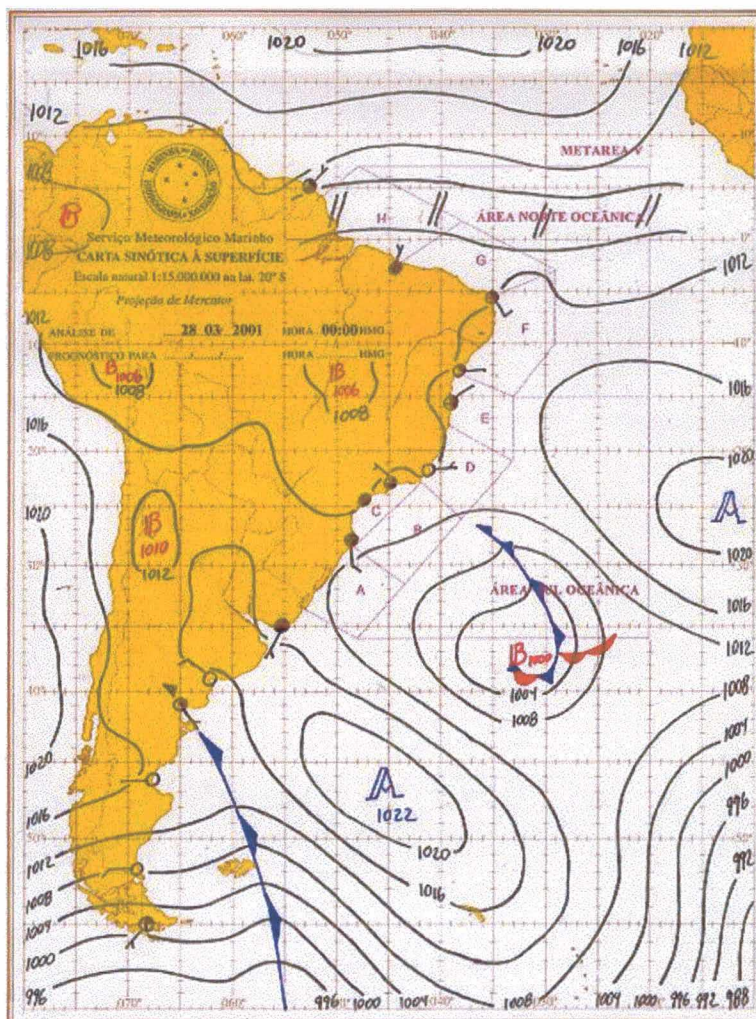


Figura 15: Carta sinóptica do dia 28/03/2001, mostrando um centro de alta pressão sobre o oceano em frente ao litoral da Argentina um centro de baixa sobre o oceano em frente ao sul e sudeste do Brasil. Fonte: DHN

Tabela 8: Direção e velocidade dos ventos entre os dias 30 e 31 de março de 2001. Notar que a maior velocidade medida foi no dia 31/03/2001 às 15:00hs, quando ventos de N atingiram 5,3m/s.

Data	Hora	Direção	Velocidade (m/s)
30/03/01	09:00	SE	1,5
30/03/01	15:00	NE	2,8
30/03/01	21:00	NW	0,7
31/03/01	09:00	NW	1,5
31/03/01	15:00	N	5,3
31/03/01	21:00	NW	0,3

6.3.4. As condições atmosféricas e o regime de ondas na praia da Joaquina

Esta análise tentou exemplificar as situações atmosféricas associadas aos três principais direções de incidência de ondas que ocorrem no litoral da ilha de Santa Catarina.

No evento utilizado para exemplificar as condições atmosféricas geradoras das ondas de tempestade provenientes da direção S o centro de geração (que neste caso foi um ciclone extratropical) atuou próximo ao litoral de Santa Catarina, mas no evento utilizado para exemplificar as condições atmosféricas geradoras das ondas de tempestade provenientes da direção SE o centro de geração encontrava-se afastado do litoral catarinense.

Tozzi & Calliari (2000), estudaram durante cinco anos os efeitos das tempestades costeiras sobre o estoque de sedimentos na praia do Cassino, Rio Grande do Sul. Os autores verificaram que as ondas de tempestade da direção S são geradas quando o centro de geração atua mais próximo da costa do que durante a geração de ondas de tempestade da direção SE. Tal fato também foi evidenciado no presente estudo, como pode se verificar nos itens 6.3.1 e 6.3.2. Como o tamanho das ondas geradas depende da distância do centro de geração da zona costeira, as ondas geradas no evento ocorrido entre os dias 27 e 30 de maio de 2000 (com centro de geração próximo à costa) foram maiores do que no evento ocorrido entre os dias 14 e 16 de setembro de 2000 (com centro de geração afastado da costa).

No evento utilizado para exemplificar as condições atmosféricas geradoras das lestadadas havia a combinação de um centro de alta pressão atmosférica atuando próximo ao litoral argentino e alguns centros de baixa pressão atuando sobre o sul e sudeste do Brasil.

Segundo Schettini & Trucollo (2000), as condições atmosféricas ideais para a geração das lestadadas no litoral catarinense é a combinação de um centro de alta pressão atmosférica sobre o oceano ao sul da região e um centro de baixa pressão sobre o continente ao norte. No evento utilizado para exemplificar as condições atmosféricas geradoras das lestadadas observou-se uma situação bastante semelhante. Embora durante esta ocasião o centro de baixa pressão responsável pela geração das lestadadas estivesse localizado sobre o oceano havia uma interação com outros centros de baixa que atuavam sobre o continente durante esta ocasião (Figura 15).

O poder de erosão das tempestades costeiras está relacionado com a duração, intensidade e localização do centro de geração da tempestade, enquanto que o dano costeiro relaciona-se com a exposição, orientação e as características dos sistemas praias (Tozzi & Calliari, 2000). Como veremos adiante, diferenças no grau de exposição dos perfis praias monitorados ao longo do sistema praias Joaquina – Morro das Pedras imprimiram diferentes comportamentos durante a atuação das tempestades costeiras no litoral da ilha de Santa Catarina.

6.4. Morfologia praias

A seguir serão apresentados os dados obtidos a partir dos levantamentos topográficos realizados em cada um dos cinco perfis monitorados ao longo do sistema praias Joaquina – Morro das Pedras durante as dez campanhas realizadas.

Para uma análise mais detalhada das principais variações morfológicas dos perfis praias ao longo do período monitorado elaborou-se tabelas com as variações no volume subaéreo de sedimentos e na largura da praia para cada perfil. Foram elaborados também, gráficos com todos os levantamentos topográficos realizados em cada perfil e gráficos comparativos entre o máximo erosivo e o máximo acrescivo para cada um dos perfis. A fim de se determinar as variações sazonais no estoque de sedimentos elaborou-se um gráfico com o volume acumulado de sedimentos durante outono-inverno e durante primavera-verão.

6.4.1. Perfil 1

A Tabela 9 mostra as variações no volume subaéreo de sedimentos (acima do datum adotado) e na largura da praia ocorridas no perfil 1. A análise da Tabela 9 revela que neste perfil ocorreram significativas variações na largura da praia (de 56,77 a 102,31m), por isso o avanço de apenas 8,6m da linha de costa no balanço final pode ser considerado habitual. Moderadas quantidades de sedimentos foram remobilizadas durante os períodos erosivos e acrescivos. O acúmulo de $30,69\text{m}^3/\text{m}$ de sedimentos no balanço final é considerado habitual, principalmente depois do verão quando a menor energia de ondas propicia acrescção de sedimentos.

O Gráfico 6 mostra uma comparação entre o máximo erosivo e o máximo acrescivo e o Gráfico 6.1 ilustra todos os levantamentos realizados no perfil 1. A

análise do Gráfico 6 evidencia que o período de maior acreção de sedimentos foi observado em 20/09/2000. Foi também nesta ocasião que a largura da praia apresentou seu valor máximo (102,31m). O período mais erosivo foi observado durante a campanha 2, realizada em 30/05/2000. Foi neste período que a praia esteve mais curta (56,77m).

Tabela 9: Variações no estoque de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 1 durante o período estudado.

Campanha	Data	Variação de volume (m ³ /m)	Largura da praia (m)	Variação na largura da praia (m)
1	25/04/2000	0	79,94	0
2	30/05/2000	-18,15	56,77	-23,17
3	03/07/2000	23,6	71,18	14,41
4	04/08/2000	-16,24	66,71	-4,48
5	20/09/2000	65,74	102,31	35,61
6	30/10/2000	-33,24	76,28	-26,03
7	02/12/2000	3,13	90,88	14,59
8	23/01/20001	7,17	91,6	0,73
9	20/02/2001	-17,62	78,57	-13,03
10	31/03/2001	16,3	88,54	9,97
	Total	30,69		8,6

Legenda: erosão e diminuição da largura da praia, deposição e aumento da largura da praia.

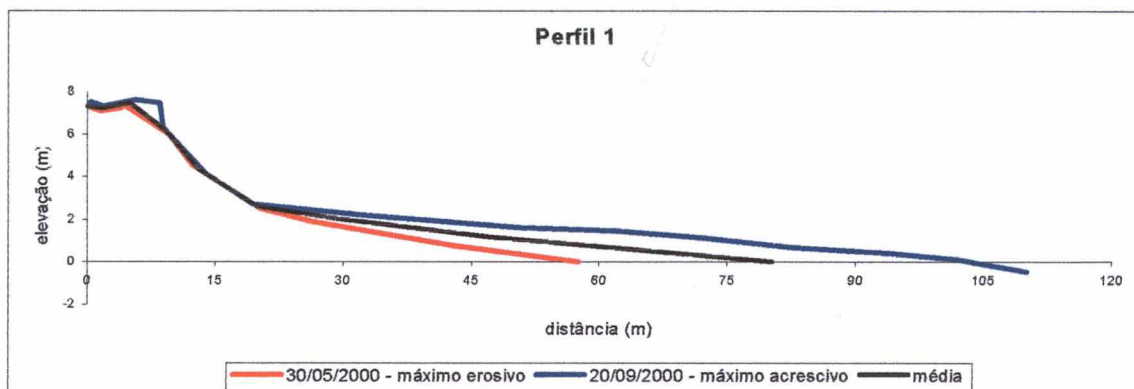


Gráfico 6: Máximo erosivo versus máximo acrescivo - perfil 1.

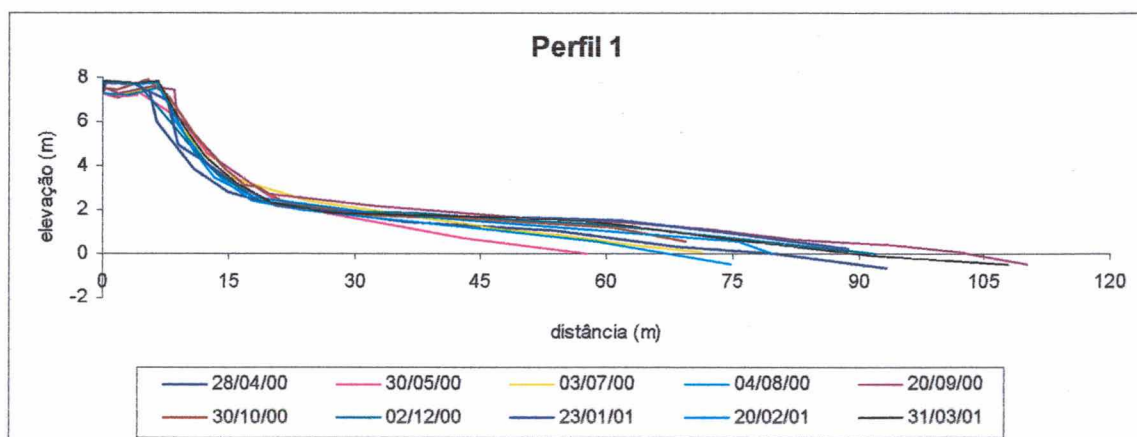


Gráfico 6.1: Levantamentos topográficos realizados no perfil 1.

6.4.2. Perfil 2

A Tabela 10 mostra as variações no volume subaéreo de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 2. A análise dos dados da Tabela 10 mostra que durante o período monitorado o perfil 2 sofreu um déficit de $-1,15\text{m}^3/\text{m}$ de sedimentos e a linha de costa recuou $-3,25\text{m}$. Ao longo do período estudado o perfil 2 apresentou inexpressivas variações na largura da praia (de $42,73$ à $58,56\text{m}$) e quantidades insignificantes de sedimentos foram remobilizadas durante os períodos erosivos e acrescivos, indicando uma baixa mobilidade deste perfil durante todo o período estudado.

O Gráfico 7 apresenta uma comparação entre o máximo erosivo e o máximo acrescivo ocorridos no perfil 2 e o Gráfico 7.1 ilustra todos os levantamentos realizados neste perfil.

Tabela 10: Variações no estoque de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 2 durante o período estudado.

Campanha	Data	Variação de volume (m^3/m)	Largura da praia (m)	Variação na largura da praia (m)
1	25/04/2000	0	52,76	0
2	30/05/2000	4,14	58,56	5,79
3	03/07/2000	-1,85	45,82	-12,74
4	04/08/2000	-1,67	49,56	3,74
5	20/09/2000	-0,52	45,21	-4,34
6	30/10/2000	11,69	57,4	12,19
7	02/12/2000	-8,49	46,12	-11,28
8	23/01/20001	-4,13	44,57	-1,55
9	20/02/2001	1,04	42,73	-1,85
10	31/03/2001	-1,36	49,52	6,79
	Total	-1,15		-3,25

Legenda: **erosão e diminuição da largura da praia**, deposição e aumento da largura da praia.

A análise do Gráfico 7 evidencia que o período de maior acresção de sedimentos no perfil 2 foi observado em 30/10/2000. Embora esta não tenha sido a ocasião em que a praia apresentou a sua largura máxima, esta, estava com $57,4\text{m}$, quase chegando ao máximo observado ($58,56\text{m}$). O período mais erosivo foi observado em 20/09/2000, mesmo que esta não tenha sido a ocasião em que a praia apresentou a sua largura mínima, esta, estava com apenas $45,21\text{m}$, valor bem próximo ao mínimo observado ($42,73\text{m}$).

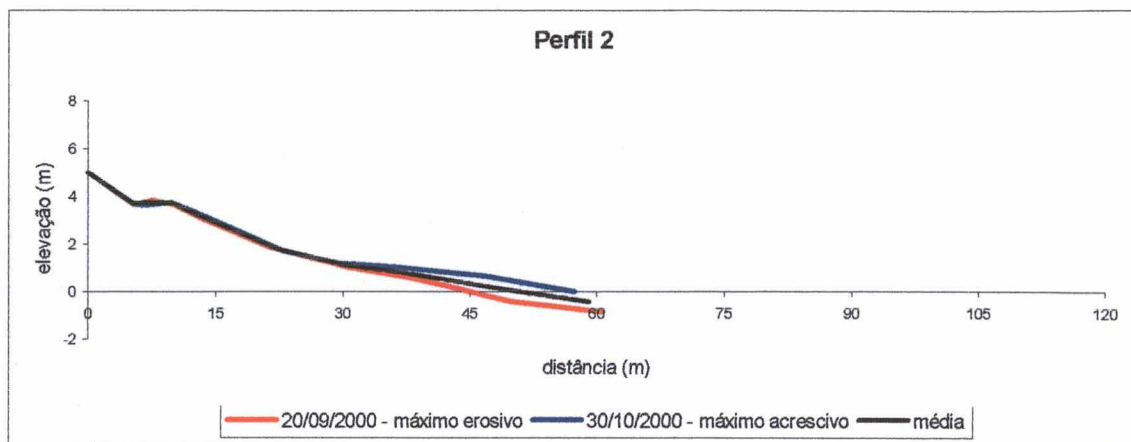


Gráfico 7: Máximo erosivo versus máximo acrescivo - perfil 2.

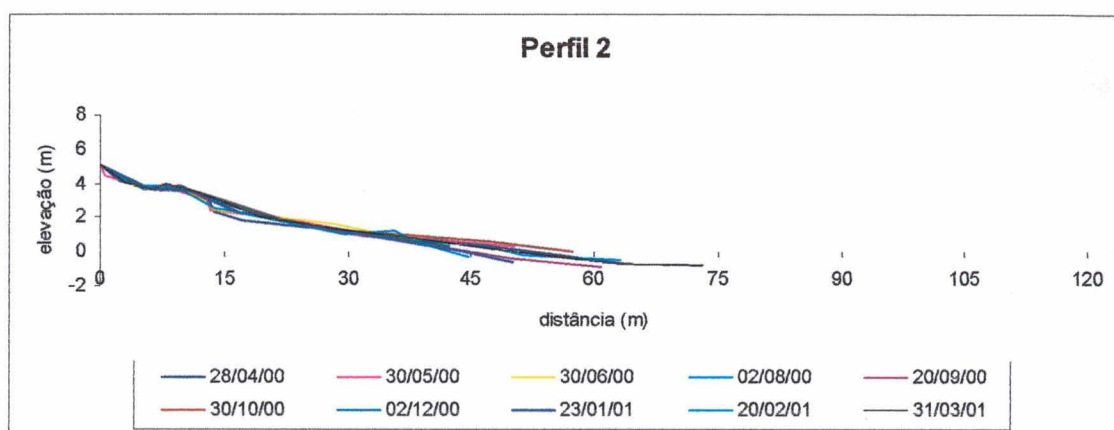


Gráfico 7.1: Levantamentos topográficos realizados no perfil 2.

6.4.3. Perfil 3

A Tabela 11 mostra as variações no volume subaéreo de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 3. A análise da Tabela 11 revela que durante o período monitorado o perfil 3 acumulou $18,82\text{m}^3/\text{m}$ de sedimentos e a linha de costa avançou $10,97\text{m}$. As variações na largura da praia (de $30,87$ a $56,11\text{m}$) e no volume de sedimentos não foram elevadas, mas considerando-se a pequena largura deste perfil pode-se afirmar que as alterações no estoque de sedimentos e na largura da praia foram significativas, entretanto o acúmulo de $18,82\text{m}^3/\text{m}$ de sedimentos e o avanço de $10,97\text{m}$ da linha de costa no balanço final não foram tão significantes e podem ser considerados habituais.

O Gráfico 8 apresenta uma comparação entre o máximo erosivo e o máximo acrescivo no perfil 3 e o Gráfico 8.1 ilustra os levantamentos topográficos efetuados neste perfil. A análise do Gráfico 8 evidencia que período de maior acreção de

sedimentos ocorreu em 20/02/2001. Foi também nesta esta ocasião que a praia apresentou a máxima largura (56,11m). O período mais erosivo foi observado em 20/09/2000, durante esta ocasião a praia estava bastante curta (31,87m), bem próximo ao valor mínimo encontrado (30,87m).

Tabela 11: Variações no estoque de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 3 durante o período estudado.

Campanha	Data	Variação de volume (m ³ /m)	Largura da praia (m)	Variação na largura da praia (m)
1	25/04/2000	0	37,22	0
2	30/05/2000	2,74	39,28	2,05
3	03/07/2000	-3,31	30,87	-8,41
4	04/08/2000	9,63	54,78	23,91
5	20/09/2000	-6,69	31,87	-22,9
6	30/10/2000	19,72	56,06	24,19
7	02/12/2000	-2,08	52,43	-3,64
8	23/01/20001	8,65	55,87	3,44
9	20/02/2001	1,03	56,11	0,24
10	31/03/2001	-10,87	48,2	-7,91
	Total	18,82		10,97

Legenda: **erosão e diminuição da largura da praia**, deposição e aumento da largura da praia.

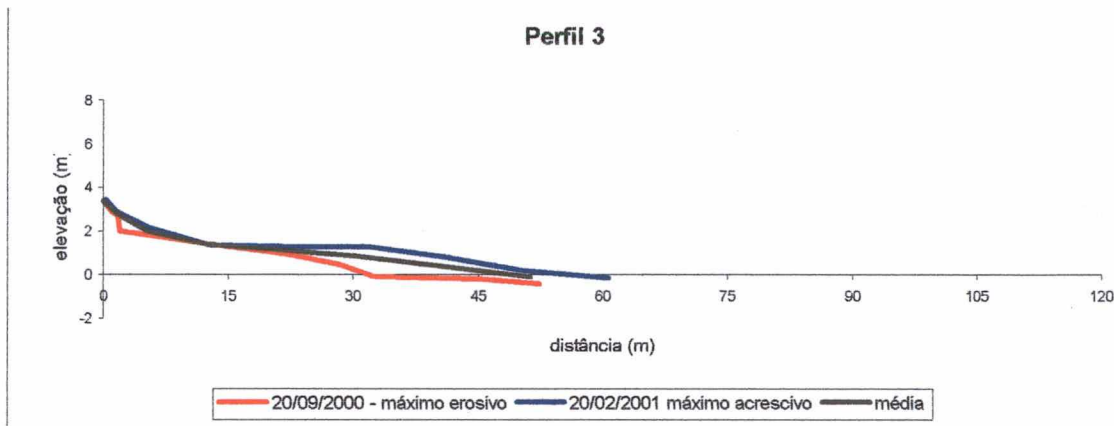


Gráfico 8: Máximo erosivo versus máximo acrescivo - perfil 3.

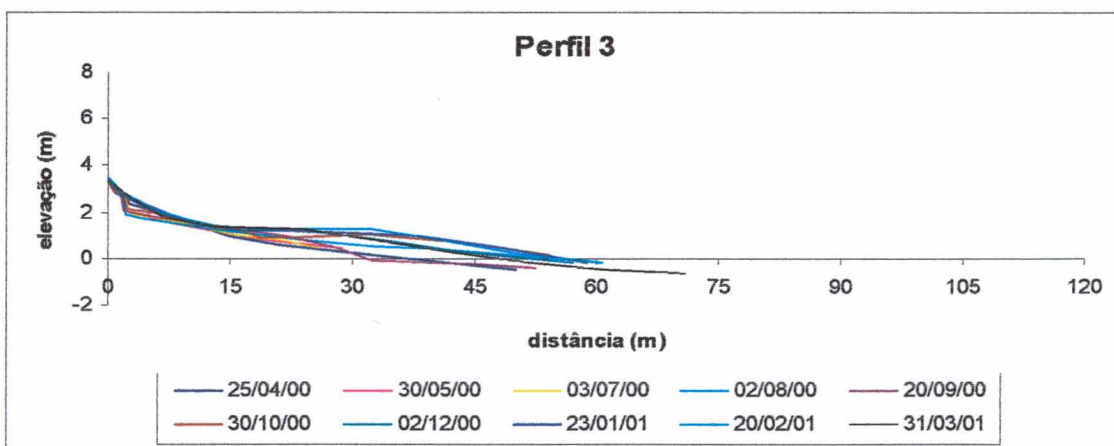


Gráfico 8.1: Levantamentos topográficos realizados no perfil 3.

6.4.4. Perfil 4

A Tabela 12 mostra as variações no volume subaéreo de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 4. A análise dos dados da Tabela 12 mostra que durante o período monitorado o perfil 4 sofreu um déficit de $-11,75\text{m}^3/\text{m}$ de sedimentos e a linha de costa recuou $-11,98\text{m}$. Ao longo do período estudado o perfil 4 apresentou grandes variações na largura da praia (de 50,9 à 110,35m) e acentuados volumes de sedimentos foram remobilizados durante os períodos erosivos e acrescivos.

O déficit no volume de sedimentos e o recuo da linha de costa no balanço final não devem ser interpretados como uma tendência erosiva deste perfil, visto que o mesmo apresenta uma grande mobilidade.

Tabela 12: Variações no estoque de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 4 durante o período estudado.

Campanha	Data	Variação de volume (m^3/m)	Largura da praia (m)	Variação na largura da praia (m)
1	25/04/2000	0	110,35	0
2	30/05/2000	-49,1	50,9	-59,45
3	03/07/2000	13,6	72,21	21,31
4	04/08/2000	-15,33	54,68	-17,53
5	20/09/2000	22,22	102,16	47,47
6	30/10/2000	7,87	89,44	-12,72
7	02/12/2000	-0,51	87,95	-1,49
8	23/01/20001	16,29	106,46	18,51
9	20/02/2001	-0,62	98,06	-8,4
10	31/03/2001	-6,17	98,39	0,32
Total		-11,75		-11,98

Legenda: **erosão e diminuição da largura da praia**, deposição e aumento da largura da praia.

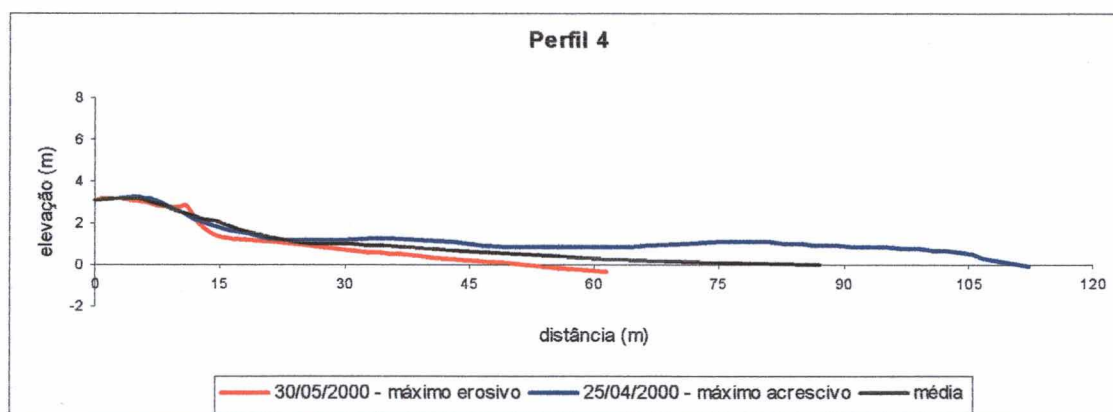


Gráfico 9: Máximo erosivo versus máximo acrescivo - perfil 4.

A análise do Gráfico 9 evidencia que o período mais acrescivo foi observado na primeira campanha, realizada no dia 25/04/2000. Esta foi também a ocasião em que a praia apresentou a largura máxima (110,35m). O período mais erosivo foi observado na campanha seguinte, realizada no dia 30/05/2000, ocasião em que a praia esteve mais curta (50,9m). O Gráfico 9.1 apresenta todos os levantamentos topográficos realizados no perfil 4 durante o período estudado.

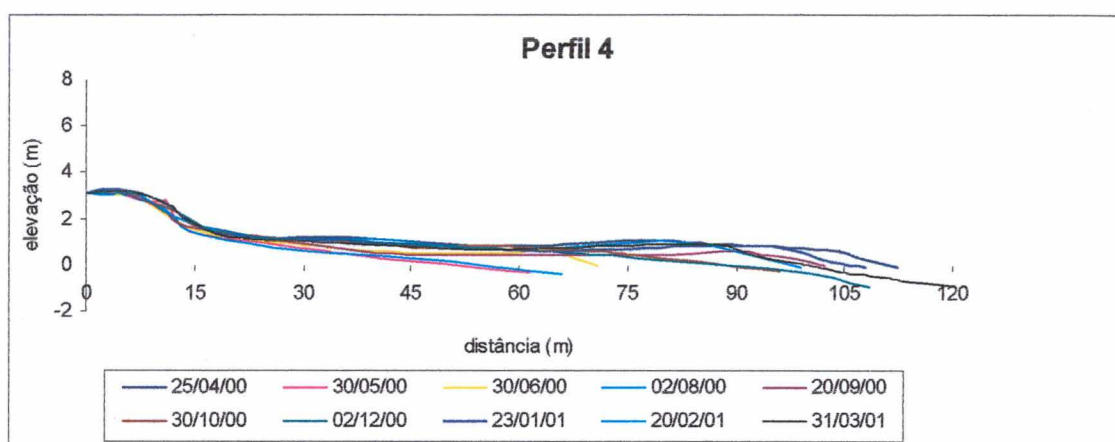


Gráfico 9.1: Levantamentos topográficos realizados no perfil 4.

6.4.5. Perfil 5

A Tabela 13 mostra as variações no volume subaéreo de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 5. A análise da Tabela 13 revela que durante o período monitorado este perfil acumulou $25,31\text{m}^3/\text{m}$ de sedimentos e a linha de costa avançou 9m. Considerando-se a pequena largura deste perfil, pode-se afirmar que o perfil 5 sofreu significativas variações na largura da praia (de 35,08 a 61,02m) e moderados volumes de sedimentos foram remobilizados durante os períodos erosivos e acrescivos.

A tendência acrescionária e o avanço da linha de costa no balanço final não devem ser interpretados como uma tendência deste perfil, pois estão dentro dos limites das variações observadas durante o período estudado. O Gráfico 10 apresenta a comparação entre o máximo erosivo e o máximo acrescivo no perfil 5 e o Gráfico 10.1 ilustra todos os levantamentos realizados neste perfil.

A análise do Gráfico 10 evidencia que o período mais acrescivo no perfil 5 foi observado na campanha 2, realizada no dia 30/05/2000, esta, foi também a ocasião em que a praia apresentou a largura máxima (61,02m). O período mais erosivo foi

observado na primeira campanha, realizada no dia 25/04/2000, ocasião em que a praia esteve mais curta (35,08m).

Tabela 13: Variações no estoque de sedimentos e na largura da praia ocorridas no perfil 5 durante o período estudado.

Campanha	Data	Variação de volume (m ³ /m)	Largura da praia (m)	Variação na largura da praia (m)
1	25/04/2000	0	35,08	0
2	30/05/2000	40,85	61,02	25,22
3	03/07/2000	-16,24	47,55	-13,47
4	04/08/2000	-11,97	38,92	-8,63
5	20/09/2000	12,13	36,26	-2,67
6	30/10/2000	-12,76	36,76	0,5
7	02/12/2000	9,58	42,84	6,09
8	23/01/20001	-4,64	43,92	1,08
9	20/02/2001	5,23	48,07	4,14
10	31/03/2001	3,13	44,86	-3,21
Total		25,31		9,05

Legenda: **erosão e diminuição da largura da praia**, deposição e aumento da largura da praia.

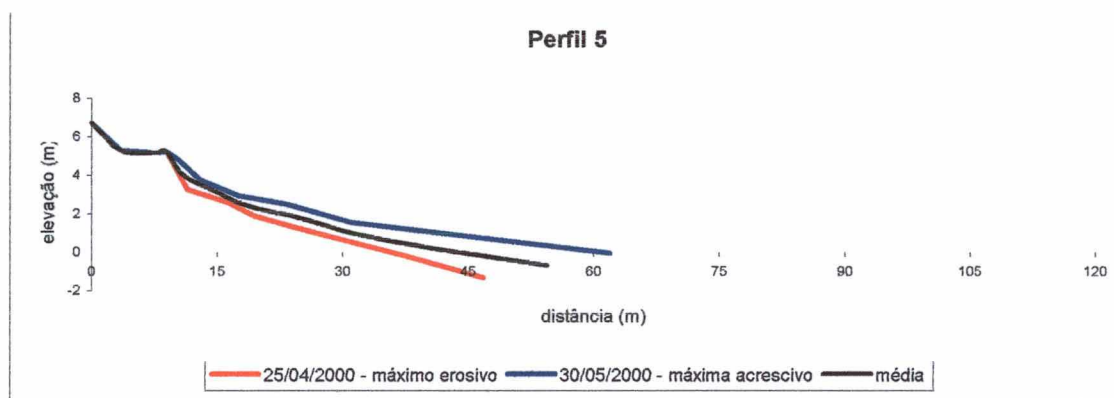


Gráfico 10: Máximo erosivo versus máximo acrescivo - perfil 5.

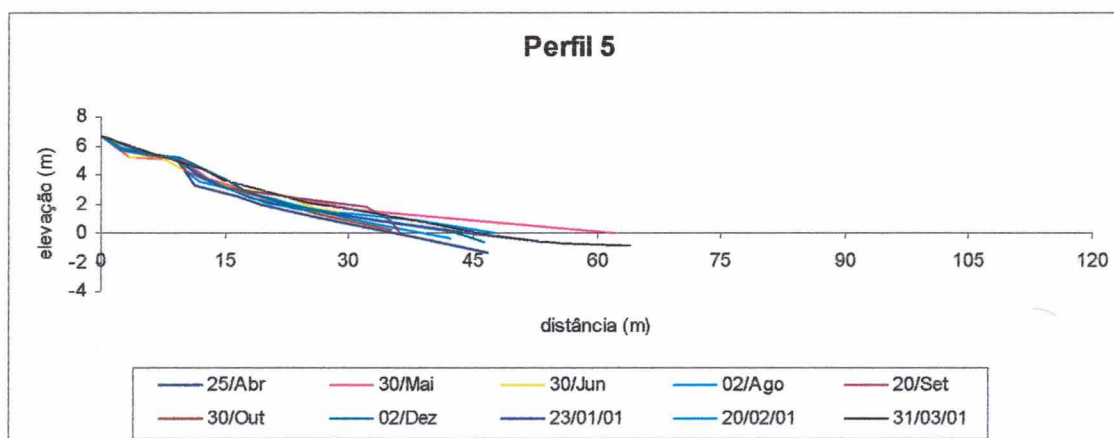


Gráfico 10.1: Levantamentos topográficos realizados no perfil 5.

6.4.6. Variações sazonais no estoque de sedimentos

O Gráfico 11 mostra uma comparação entre o volume acumulado de sedimentos nos perfis durante outono-inverno e durante primavera-verão. A análise deste gráfico evidencia que o perfil 2 apresentou variações insignificantes no estoque de sedimentos durante todo período estudado.

Os perfis 3 e 5 apresentaram uma tendência acresciva durante todo o período estudado. Embora estes perfis tenham acumulado sedimentos, a quantidade acumulada é inexpressiva para que se possa afirmar que houve uma tendência de acreção nestes perfis.

Os perfis 1 e 4 apresentaram uma tendência erosiva durante o outono-inverno e uma tendência acresciva durante primavera-verão. Estes perfis são os mais expostos a ação das ondas de tempestade vindas da direção sul, como o outono e o inverno foram as estações de maior frequência destas ondas e de maior energia associada, é bem provável que o comportamento erosivo observado durante estas estações tenha relação com a maior energia de ondas durante os meses de outono e inverno. Na primavera e no verão a baixa energia hidrodinâmica propiciou a recuperação do estoque de sedimentos.

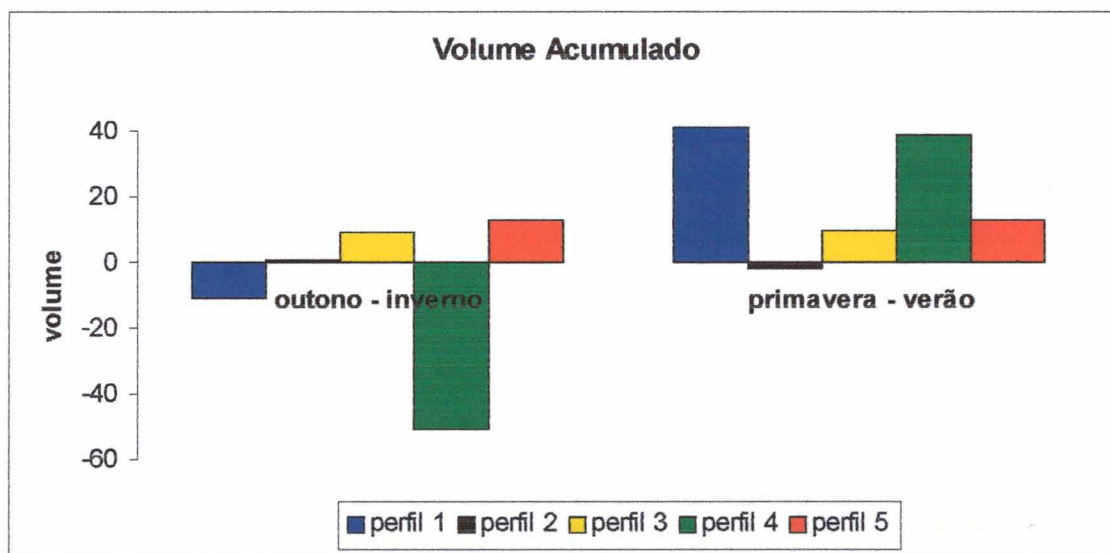







Gráfico 11: Volume acumulado de sedimentos (m^3/ m) nos perfis praias durante o período estudado.

6.5. Análise granulométrica

Durante as 10 campanhas realizadas no sistema praias Joaquina – Morro das Pedras foram coletadas 190 amostras. O número de amostras foi suficiente para a caracterização granulométrica dos perfis. Embora tenham sido efetuadas amostragens durante todas as campanhas, não foi identificado um padrão sazonal definido para as variações granulométricas ocorridas. Da mesma forma, não foi possível estabelecer uma relação entre as variações granulométricas com as mudanças no estoque de sedimentos e a dinâmica atuante. Para a interpretação granulométrica foram utilizados os seguintes parâmetros estatísticos: média aritmética (Mz), mediana (Md), desvio padrão (σ) e assimetria (Ski).

A média (Mz) representa bem o tamanho médio dos grãos contidos em amostras unimodais, mas não representa adequadamente o tamanho médio dos grãos em amostras bi ou polimodais. De maneira a se verificar a unimodalidade das amostras foram analisados histogramas de frequência simples, estes, forneceram a classe granulométrica de maior representação das amostras, ou seja, a moda (Mo). Outra maneira de se verificar a unimodalidade das amostras é através da comparação dos valores da média com os da mediana. Em distribuições normais (unimodais) o diâmetro médio se aproxima muito do diâmetro mediano.

O desvio padrão (σ) mede o grau de seleção ou uniformidade na distribuição do tamanho das partículas sedimentares. A classificação das amostras baseada nos valores de desvio padrão segundo Folk & Ward (1957) é a seguinte:

-  $\sigma < 0,35$: amostra muito bem selecionada,
-  $0,35$ a $0,5$: amostra bem selecionada,
-  $0,5$ a 1 : amostra moderadamente selecionada,
-  1 a 2 : amostra pobremente selecionada,
-  > 2 : amostra muito pobremente selecionada.

Em uma distribuição granulométrica a assimetria (Ski) mostra a posição do diâmetro médio em relação ao diâmetro mediano, quando estes valores coincidem a assimetria é nula e a amostra é classificada como simétrica. Quando a amostra apresenta a média maior que a mediana é porque existe uma predominância de material grosseiro e a assimetria é dita negativa, ao contrário, com o predomínio de finos a assimetria é

dita positiva. A classificação das amostras quanto aos valores calculados de assimetria é a seguinte:

- -1 a -0,3: assimetria muito negativa,
- -0,3 a -0,1: assimetria negativa,
- -0,1 a +0,1: aproximadamente simétrica,
- +0,1 a +0,3: assimetria positiva,
- +0,3 a +1: assimetria muito positiva.

De maneira a expressar o percentual de areias de diferentes granulometrias em cada um dos subambientes dos perfis praias monitorados, foram calculados valores médios do percentual das areias: muito grossas, grossas, médias, finas e muito finas.

6.5.1. Dados granulométricos do perfil 1

O Gráfico 12 apresenta uma comparação entre os valores da média (M_z) e da mediana (M_d) das amostras obtidas no perfil 1. A análise deste gráfico revela que em quase todas as amostras os valores da média são similares aos da mediana, indicando que a maioria das amostras deste perfil são unimodais.

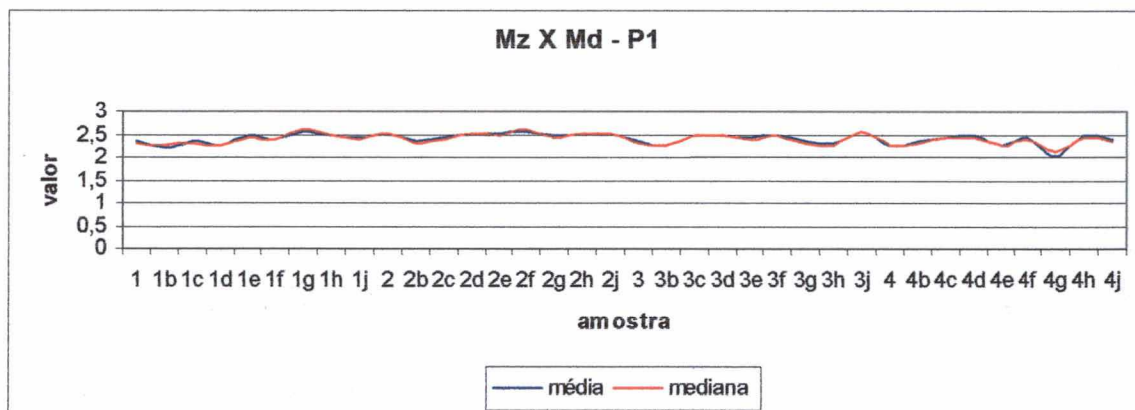
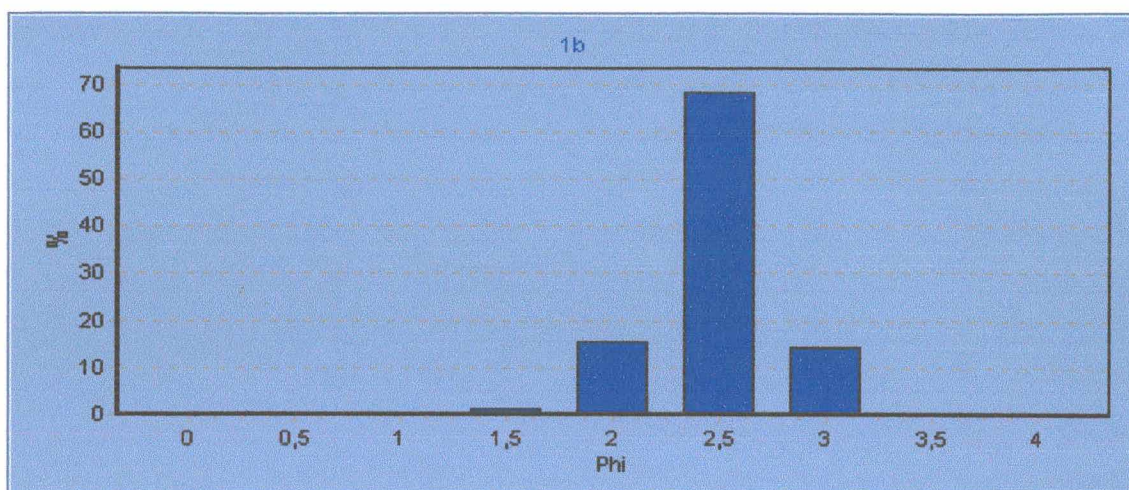
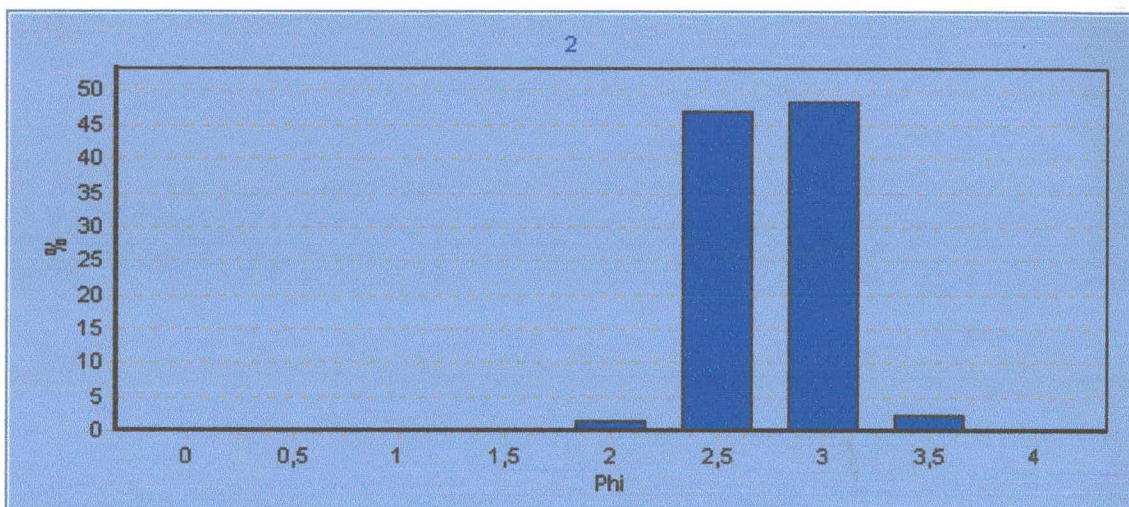


Gráfico 12: Média e mediana – perfil 1.

A análise dos histogramas de frequência simples revelou que a totalidade das amostras do perfil 1 são unimodais, com diâmetro modal de 2,5 ou 3,0 ϕ (areia fina). Abaixo estão os histogramas representativos da maioria das amostras do perfil 1.



Histograma 1: Histograma de frequência de uma amostra unimodal coletada na duna frontal do perfil 1. Notar o predomínio dos grãos de 2,5 ϕ .



Histograma 1.1: Histograma de frequência de uma amostra unimodal coletada no pós-praia do perfil 1. Notar o predomínio dos grãos de 3,0 ϕ .

Os dados da análise granulométrica das amostras coletadas no perfil 1 estão sintetizados na Tabela 14. A análise desta tabela revela que a média (M_z) variou entre 2,022 e 2,568 ϕ e a mediana (M_d) variou entre 2,134 e 2,602 ϕ , ou seja, todas as amostras situam-se no intervalo das areias finas (2 a 3 ϕ).

O desvio padrão variou entre 0,2326 e 0,4771, sendo as amostras classificadas entre muito bem a bem selecionadas. Das 36 amostras analisadas, 28 (77,8%) são classificadas como muito bem selecionadas, 7 (19,4%) são classificadas como bem selecionadas e somente uma amostra (2,8%) apresentou desvio padrão acima de 0,5 sendo classificada como moderadamente selecionada.

O Gráfico 12.1 apresenta uma comparação entre os valores da média (M_z) e do desvio padrão (σ) das amostras coletadas no perfil 1. A análise do Gráfico 12.1, da

Tabela 14 e dos histogramas de frequência simples evidencia claramente que a distribuição granulométrica ao longo do perfil 1 é bastante homogênea, não havendo diferenças significativas entre os subambientes praias, sendo o perfil 1 constituído por uma população unimodal, onde predominam areias finas muito bem selecionadas.

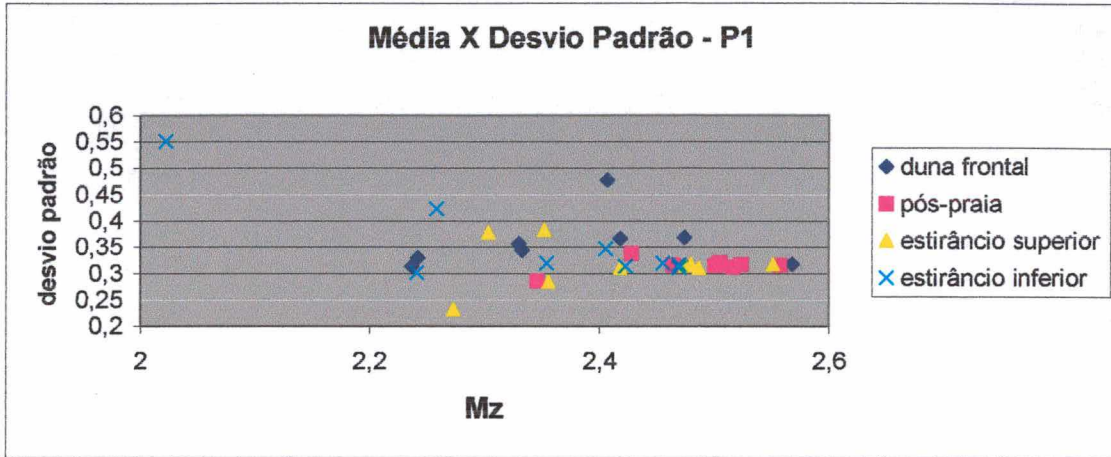


Gráfico 12.1: Média versus desvio padrão - perfil 1.

Das 36 amostras analisadas, 21 (58,3%) são classificadas como aproximadamente simétricas, 10 (27,7%) são classificadas como positivas e 5 (14%) são classificadas como negativas. O Gráfico 12.2 apresenta uma comparação entre os valores da média (M_z) e da assimetria (S_{ki}) das amostras do perfil 1. A análise do Gráfico 12.2 evidencia claramente que a maioria das amostras são assimétricas, com assimetria entre $-0,1$ e $+0,1$.

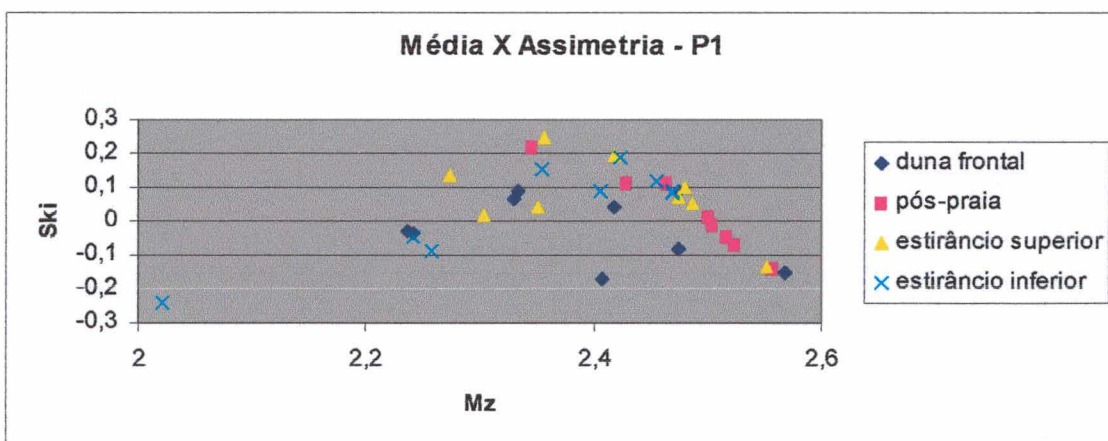


Gráfico 12.2: Média versus assimetria - perfil 1.

O Gráfico 12.3 mostra o percentual médio das areias de diferentes granulometrias existentes nos subambientes do perfil 1. A análise deste gráfico evidencia o predomínio de areias finas ao longo de todo este perfil, em todos os subambientes o percentual médio de areias finas foi acima de 85%.

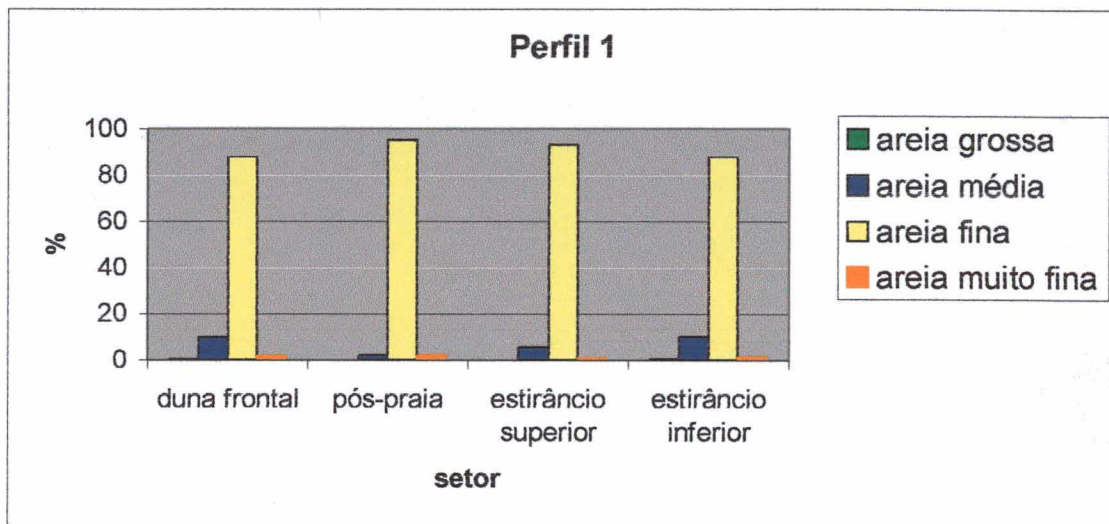


Gráfico 12.3: Percentual médio das areias de diferentes granulometrias ao longo do perfil 1.

Tabela 14: Plamilha granulométrica das amostras do perfil 1.

Campanha	Setor	Amostra	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação	Ski	Classificação
1	duna frontal	1	2,33	Areia fina	2,294	0,356	Bem selec.	0,06644	Aprox. simétrica
2	duna frontal	1b	2,237	Areia fina	2,243	0,3145	Muito bem selec.	-0,02871	Aprox. simétrica
3	duna frontal	1c	2,333	Areia fina	2,297	0,3445	Muito bem selec.	0,08825	Aprox. simétrica
4	duna frontal	1d	2,242	Areia fina	2,248	0,3314	Muito bem selec.	-0,03261	Aprox. simétrica
5	duna frontal	1e	2,474	Areia fina	2,454	0,3162	Muito bem selec.	0,08642	Aprox. simétrica
6	duna frontal	1f	2,407	Areia fina	2,398	0,4771	Bem selec.	-0,1692	Negativa
7	duna frontal	1g	2,568	Areia fina	2,602	0,3186	Muito bem selec.	-0,1533	Negativa
8	duna frontal	1h	2,474	Areia fina	2,475	0,369	Bem selec.	-0,08459	Aprox. simétrica
10	duna frontal	1j	2,418	Areia fina	2,382	0,3677	Bem selec.	0,04027	Aprox. simétrica
1	pós-praia	2	2,505	Areia fina	2,508	0,3211	Muito bem selec.	-0,01244	Aprox. simétrica
2	pós-praia	2b	2,346	Areia fina	2,311	0,2858	Muito bem selec.	0,2194	Positiva
3	pós-praia	2c	2,428	Areia fina	2,391	0,3381	Muito bem selec.	0,1091	Positiva
4	pós-praia	2d	2,517	Areia fina	2,528	0,3133	Muito bem selec.	-0,0497	Aprox. simétrica
5	pós-praia	2e	2,501	Areia fina	2,499	0,3157	Muito bem selec.	0,0114	Aprox. simétrica
6	pós-praia	2f	2,558	Areia fina	2,589	0,3166	Muito bem selec.	-0,1387	Negativa
7	pós-praia	2g	2,465	Areia fina	2,44	0,3162	Muito bem selec.	0,1121	Positiva
8	pós-praia	2h	2,524	Areia fina	2,541	0,3178	Muito bem selec.	-0,07274	Aprox. simétrica
10	pós-praia	2j	2,504	Areia fina	2,507	0,3178	Muito bem selec.	-0,01213	Aprox. simétrica
1	estir. superior	3	2,356	Areia fina	2,318	0,2848	Muito bem selec.	0,2474	Positiva
2	estir. superior	3b	2,273	Areia fina	2,273	0,2326	Muito bem selec.	0,1348	Positiva
3	estir. superior	3c	2,48	Areia fina	2,457	0,3184	Muito bem selec.	0,1029	Positiva
4	estir. superior	3d	2,487	Areia fina	2,475	0,3119	Muito bem selec.	0,05072	Aprox. simétrica
5	estir. superior	3e	2,418	Areia fina	2,378	0,3115	Muito bem selec.	0,1923	Positiva
6	estir. superior	3f	2,475	Areia fina	2,459	0,3162	Muito bem selec.	0,06782	Aprox. simétrica
7	estir. superior	3g	2,352	Areia fina	2,313	0,3827	Bem selec.	0,04096	Aprox. simétrica
8	estir. superior	3h	2,303	Areia fina	2,278	0,3781	Bem selec.	0,02032	Aprox. simétrica
10	estir. superior	3j	2,552	Areia fina	2,582	0,3187	Muito bem selec.	-0,1328	Negativa

Continuação Tabela 14.

Campanha	Setor	Amostra	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação	Ski	Classificação
1	estir. inferior	4	2,241	Areia fina	2,241	0,3018	Muito bem selec.	-0,04905	Aprox. simétrica
2	estir. inferior	4b	2,354	Areia fina	2,314	0,3194	Muito bem selec.	0,1549	Positiva
3	estir. inferior	4c	2,456	Areia fina	2,429	0,3203	Muito bem selec.	0,1167	Positiva
4	estir. inferior	4d	2,47	Areia fina	2,45	0,3111	Muito bem selec.	0,08962	Aprox. simétrica
5	estir. inferior	4e	2,258	Areia fina	2,261	0,4228	Bem selec.	-0,0861	Aprox. simétrica
6	estir. inferior	4f	2,423	Areia fina	2,383	0,3145	Muito bem selec.	0,1873	Positiva
7	estir. inferior	4g	2,022	Areia fina	2,134	0,5515	Moderadamente selec.	-0,244	Negativa
8	estir. inferior	4h	2,47	Areia fina	2,452	0,318	Muito bem selec.	0,07962	Aprox. simétrica
10	estir. inferior	4j	2,406	Areia fina	2,368	0,3473	Muito bem selec.	0,08538	Aprox. simétrica

6.5.2. Dados granulométricos do perfil 2

O Gráfico 13 apresenta uma comparação entre os valores da média (Mz) e da mediana (Md) das amostras do perfil 2. A análise deste gráfico revela que boa parte das amostras apresentam valores da média semelhantes aos da mediana, podendo-se considerar que são amostras unimodais. No entanto a análise dos histogramas de frequência simples revelou a existência de algumas amostras polimodais.

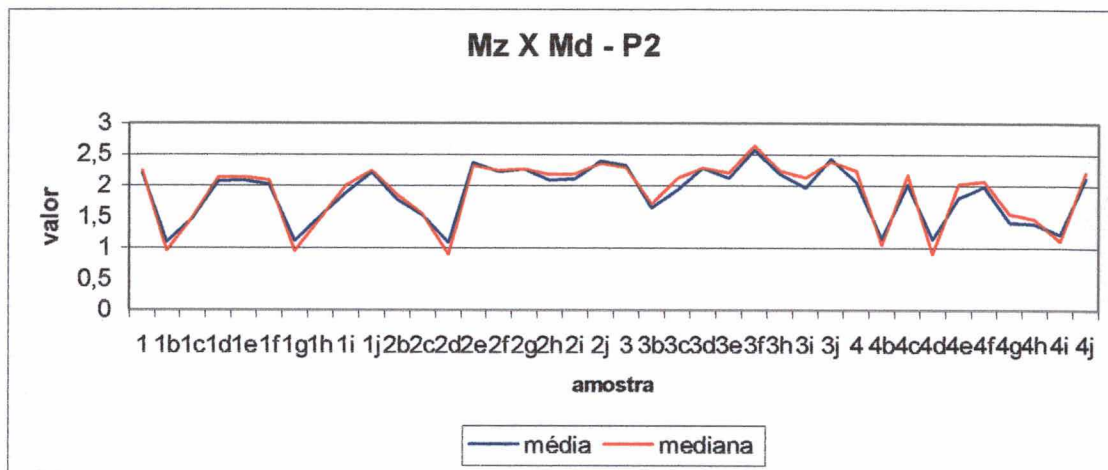
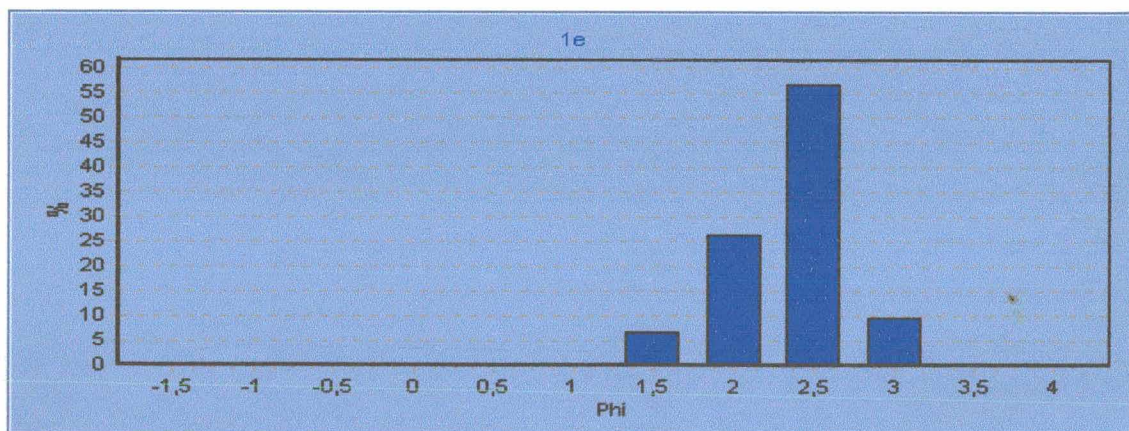
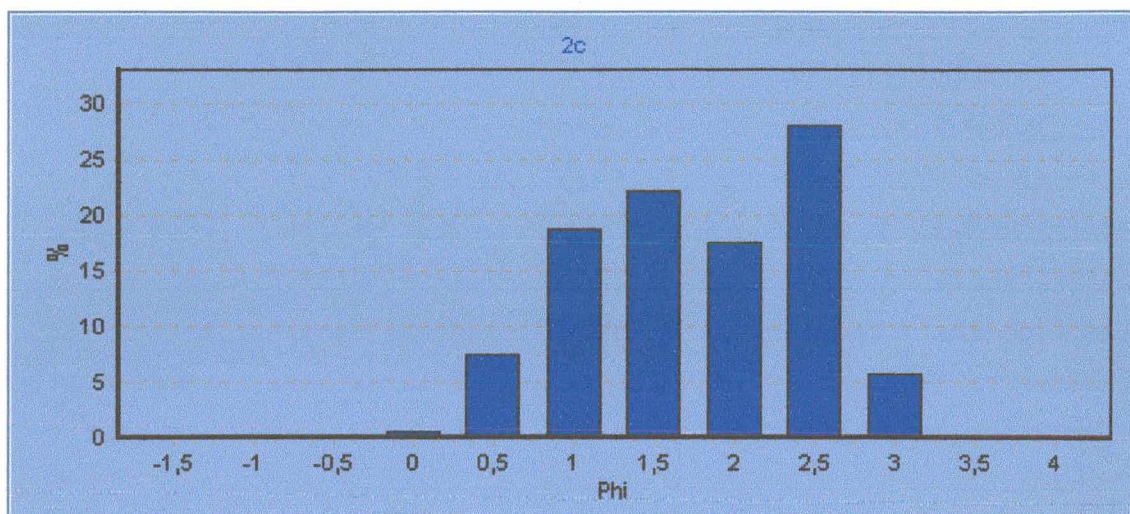


Gráfico 13: Média e mediana – perfil 2.

A análise dos histogramas de frequência simples revelou que na duna frontal, no pós-praia e no estrâncio superior o diâmetro modal da maioria das amostras foi de $2,5 \phi$ (areia fina). Amostras polimodais apresentando areias finas ($2,5 \phi$), areias médias ($1,5 \phi$) e areias grossas (1ϕ) foram encontradas com pouca frequência nestes três subambientes. No estrâncio inferior constatou-se que a maioria das amostras são polimodais. Abaixo são apresentados histogramas de frequência simples representativos de cada um dos subambientes do perfil 2.



Histograma 2: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada na duna frontal do perfil 2. Notar o predomínio dos grãos de $2,5 \phi$. Esta amostra representa bem maioria das amostras da duna frontal, do pós-praia e do estrâncio superior do perfil 2.



Histograma 2.1: Histograma de frequência simples de uma amostra polimodal coletada no pós-praia do perfil 2. Notar o predomínio dos grãos de 2,5, 1,5 e 1 ϕ , respectivamente. Este histograma representa as amostras polimodais encontradas no perfil 2, principalmente, no estirâncio inferior.

Os dados da análise granulométrica do perfil 2 estão sintetizados na Tabela 15. A análise desta tabela revela que as amostras analisadas apresentam valores da média (Mz) entre 1,09 e 2,426 ϕ e da mediana (Md) entre 0,8982 e 2,642 ϕ . A análise da Tabela 15 mostra que das 38 amostras analisadas, 20 (52,65%) são classificadas como areia fina e 18 (47,35%) são classificadas como areia média.

O desvio padrão variou entre 0,3092 e 0,9665, ou seja, as amostras variaram entre muito bem a moderadamente selecionadas. Das 38 amostras, 21 (55,3%) são classificadas como moderadamente selecionadas, 13 (34,2%) são classificadas como bem selecionadas e 4 (10,5%) foram classificadas como muito bem selecionadas.

O Gráfico 13.1 mostra uma comparação entre os valores da média e do desvio padrão das amostras do perfil 2. A análise deste gráfico evidencia que a maioria das amostras do estirâncio inferior possuem valores de média entre 1 e 2 ϕ e valores de desvio padrão entre 0,5 e 1, indicando que este subambiente é constituído predominantemente por areias médias moderadamente selecionadas. No entanto a análise dos histogramas revelou que estas amostras são polimodais, ou seja, as amostras classificadas como areias médias são na realidade amostras polimodais. O estirâncio inferior é formado por uma mistura de areias finas, médias e grossas. Nos outros subambientes predominam areias finas bem selecionadas.

Através da análise do Gráfico 13.1 percebe-se claramente que à medida que diminui o tamanho médio dos grãos aumenta o grau de seleção, sugerindo que as amostras onde predominam grãos menores são mais bem selecionadas do que as amostras onde predominam grãos maiores.

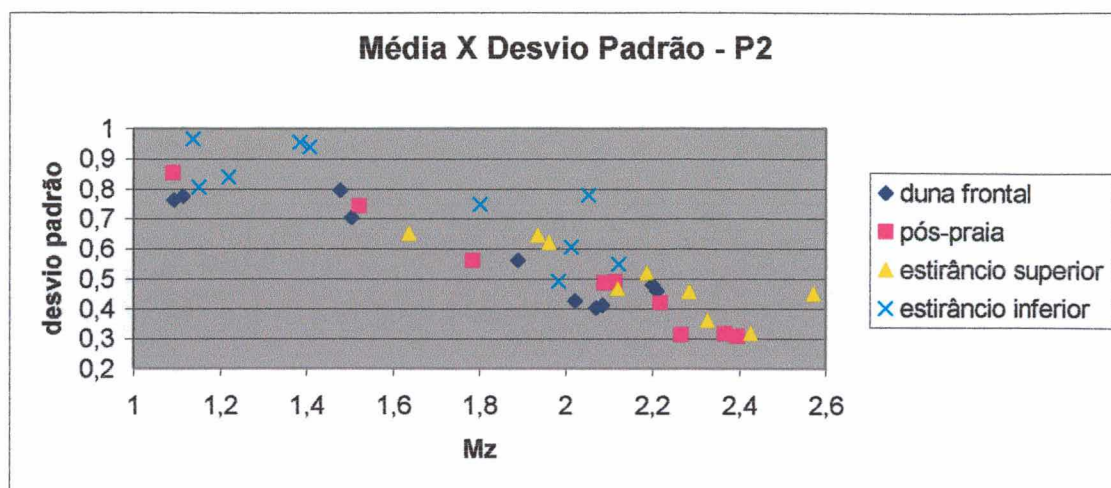


Gráfico 13.1: Média versus desvio padrão – perfil 2.

A análise da Tabela 15 evidencia que das 38 amostras analisadas, 24 (63,15%) são amostras com assimetria negativa ou muito negativa, 9 (23,7%) são classificadas como positivas ou muito positivas e 5 (13,15%) são classificadas como aproximadamente simétricas. O Gráfico 13.2 apresenta uma comparação entre os valores da média (Mz) e da assimetria (Ski) das amostras coletadas no perfil 2. A análise do Gráfico 13.2 mostra que a maioria das amostras do perfil 2 apresentam valores de assimetria inferior a $-0,1$ evidenciando a predominância de uma assimetria negativa.

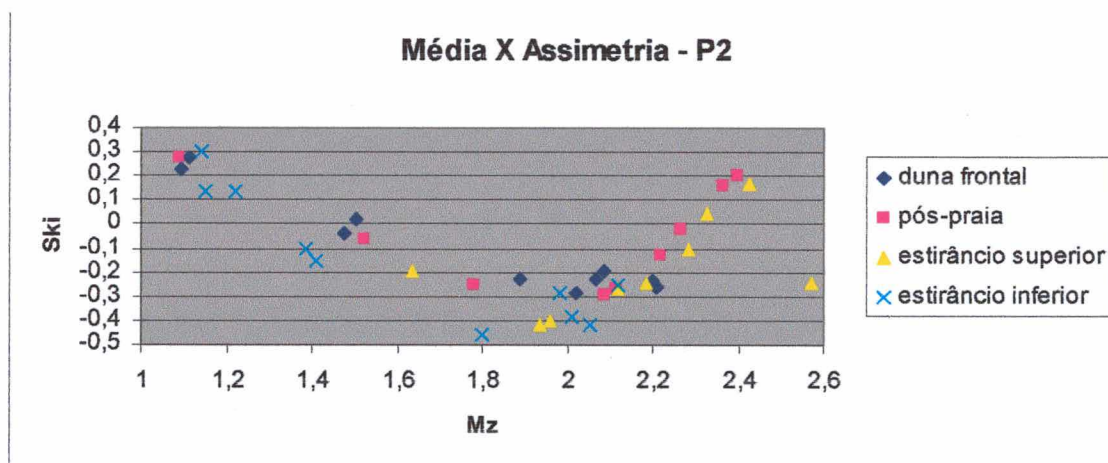


Gráfico 13.2: Média versus assimetria - perfil 2.

O Gráfico 13.3 mostra o percentual médio das areias de diferentes granulometrias existentes nos subambientes do perfil 2. A análise deste gráfico evidencia que na duna frontal, no pós-praia e no estirâncio superior predominam areias finas (mais de 50% nestes subambientes), seguidas por areias médias e grossas, respectivamente. Embora no estirâncio inferior as areias finas ocorram em maior

proporção, o percentual de areias grossas e muito grossas é maior do que nos outros três subambientes. Esta constatação leva a crer que nos três primeiros subambientes (duna frontal, pós-praia e estirâncio superior) há o predomínio de areias finas e pouca mistura de grãos com tamanhos diferentes, enquanto que no estirâncio inferior esta mistura é mais acentuada ocorrendo uma maior concentração de areias grossas e muito grossas.

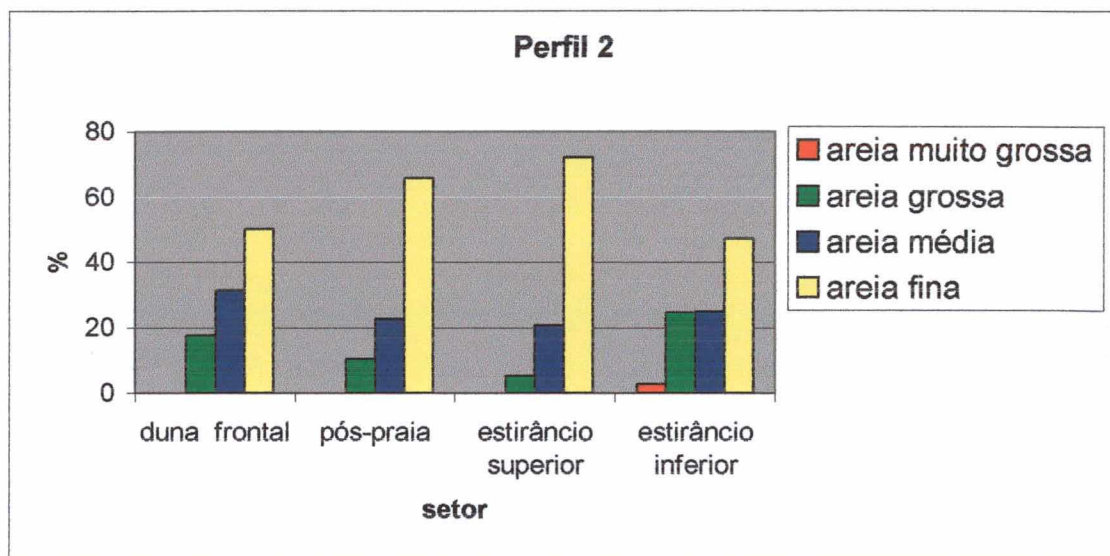


Gráfico 13.3: Percentual médio das areias de diferentes granulometrias ao longo do perfil 2.

Tabela 15: Planilha granulométrica das amostras do perfil 2.

Campainha	Setor	Amostra	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação	Ski	Classificação
1	duna frontal	1	2,2	Areia fina	2,243	0,4797	Bem selec.	-0,2374	Negativa
2	duna frontal	1b	1,094	Areia média	0,9638	0,7628	Moderadamente selec.	0,2263	Positiva
3	duna frontal	1c	1,477	Areia média	1,481	0,7948	Moderadamente selec.	-0,04065	Aprox. simétrica
4	duna frontal	1d	2,07	Areia fina	2,134	0,4038	Bem selec.	-0,2279	Negativa
5	duna frontal	1e	2,085	Areia fina	2,145	0,4115	Bem selec.	-0,1908	Negativa
6	duna frontal	1f	2,021	Areia fina	2,093	0,4263	Bem selec.	-0,2839	Negativa
7	duna frontal	1g	1,114	Areia média	0,9535	0,7751	Moderadamente selec.	0,2722	Positiva
8	duna frontal	1h	1,504	Areia média	1,476	0,7045	Moderadamente selec.	0,02189	Aprox. simétrica
9	duna frontal	1i	1,889	Areia média	1,994	0,5615	Moderadamente selec.	-0,2266	Negativa
10	duna frontal	1j	2,211	Areia fina	2,245	0,4619	Bem selec.	-0,2584	Negativa
2	pós-praia	2b	1,783	Areia média	1,858	0,5605	Moderadamente selec.	-0,2491	Negativa
3	pós-praia	2c	1,521	Areia média	1,535	0,7439	Moderadamente selec.	-0,05931	Aprox. simétrica
4	pós-praia	2d	1,09	Areia média	0,8982	0,855	Moderadamente selec.	0,2801	Positiva
5	pós-praia	2e	2,367	Areia fina	2,326	0,3186	Muito bem selec.	0,1582	Positiva
6	pós-praia	2f	2,218	Areia fina	2,242	0,4205	Bem selec.	-0,1285	Negativa
7	pós-praia	2g	2,265	Areia fina	2,262	0,3144	Muito bem selec.	-0,0193	Aprox. simétrica
8	pós-praia	2h	2,089	Areia fina	2,183	0,4872	Bem selec.	-0,2916	Negativa
9	pós-praia	2i	2,114	Areia fina	2,196	0,4903	Bem selec.	-0,2702	Negativa
10	pós-praia	2j	2,397	Areia fina	2,354	0,3092	Muito bem selec.	0,2047	Positiva
1	estir. superior	3	2,326	Areia fina	2,292	0,3598	Bem selec.	0,04301	Aprox. simétrica
2	estir. superior	3b	1,637	Areia média	1,698	0,6512	Moderadamente selec.	-0,1937	Negativa
3	estir. superior	3c	1,935	Areia média	2,116	0,6447	Moderadamente selec.	-0,4162	Muito negativa
4	estir. superior	3d	2,285	Areia fina	2,285	0,4561	Bem selec.	-0,1061	Negativa
5	estir. superior	3e	2,12	Areia fina	2,2	0,4668	Bem selec.	-0,272	Negativa
6	estir. superior	3f	2,57	Areia fina	2,642	0,4508	Bem selec.	-0,2456	Negativa
7	estir. superior	3h	2,187	Areia fina	2,244	0,5189	Moderadamente selec.	-0,2433	Negativa
9	estir. superior	3i	1,961	Areia média	2,133	0,6213	Moderadamente selec.	-0,404	Muito negativa
10	estir. superior	3j	2,426	Areia fina	2,389	0,3168	Muito bem selec.	0,1696	Positiva

Continuação Tabela 15.

Campanha	Setor	Amostra	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação	Ski	Classificação
1	estir. inferior	4	2,053	Areia fina	2,247	0,7788	Moderadamente selec.	-0,4196	Muito negativa
2	estir. inferior	4b	1,151	Areia média	1,058	0,805	Moderadamente selec.	0,1373	Positiva
3	estir. inferior	4c	2,012	Areia fina	2,17	0,607	Moderadamente selec.	-0,3804	Muito negativa
4	estir. inferior	4d	1,139	Areia média	0,9147	0,9665	Moderadamente selec.	0,3023	Muito positiva
5	estir. inferior	4e	1,802	Areia média	2,032	0,7489	Moderadamente selec.	-0,4605	Muito negativa
6	estir. inferior	4f	1,983	Areia média	2,071	0,4923	Bem selec.	-0,2876	Negativa
7	estir. inferior	4g	1,408	Areia média	1,542	0,9405	Moderadamente selec.	-0,1549	Negativa
8	estir. inferior	4h	1,385	Areia média	1,464	0,956	Moderadamente selec.	-0,1002	Negativa
9	estir. inferior	4i	1,22	Areia média	1,118	0,8392	Moderadamente selec.	0,1369	Positiva
10	estir. inferior	4j	2,122	Areia fina	2,209	0,5489	Moderadamente selec.	-0,2516	Negativa

6.5.3. Dados granulométricos do perfil 3

O Gráfico 14 apresenta uma comparação entre os valores da média (Mz) e da mediana (Md) das amostras do perfil 3. A análise deste gráfico revela que a maioria das amostras apresentam valores da média semelhantes aos da mediana, indicando que a maioria das amostras do perfil 3 são unimodais.

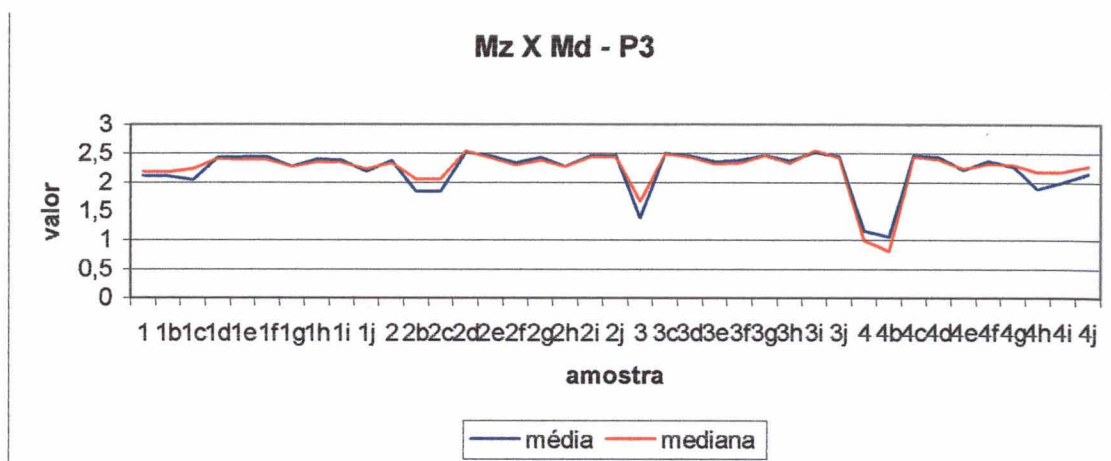
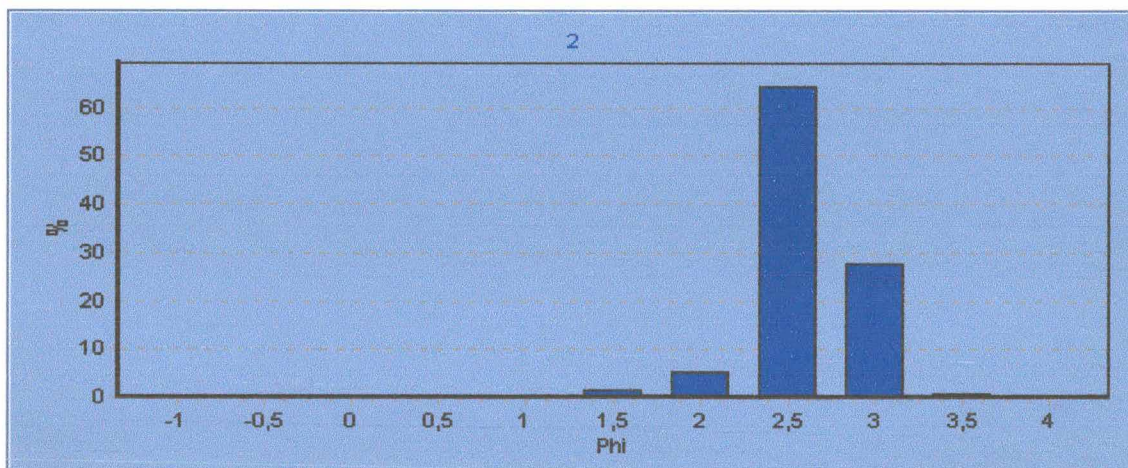
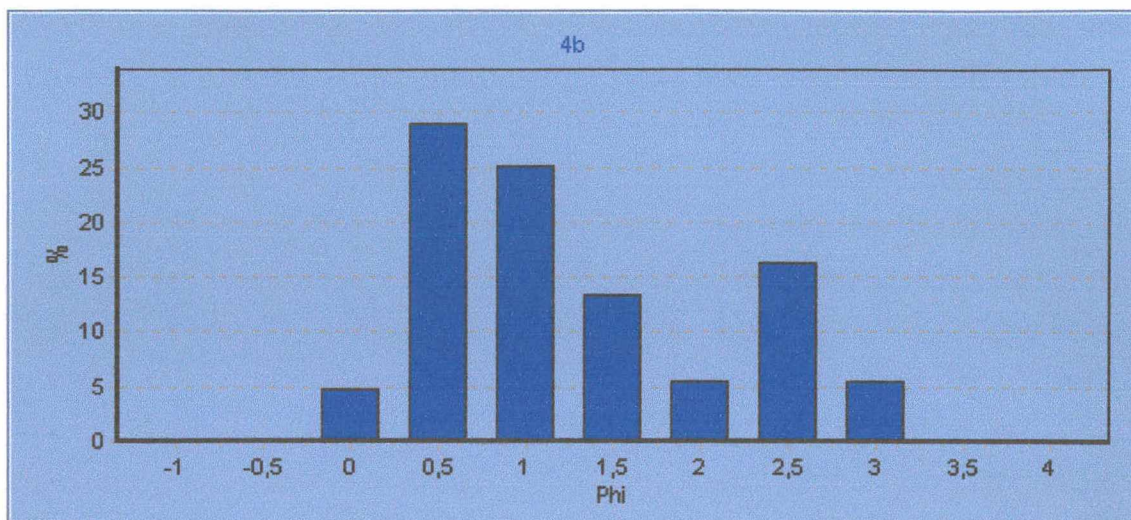


Gráfico 14: Média e mediana – perfil 3.

A análise dos histogramas de frequência simples revelou que a maioria das amostras do perfil 3 são unimodais, com o diâmetro modal de $2,5 \phi$ (areia fina). Somente no estirâncio inferior observou-se amostras polimodais, estas, apresentam areias grossas ($0,5$ e $1,0 \phi$) e areias finas ($2,5 \phi$). Abaixo é apresentado um histograma representativo da maioria das amostras do perfil 3 e um histograma representativo das poucas amostras polimodais encontradas no estirâncio inferior deste perfil.



Histograma 3: Histograma de frequência simples de uma amostra coletada no pós-praia do perfil 3. Notar o predomínio dos grãos de $2,5 \phi$. Esta amostra representa bem a maioria das amostras do perfil 3.



Histograma 3.1: Histograma de frequência simples de uma amostra polimodal coletada no estirâncio inferior do perfil 3. Notar o predomínio dos grãos de 0,5, 1,0 e 2,5 ϕ , respectivamente.

Os dados da análise granulométrica do perfil 3 estão sintetizados na Tabela 16. A análise desta tabela revela que nas amostras do perfil 3 a média (M_z) variou entre 1,062 e 2,53 ϕ e a mediana (M_d) variou entre 0,8174 e 2,546 ϕ . A análise da Tabela 16 revela que das 39 amostras analisadas, 33 (84,6%) apresentam valores da média entre 2 e 3 ϕ (areia fina), somente 6 amostras (15,4%) apresentam valores entre 0 e 1 ϕ (areia média). As amostras do perfil 3 apresentaram valores de desvio padrão entre 0,3109 e 1,103.

Das 39 amostras, 15 (38,45%) são classificadas como muito bem selecionadas, 13 (33,33%) são classificadas como bem selecionadas, 10 (25,65%) são classificadas como moderadamente selecionadas e apenas uma (2,57%) foi classificada como pobremente selecionada.

O Gráfico 14.1 apresenta uma comparação entre os valores da média (M_z) e do desvio padrão (σ) das amostras coletadas no perfil 3. A maioria das amostras situam-se entre 2 e 2,5 ϕ , com desvio padrão abaixo de 0,5, indicando que de maneira geral o perfil 3 é constituído por areias finas bem à muito bem selecionadas. Poucas amostras foram classificadas como areias médias, estas, apresentaram um grau de seleção menor em relação às amostras classificadas como areias finas.

A análise dos histogramas de frequência simples mostra que as amostras classificadas como areias médias são na realidade amostras polimodais constituídas por uma mistura de areias finas, médias e grossas.

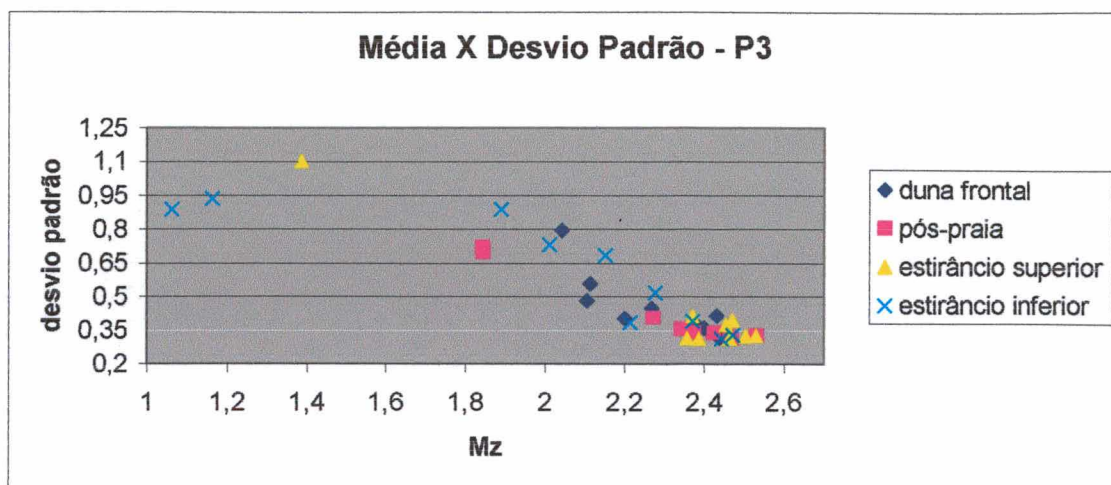


Gráfico 14.1: Média versus desvio padrão - perfil 3.

Das 39 amostras do perfil 3, 13 (33,33%) apresentam assimetria positiva ou muito positiva, 13 (33,33%) apresentam assimetria negativa ou muito negativa e 13 (33,33%) são classificadas como aproximadamente simétricas. O Gráfico 14.2 apresenta uma comparação entre os valores da média (Mz) e da assimetria (Ski) das amostras coletadas no perfil 3. A análise deste gráfico permitiu que se diferenciasses as amostras do pós-praia e do estirâncio superior das amostras da duna frontal e do estirâncio inferior.

A maioria das amostras do pós-praia e do estirâncio superior apresentam valores de assimetria acima de $-0,1$, ou seja, apresentam assimetria variando entre positiva a aproximadamente simétrica e valores de média entre $2,2$ e $2,5 \phi$, indicando que estes dois subambientes possuem uma constituição granulométrica bastante semelhante, onde predominam areias finas. Embora na maioria das amostras da duna frontal e do estirâncio inferior os valores da média (Mz) estejam no intervalo da areia fina, a assimetria variou de muito negativa a muito positiva.

Ressalta-se o fato de que nas amostras deste perfil observou-se uma nítida relação entre a média e a assimetria, à medida que diminui o tamanho médio dos grãos aumenta a assimetria. No entanto nas poucas amostras em que a média estava no intervalo das areias médias (amostras polimodais) tal relação não se percebeu.

O Gráfico 14.3 mostra o percentual médio das areias de diferentes granulometrias existentes nos subambientes do perfil 3. A análise deste gráfico evidencia que no perfil 3 predominam areias finas (mais de 70% em todos os subambientes). Embora as areias finas sejam predominantes percebe-se que o percentual de areias grossas aumenta das dunas em direção ao estirâncio inferior.

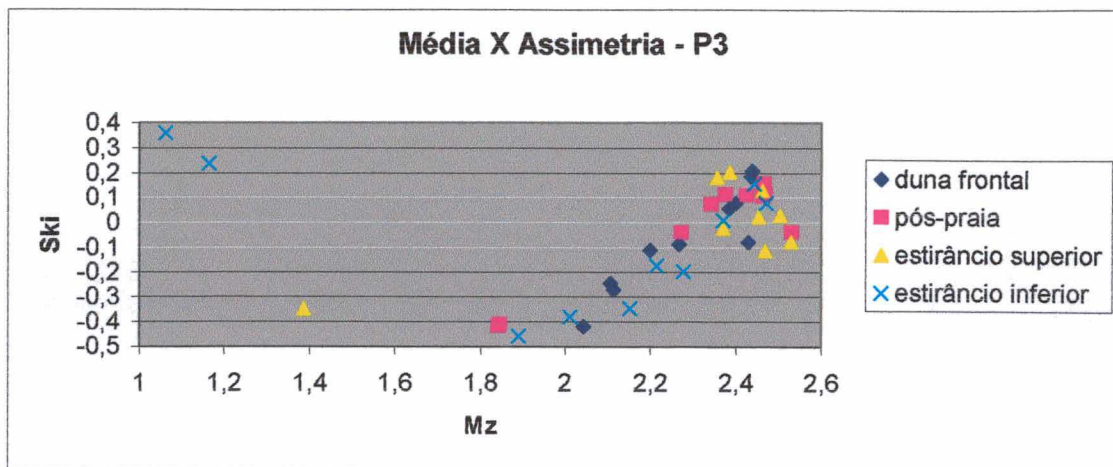


Gráfico 14.2: Média versus assimetria - perfil 3.

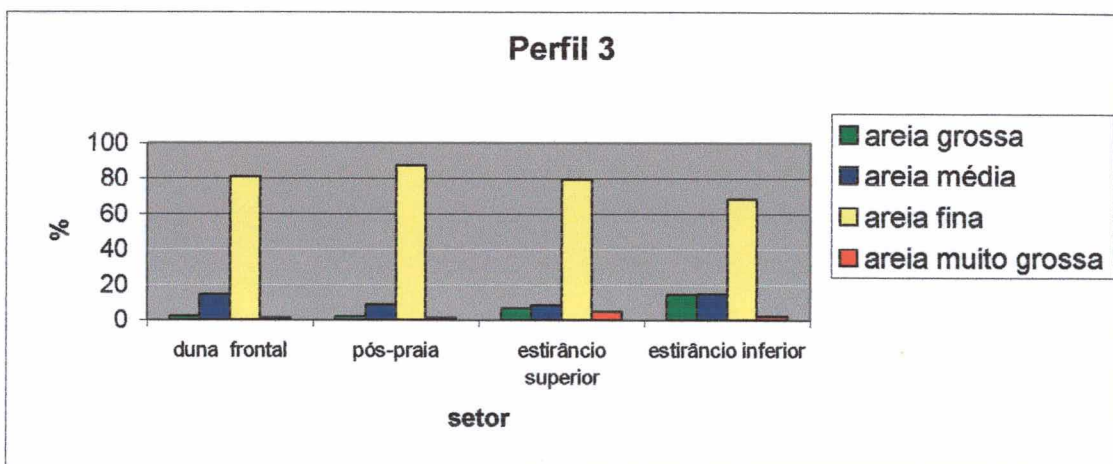


Gráfico 14.3: Percentual médio das areias de diferentes granulometrias ao longo do perfil 3.

Tabela 16: Planilha granulométrica das amostras do perfil 3.

Campanha	Setor	Amostra	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação	Ski	Classificação
1	duna frontal	1	2,113	Areia fina	2,192	0,5569	Moderadamente selec.	-0,2705	Negativa
2	duna frontal	1b	2,106	Areia fina	2,184	0,4801	Bem selec.	-0,2458	Negativa
3	duna frontal	1c	2,042	Areia fina	2,243	0,7965	Moderadamente selec.	-0,4209	Muito negativa
4	duna frontal	1d	2,43	Areia fina	2,42	0,4132	Bem selec.	-0,07863	Aprox. simétrica
5	duna frontal	1e	2,438	Areia fina	2,391	0,3264	Muito bem selec.	0,2076	Positiva
6	duna frontal	1f	2,436	Areia fina	2,395	0,3173	Muito bem selec.	0,186	Positiva
7	duna frontal	1g	2,267	Areia fina	2,271	0,4484	Bem selec.	-0,08757	Aprox. simétrica
8	duna frontal	1h	2,399	Areia fina	2,358	0,3589	Bem selec.	0,07639	Aprox. simétrica
9	duna frontal	1i	2,384	Areia fina	2,344	0,369	Bem selec.	0,05768	Aprox. simétrica
10	duna frontal	1j	2,2	Areia fina	2,231	0,4019	Bem selec.	-0,1102	Negativa
1	pós-praia	2	2,375	Areia fina	2,333	0,3394	Muito bem selec.	0,1114	Positiva
2	pós-praia	2b	1,843	Areia média	2,053	0,7209	Moderadamente selec.	-0,4178	Muito negativa
3	pós-praia	2c	1,845	Areia média	2,062	0,6965	Moderadamente selec.	-0,4108	Muito negativa
4	pós-praia	2d	2,53	Areia fina	2,539	0,3266	Muito bem selec.	-0,03928	Aprox. simétrica
5	pós-praia	2e	2,465	Areia fina	2,429	0,3207	Muito bem selec.	0,1583	Positiva
6	pós-praia	2f	2,343	Areia fina	2,305	0,3549	Bem selec.	0,07191	Aprox. simétrica
7	pós-praia	2g	2,424	Areia fina	2,387	0,3378	Muito bem selec.	0,1081	Positiva
8	pós-praia	2h	2,272	Areia fina	2,267	0,4053	Bem selec.	-0,04109	Aprox. simétrica
9	pós-praia	2i	2,462	Areia fina	2,438	0,3204	Muito bem selec.	0,1055	Positiva
10	pós-praia	2j	2,468	Areia fina	2,441	0,3161	Muito bem selec.	0,1165	Positiva
1	estir. superior	3	1,387	Areia média	1,679	1,103	Pobrememente selec.	-0,3478	Muito negativa
3	estir. superior	3c	2,503	Areia fina	2,496	0,3233	Muito bem selec.	0,02965	Aprox. simétrica
4	estir. superior	3d	2,463	Areia fina	2,433	0,3139	Muito bem selec.	0,1302	Positiva
5	estir. superior	3e	2,356	Areia fina	2,315	0,3133	Muito bem selec.	0,1799	Positiva
6	estir. superior	3f	2,386	Areia fina	2,343	0,3109	Muito bem selec.	0,2002	Positiva
7	estir. superior	3g	2,469	Areia fina	2,47	0,3957	Bem selec.	-0,1129	Negativa
8	estir. superior	3h	2,37	Areia fina	2,333	0,4103	Bem selec.	-0,02273	Aprox. simétrica
9	estir. superior	3i	2,529	Areia fina	2,546	0,3257	Muito bem selec.	-0,07588	Aprox. simétrica
10	estir. superior	3j	2,453	Areia fina	2,424	0,3736	Bem selec.	0,02214	Aprox. simétrica

Continuação Tabela 16.

Campanha	Setor	Amostra	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação	Ski	Classificação
1	estir. inferior	4	1,163	Areia média	0,9924	0,9351	Moderadamente selec.	0,2377	Positiva
2	estir. inferior	4b	1,062	Areia média	0,8174	0,889	Moderadamente selec.	0,3596	Muito positiva
3	estir. inferior	4c	2,471	Areia fina	2,452	0,3284	Muito bem selec.	0,07856	Aprox. simétrica
4	estir. inferior	4d	2,443	Areia fina	2,409	0,3115	Muito bem selec.	0,1556	Positiva
5	estir. inferior	4e	2,214	Areia fina	2,239	0,3839	Bem selec.	-0,1745	Negativa
6	estir. inferior	4f	2,37	Areia fina	2,33	0,3931	Bem selec.	0,00723	Aprox. simétrica
7	estir. inferior	4g	2,277	Areia fina	2,307	0,5178	Moderadamente selec.	-0,1985	Negativa
8	estir. inferior	4h	1,89	Areia média	2,184	0,889	Moderadamente selec.	-0,4579	Muito negativa
9	estir. inferior	4i	2,011	Areia fina	2,19	0,7309	Moderadamente selec.	-0,3813	Muito negativa
10	estir. inferior	4j	2,152	Areia fina	2,285	0,6839	Moderadamente selec.	-0,3458	Muito negativa

6.5.4. Dados granulométricos do perfil 4

O Gráfico 15 apresenta uma comparação entre a média (Mz) e a mediana (Md) das amostras do perfil 4. A análise deste gráfico revela que a maioria das amostras apresentam valores da média semelhantes aos da mediana, podendo-se considerar que boa parte das amostras do perfil 4 são unimodais.

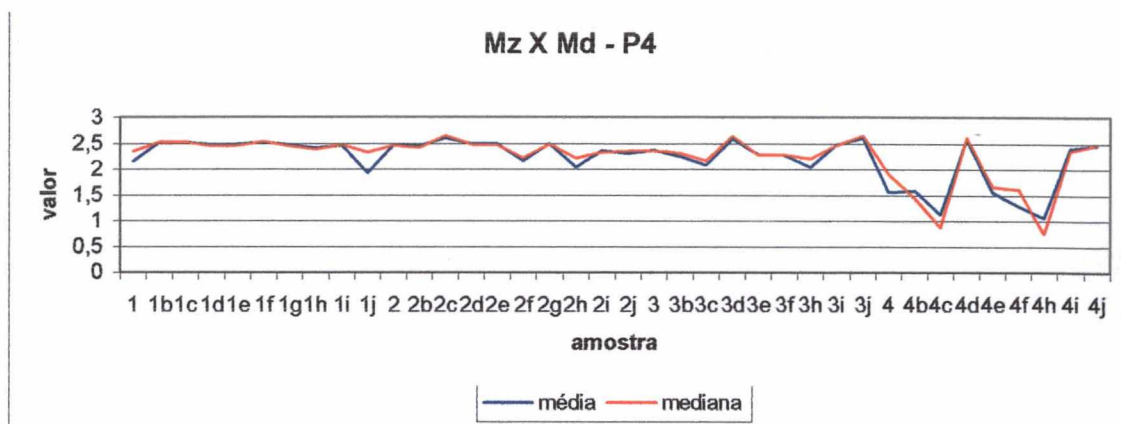
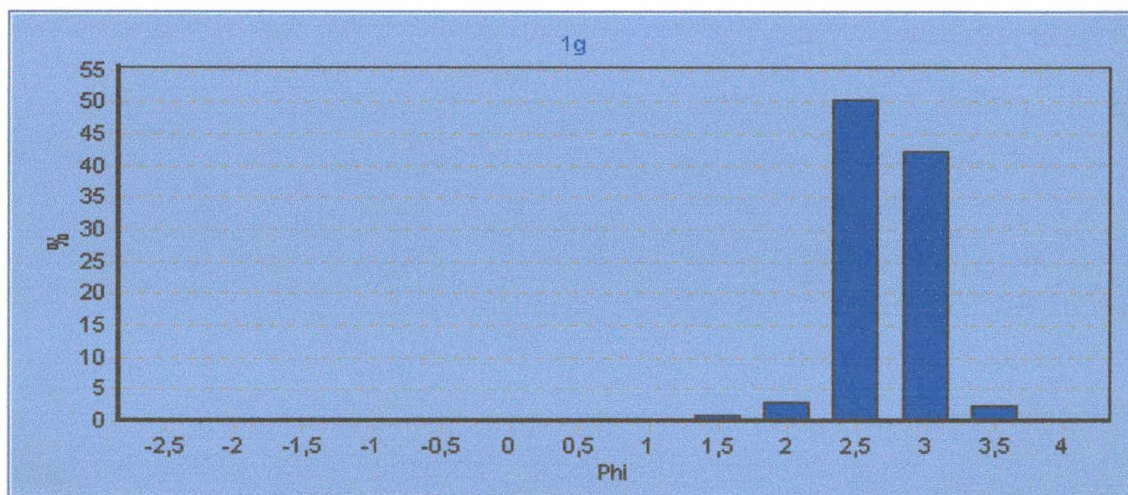
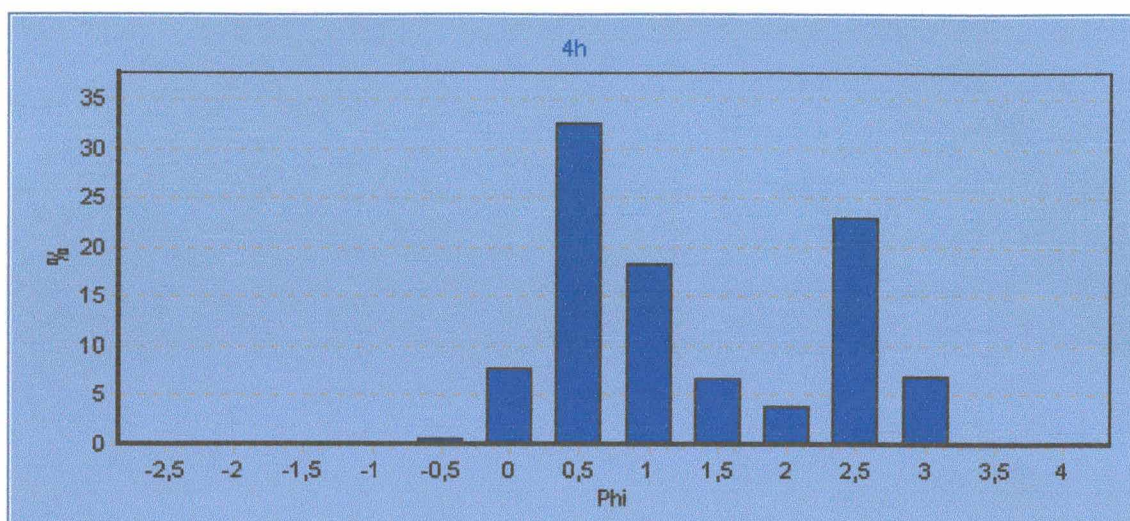


Gráfico 15: Média e mediana - perfil 4.

A análise dos histogramas de frequência simples revelou que quase todas amostras são unimodais, com diâmetro modal de 2,5 ϕ (areia fina). Entretanto no estirâncio inferior observou-se algumas amostras polimodais, com areias grossas (0,5 e 1,0 ϕ) e areias finas (2,5 ϕ). Abaixo são apresentados os histogramas representativos da maioria das amostras do perfil 4 e também das amostras polimodais encontradas no estirâncio inferior deste perfil.



Histograma 4: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada na duna frontal do perfil 4. Notar o predomínio dos grãos de 2,5 ϕ . Esta amostra representa a maioria das amostras deste perfil.



Histograma 4.1: Histograma de frequência simples de uma amostra polimodal coletada no estirâncio inferior do perfil 4. Notar o predomínio dos grãos de 0,5, 2,5 e 1,0 ϕ , respectivamente.

Os dados da análise granulométrica do perfil 4 estão sintetizados na Tabela 17. A análise desta tabela revela que as amostras do perfil 4 apresentam valores da média (M_z) entre 1,058 e 2,607 ϕ e da mediana (M_d) entre 0,748 e 2,648 ϕ .

A análise da Tabela 17 revela que das 38 amostras analisadas, 31 (81,6%) apresentam valores de M_z entre 2 e 3 ϕ (areia fina) e 7 (18,4%) apresentam valores entre 0 e 1 ϕ (areia média). O desvio padrão variou entre 0,2993 e 1,17. Das 38 amostras, 14 (36,85%) são classificadas como muito bem selecionadas, 12 (31,6%) são classificadas como moderadamente selecionadas, 10 (26,3%) são classificadas como bem selecionadas e duas amostras (5,25%) são classificadas como pobremente selecionadas.

O Gráfico 15.1 apresenta uma comparação entre os valores da média (M_z) e do desvio padrão (σ) das amostras coletadas no perfil 4. Quase a totalidade das amostras da duna frontal, do pós-praia e do estirâncio superior situam-se entre 2 e 2,5 ϕ , com desvio padrão abaixo de 0,75, indicando que nestes subambientes o perfil 4 é constituído por areias finas moderadamente à muito bem selecionadas. No estirâncio inferior a média variou entre 1 e 2,6 ϕ e o desvio padrão variou entre 0,5 e 1, indicando que este subambiente é constituído por areias médias a finas moderadamente selecionadas. Assim como nas amostras dos perfis 1, 2 e 3, observou-se que a diminuição nos valores da média é acompanhada por um aumento no grau de seleção.

A análise dos histogramas revela que as amostras encontradas no estirâncio inferior contendo areias médias, na realidade são amostras polimodais contendo uma mistura de areias finas, médias e grossas.

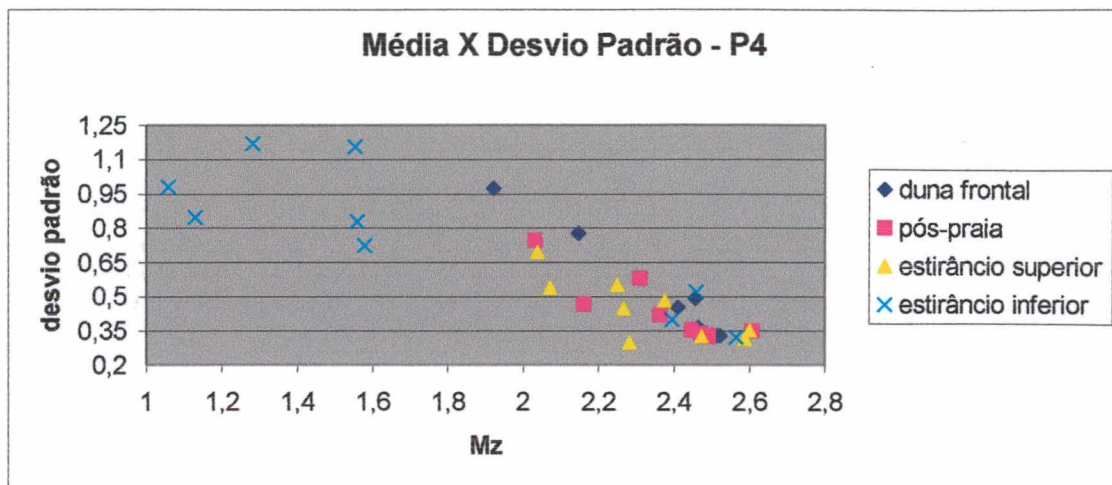


Gráfico 15.1: Média versus desvio padrão - perfil 4.

A Tabela 17 mostra que das 38 amostras analisadas, 18 (47,35%) são classificadas como aproximadamente simétricas, 17 (44,75%) são classificadas como negativas ou muito negativas e apenas 3 (7,9%) são classificadas como positivas ou muito positivas.

O Gráfico 15.2 apresenta uma comparação entre os valores da média (M_z) e da assimetria (SKI) das amostras do perfil 4. A análise deste gráfico evidencia claramente que a maioria das amostras apresentam valores de assimetria entre +0,1 e -0,3 indicando que as amostras do perfil 4 são aproximadamente simétricas a negativas. Há uma nítida diferença no comportamento das amostras do estirâncio inferior, as quais tiveram uma assimetria variando entre muito positiva a muito negativa.

Assim como no perfil 3, observou-se que a medida que diminui os valores da média aumenta os valores de assimetria, mas nas amostras polimodais do estirâncio inferior tal relação não foi verificada, assim como também não se verificou nas amostras polimodais do perfil 3, o que talvez indique que tal relação só é perceptível em amostras onde há predomínio de areias finas e melhor selecionadas.

O Gráfico 15.3 mostra o percentual médio das areias de diferentes granulometrias existentes nos subambientes do perfil 4. A análise deste gráfico evidencia que no perfil 4 predominam areias finas (acima de 55% em todos os subambientes). Embora as areias finas sejam predominantes percebe-se que o percentual de areias grossas e médias aumenta das dunas em direção ao estirâncio inferior.

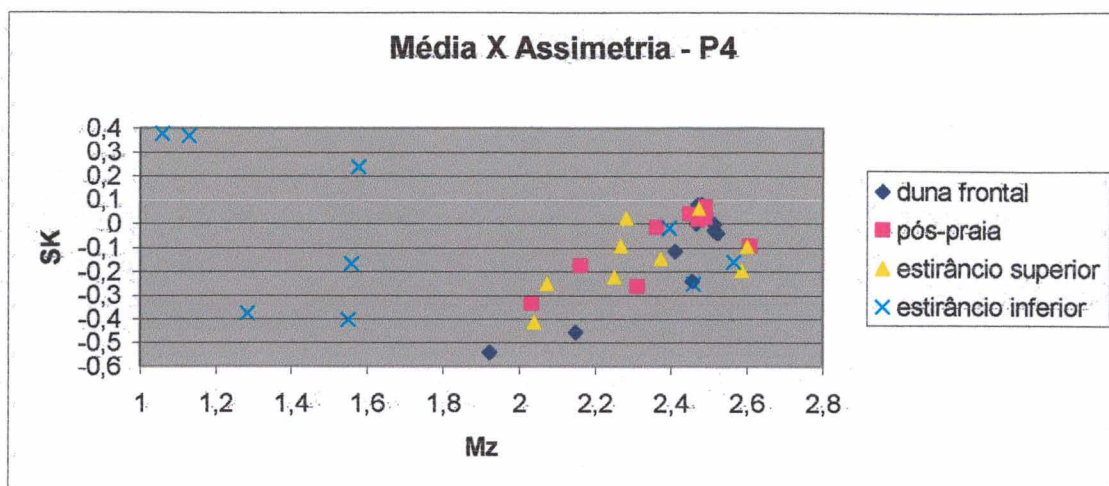


Gráfico 15.2: Média versus assimetria - perfil 4.

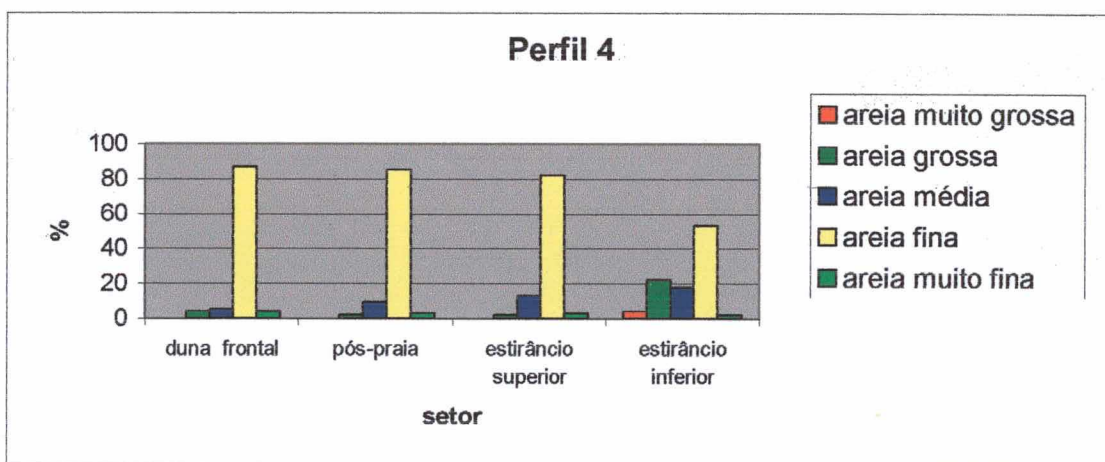


Gráfico 15.3: Percentual médio das areias de diferentes granulometrias ao longo do perfil 4.

Tabela 17: Planilha granulométrica das amostras do perfil 4.

Campanha	Setor	Amostra	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação	Ski	Classificação
1	duna frontal	1	2,148	Areia fina	2,346	0,7773	Moderadamente selec.	-0,4565	Muito negativa
2	duna frontal	1b	2,513	Areia fina	2,52	0,3295	Muito bem selec.	-0,02949	Aprox. simétrica
3	duna frontal	1c	2,513	Areia fina	2,513	0,3298	Muito bem selec.	-0,00177	Aprox. simétrica
4	duna frontal	1d	2,466	Areia fina	2,449	0,3633	Bem selec.	0,000652	Aprox. simétrica
5	duna frontal	1e	2,481	Areia fina	2,462	0,3244	Muito bem selec.	0,08195	Aprox. simétrica
6	duna frontal	1f	2,522	Areia fina	2,531	0,3281	Muito bem selec.	-0,03813	Aprox. simétrica
7	duna frontal	1g	2,469	Areia fina	2,45	0,329	Muito bem selec.	0,07852	Aprox. simétrica
8	duna frontal	1h	2,411	Areia fina	2,387	0,4532	Bem selec.	-0,1157	Negativa
9	duna frontal	1i	2,457	Areia fina	2,467	0,4927	Bem selec.	-0,2408	Negativa
10	duna frontal	1j	1,921	Areia média	2,32	0,9756	Moderadamente selec.	-0,5419	Muito negativa
1	pós-praia	2	2,47	Areia fina	2,459	0,3398	Muito bem selec.	0,01547	Aprox. simétrica
2	pós-praia	2b	2,449	Areia fina	2,422	0,3552	Bem selec.	0,04268	Aprox. simétrica
3	pós-praia	2c	2,607	Areia fina	2,648	0,3493	Muito bem selec.	-0,09394	Aprox. simétrica
4	pós-praia	2d	2,492	Areia fina	2,486	0,3269	Muito bem selec.	0,02137	Aprox. simétrica
5	pós-praia	2e	2,49	Areia fina	2,472	0,3226	Muito bem selec.	0,07479	Aprox. simétrica
6	pós-praia	2f	2,161	Areia fina	2,212	0,4676	Bem selec.	-0,1757	Negativa
7	pós-praia	2g	2,488	Areia fina	2,483	0,3313	Muito bem selec.	0,02209	Aprox. simétrica
8	pós-praia	2h	2,031	Areia fina	2,207	0,7476	Moderadamente selec.	-0,337	Muito negativa
9	pós-praia	2i	2,362	Areia fina	2,324	0,4179	Bem selec.	-0,01538	Aprox. simétrica
10	pós-praia	2j	2,31	Areia fina	2,342	0,5814	Moderadamente selec.	-0,2639	Negativa
1	estir. superior	3	2,374	Areia fina	2,359	0,4833	Bem selec.	-0,1481	Negativa
2	estir. superior	3b	2,25	Areia fina	2,307	0,5503	Moderadamente selec.	-0,2236	Negativa
3	estir. superior	3c	2,072	Areia fina	2,165	0,5405	Moderadamente selec.	-0,2519	Negativa
4	estir. superior	3d	2,586	Areia fina	2,627	0,3141	Muito bem selec.	-0,1954	Negativa
5	estir. superior	3e	2,282	Areia fina	2,275	0,2993	Muito bem selec.	0,02392	Aprox. simétrica
6	estir. superior	3f	2,267	Areia fina	2,269	0,446	Bem selec.	-0,09353	Aprox. simétrica
8	estir. superior	3h	2,038	Areia fina	2,196	0,6975	Moderadamente selec.	-0,4133	Muito negativa
9	estir. superior	3i	2,474	Areia fina	2,459	0,3274	Muito bem selec.	0,06336	Aprox. simétrica
10	estir. superior	3j	2,6	Areia fina	2,641	0,3512	Bem selec.	-0,09675	Aprox. simétrica

Continuação Tabela 17.

Campanha	Setor	Amostra	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação	Ski	Classificação
1	estir. inferior	4	1,551	Areia média	1,896	1,157	Pobrememente selec.	-0,4041	Muito negativa
2	estir. inferior	4b	1,577	Areia média	1,441	0,726	Moderadamente selec.	0,2391	Positiva
3	estir. inferior	4c	1,129	Areia média	0,8752	0,8478	Moderadamente selec.	0,3695	Muito positiva
4	estir. inferior	4d	2,564	Areia fina	2,6	0,3204	Muito bem selec.	-0,1618	Negativa
5	estir. inferior	4e	1,559	Areia média	1,659	0,8301	Moderadamente selec.	-0,1652	Negativa
6	estir. inferior	4f	1,282	Areia média	1,607	1,17	Pobrememente selec.	-0,3764	Muito negativa
8	estir. inferior	4h	1,058	Areia média	0,748	0,9818	Moderadamente selec.	0,3775	Muito positiva
9	estir. inferior	4i	2,396	Areia fina	2,361	0,3993	Bem selec.	-0,01783	Aprox. simétrica
10	estir. inferior	4j	2,459	Areia fina	2,465	0,5194	Moderadamente selec.	-0,2535	Negativa

6.5.5. Dados granulométricos do perfil 5

O Gráfico 16 apresenta uma comparação entre os valores da média (Mz) e da mediana (Md) das amostras do perfil 5. A análise deste gráfico revela que boa parte das amostras apresentam valores da média semelhantes aos da mediana, indicando que a maioria das amostras do perfil 5 são unimodais, no entanto a análise dos histogramas de frequência simples revelou a presença de amostras polimodais.

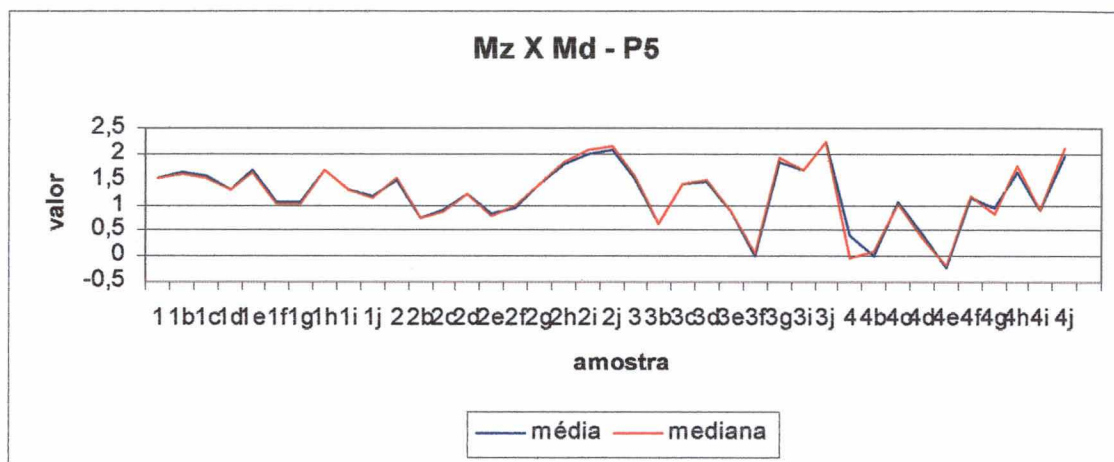
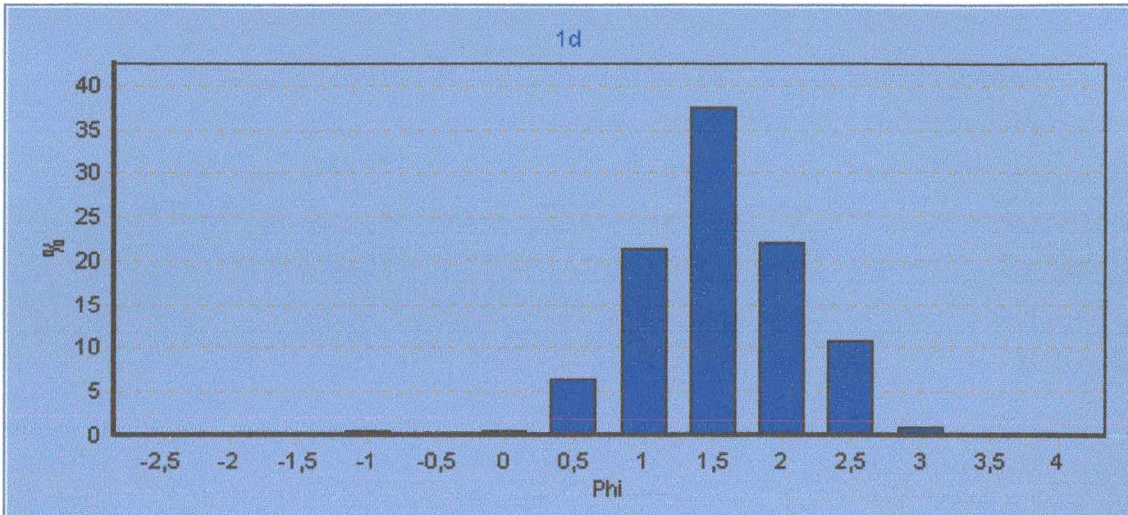
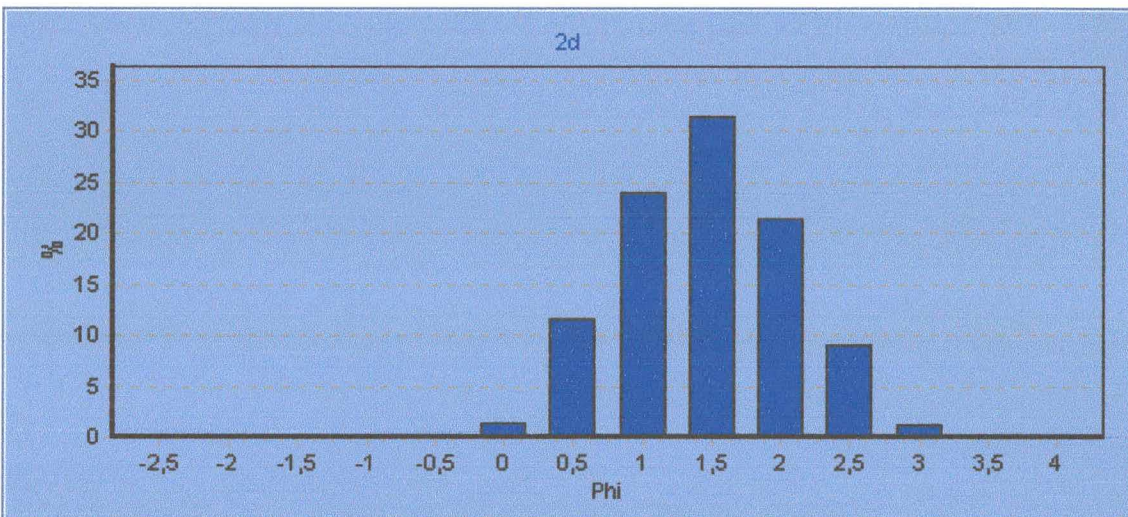


Gráfico 16: Média e mediana - perfil 5.

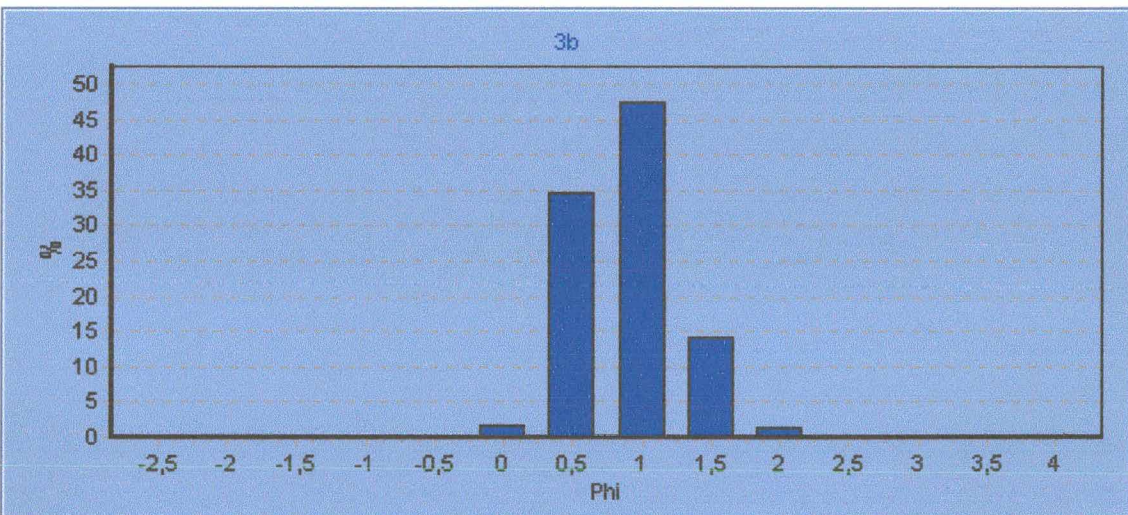
A análise dos histogramas de frequência simples revelou que o diâmetro modal das amostras da duna frontal é de 1,5 ϕ (areia média). Nas amostras do pós-praia e do estirâncio superior o diâmetro modal variou entre 1 e 1,5 ϕ (areia grossa e média, respectivamente) e nas amostras do estirâncio inferior o diâmetro modal variou entre 0 e 0,5 ϕ (areia muito grossa e grossa, respectivamente). A maiorias das amostras são unimodais, poucas amostras foram classificadas como bi ou polimodais, as quais somente não foram observadas na duna frontal, indicando que a mistura de populações granulométricas diferentes ocorre nos outros subambientes. Abaixo são apresentados os histogramas de amostras representativas de cada um dos subambientes praias do perfil 5 e também das amostras polimodais encontradas.



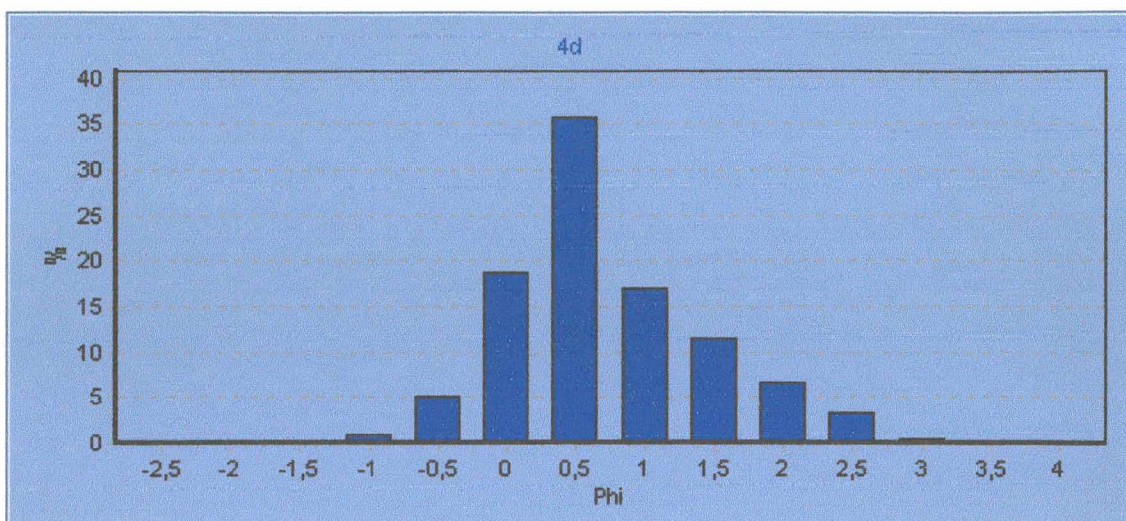
Histograma 5: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada na duna frontal do perfil 5. Notar o predomínio dos grãos de 1,5 ϕ .



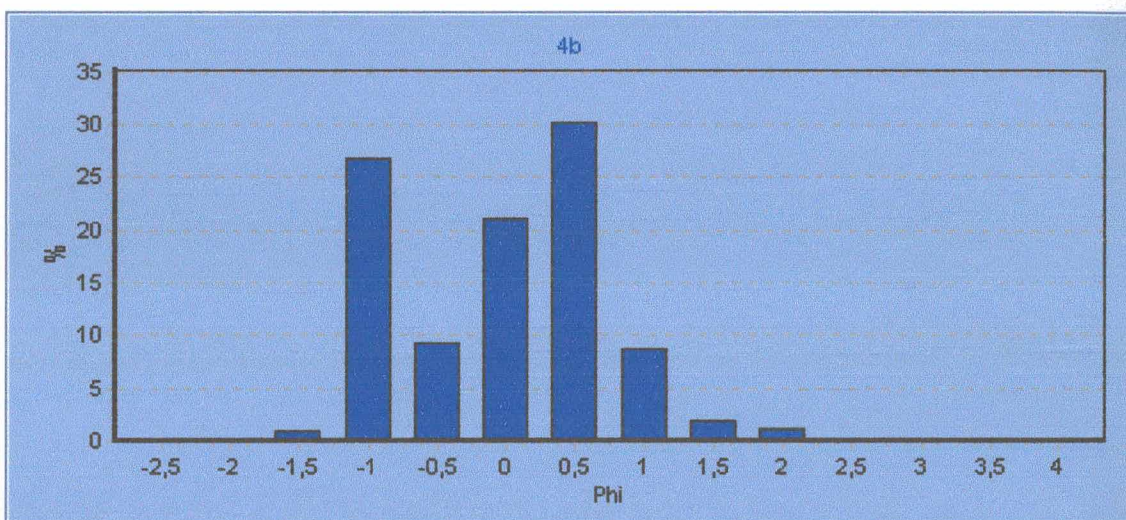
Histograma 5.1: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada no pós-praia do perfil 5. Notar o predomínio dos grãos de 1,5 ϕ .



Histograma 5.2: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada no estrâncio superior do perfil 5. Notar o predomínio dos grãos de 1,0 ϕ .



Histograma 5.3: Histograma de frequência simples de uma amostra unimodal coletada no estrâncio inferior do perfil 5. Notar o predomínio dos grãos de $0,5 \phi$.



Histograma 5.4: Histograma de frequência simples de uma amostra polimodal coletada no estrâncio inferior do perfil 5. Notar o predomínio dos grãos de $0,5$, $-1,0$ e 0ϕ , respectivamente.

Os dados da análise granulométrica do perfil 5 estão sintetizados na Tabela 18. A análise desta tabela revela que nas amostras do perfil 5 a média (Mz) variou entre $-0,2141$ e $2,085 \phi$ e a mediana (Md) entre $-0,1725$ e $2,147 \phi$. A análise da Tabela 18 mostra que das 39 amostras, 24 (61,5%) são classificadas como areia média, 12 (30,8%) são classificadas como areia grossa, duas amostras (5,1%) são classificadas como areia fina, apenas uma amostra (2,6%) foi classificada como areia muito grossa.

Quase todas as amostras são classificadas como moderadamente selecionadas, das 39 amostras analisadas, 33 (84,7%) são classificadas como tal, 4 (10,2%) são classificadas como bem selecionadas e duas amostras (5,1%) são classificadas como pobremente selecionadas.

O Gráfico 16.1 apresenta uma comparação entre os valores da média (Mz) e do desvio padrão (σ) das amostras coletadas no perfil 5. Nas amostras da duna frontal a média variou entre 1 e 1,8 ϕ e o desvio padrão oscilou entre 0,5 e 0,8 indicando que este subambiente é constituído por areias médias moderadamente selecionadas. As amostras do pós-praia e do estirâncio superior apresentam desde areias finas até areias grossas, com a média variando entre 0,5 e 2,5 ϕ , a maioria das amostras situam-se no intervalo das areias médias (1 a 2 ϕ) com valores de desvio padrão entre 0,5 e 0,8, o que indica que de maneira geral, o pós-praia e o estirâncio superior do perfil 5 são constituídos predominantemente por areias médias moderadamente selecionadas com uma pequena mistura de areias grossas e ocasionalmente areias finas. O estirâncio inferior apresenta uma mistura de areias grossas e médias, com a média oscilando entre 0 e 2 ϕ e desvio padrão entre 0,5 e 1 (moderadamente selecionadas), no entanto as areias grossas predominam sobre as médias. Assim como observado na análise das amostras dos outros perfis observa-se uma tendência de aumento do grau de seleção com a diminuição do tamanho do grão.

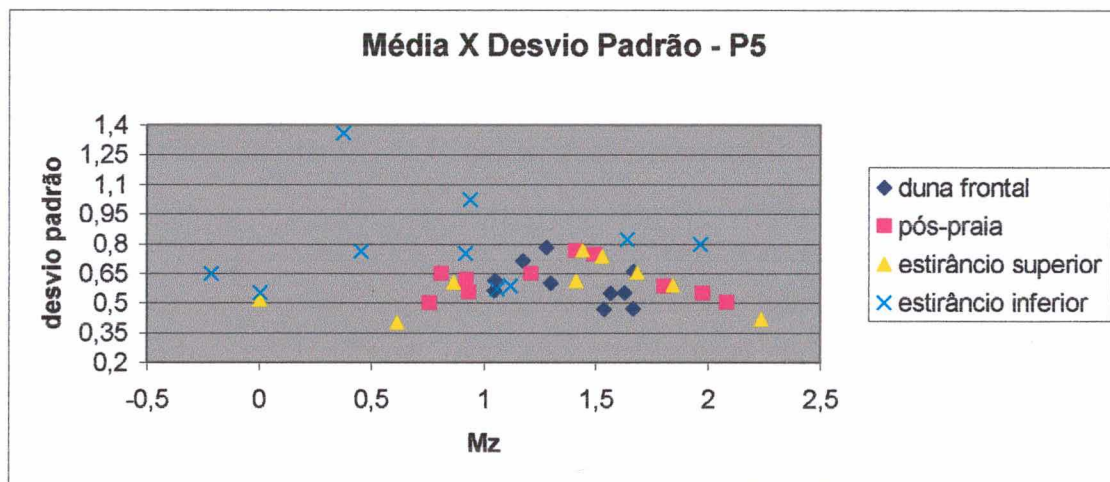


Gráfico 16.1: Média versus desvio padrão - perfil 5.

A Tabela 18 evidencia que das 39 amostras analisadas, 22 (56,4%) são classificadas como aproximadamente simétricas, 12 (30,8%) são classificadas como negativas ou muito negativas e 5 (12,8%) são classificadas como positivas ou muito positivas.

O Gráfico 15.2 apresenta uma comparação entre os valores da média (Mz) e da assimetria (Ski) das amostras do perfil 5. A análise deste gráfico evidencia que quase todas as amostras da duna frontal apresentam valores de assimetria entre +0,1 e -0,1

indicando que as amostras deste subambiente são aproximadamente simétricas. A maioria das amostras do pós-praia e do estirâncio superior apresentam valores de assimetria entre +0,1 e -0,2 sendo classificadas como aproximadamente simétricas e negativas. Nas amostras do estirâncio inferior não se verificou um padrão definido, pois a assimetria variou entre muito positiva a muito negativa.

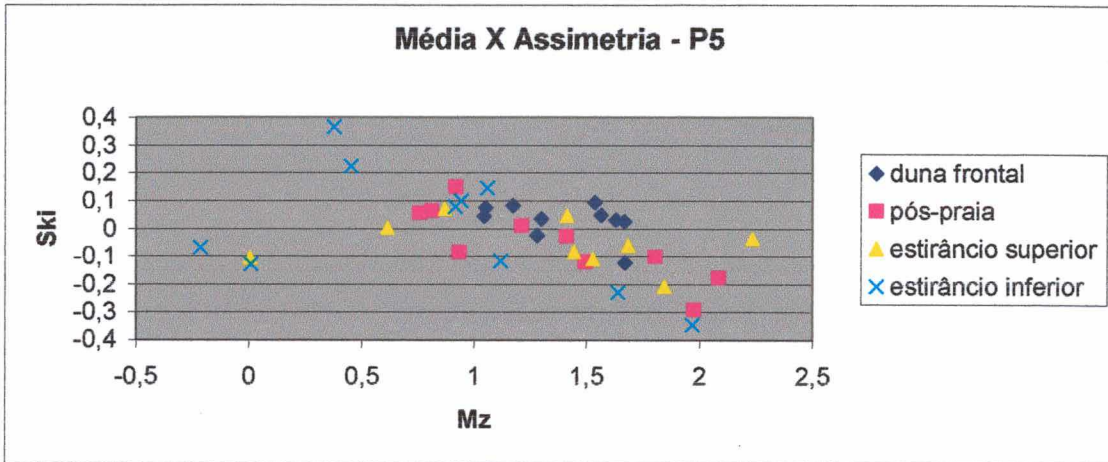


Gráfico 16.2: Média versus assimetria - perfil 5.

O Gráfico 16.3 mostra o percentual médio das areias de diferentes granulometrias existentes nos subambientes do perfil 5. A análise deste gráfico evidencia que as areias médias predominam na duna frontal e no pós-praia. No estirâncio superior o percentual de areias médias diminui ficando quase na mesma proporção que as areias grossas. No estirâncio inferior as areias grossas são predominantes e observasse uma grande concentração de areias muito grossas. Através deste gráfico pode-se perceber que o percentual de areias grossas aumenta da duna frontal em direção ao estirâncio inferior.

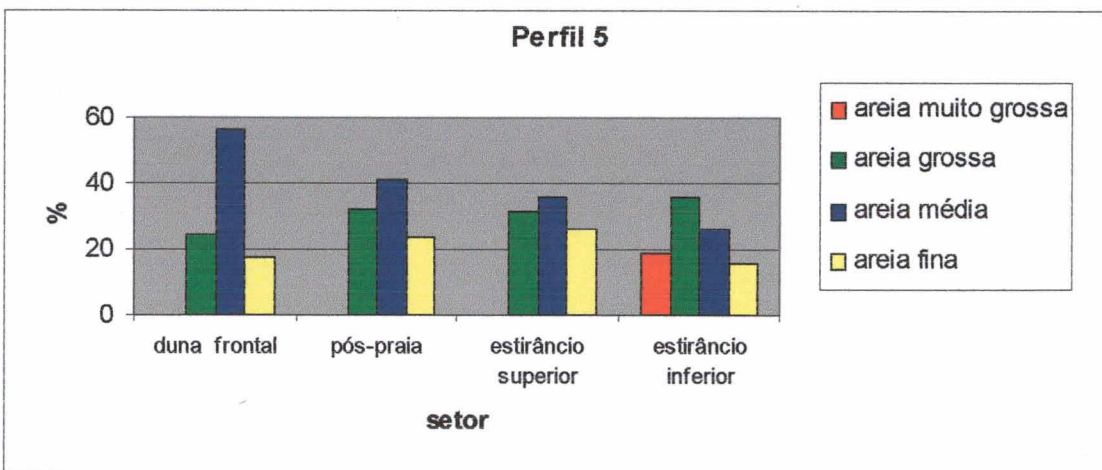


Gráfico 16.3: Percentual médio das areias de diferentes granulometrias ao longo do perfil 5.

Tabela 18: Planilha granulométrica das amostras do perfil 5.

Campanha	Setor	Amostra	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação	Ski	Classificação
1	duna frontal	1	1,537	Areia média	1,507	0,4677	Bem selec.	0,09605	Aprox. simétrica
2	duna frontal	1b	1,63	Areia média	1,596	0,551	Moderadamente selec.	0,03115	Aprox. simétrica
3	duna frontal	1c	1,565	Areia média	1,526	0,5487	Moderadamente selec.	0,04975	Aprox. simétrica
4	duna frontal	1d	1,299	Areia média	1,285	0,6014	Moderadamente selec.	0,03618	Aprox. simétrica
5	duna frontal	1e	1,667	Areia média	1,662	0,4711	Bem selec.	0,02691	Aprox. simétrica
6	duna frontal	1f	1,05	Areia média	1,026	0,6144	Moderadamente selec.	0,0752	Aprox. simétrica
7	duna frontal	1g	1,047	Areia média	1,037	0,5636	Moderadamente selec.	0,04376	Aprox. simétrica
8	duna frontal	1h	1,67	Areia média	1,692	0,6603	Moderadamente selec.	-0,1235	Negativa
9	duna frontal	1i	1,28	Areia média	1,285	0,7818	Moderadamente selec.	-0,02337	Aprox. simétrica
10	duna frontal	1j	1,174	Areia média	1,14	0,7159	Moderadamente selec.	0,08452	Aprox. simétrica
1	pós-praia	2	1,493	Areia média	1,531	0,7452	Moderadamente selec.	-0,1211	Negativa
2	pós-praia	2b	0,7565	Areia grossa	0,7447	0,5017	Moderadamente selec.	0,05534	Aprox. simétrica
3	pós-praia	2c	0,9212	Areia grossa	0,8751	0,6215	Moderadamente selec.	0,1506	Positiva
4	pós-praia	2d	1,212	Areia média	1,208	0,651	Moderadamente selec.	0,01043	Aprox. simétrica
5	pós-praia	2e	0,8118	Areia grossa	0,7968	0,6494	Moderadamente selec.	0,06323	Aprox. simétrica
6	pós-praia	2f	0,9336	Areia grossa	0,9847	0,5571	Moderadamente selec.	-0,08542	Aprox. simétrica
7	pós-praia	2g	1,411	Areia média	1,4	0,7669	Moderadamente selec.	-0,02755	Aprox. simétrica
8	pós-praia	2h	1,804	Areia média	1,843	0,5834	Moderadamente selec.	-0,1013	Negativa
9	pós-praia	2i	1,976	Areia média	2,077	0,5491	Moderadamente selec.	-0,2915	Negativa
10	pós-praia	2j	2,085	Areia fina	2,147	0,5056	Moderadamente selec.	-0,1787	Negativa
1	estir. superior	3	1,528	Areia média	1,571	0,7382	Moderadamente selec.	-0,1098	Negativa
2	estir. superior	3b	0,6151	Areia grossa	0,6418	0,4012	Bem selec.	0,003547	Aprox. simétrica
3	estir. superior	3c	1,414	Areia média	1,393	0,6106	Moderadamente selec.	0,04588	Aprox. simétrica
4	estir. superior	3d	1,444	Areia média	1,468	0,7688	Moderadamente selec.	-0,084	Aprox. simétrica
5	estir. superior	3e	0,8678	Areia grossa	0,8662	0,6027	Moderadamente selec.	0,07208	Aprox. simétrica
6	estir. superior	3f	0,00453	Areia grossa	0,04864	0,5172	Moderadamente selec.	-0,1032	Negativa
7	estir. superior	3g	1,843	Areia média	1,928	0,5908	Moderadamente selec.	-0,2068	Negativa
9	estir. superior	3i	1,684	Areia média	1,696	0,6554	Moderadamente selec.	-0,06078	Aprox. simétrica
10	estir. superior	3j	2,236	Areia fina	2,246	0,4182	Bem selec.	-0,03635	Aprox. simétrica

Continuação Tabela 18.

Campanha	Setor	Amostra	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação	Ski	Classificação
1	estir. inferior	4	0,3782	Areia grossa	-0,0407	1,36	Pobremente selec.	0,3657	Muito positiva
2	estir. inferior	4b	0,0078	Areia grossa	0,0662	0,5523	Moderadamente selec.	-0,127	Negativa
3	estir. inferior	4c	1,06	Areia média	1,003	0,5721	Moderadamente selec.	0,1462	Positiva
4	estir. inferior	4d	0,453	Areia grossa	0,3458	0,7612	Moderadamente selec.	0,2236	Positiva
5	estir. inferior	4e	-0,2141	Areia muito grossa	-0,1725	0,651	Moderadamente selec.	-0,06773	Aprox. simétrica
6	estir. inferior	4f	1,119	Areia média	1,162	0,5885	Moderadamente selec.	-0,1149	Negativa
7	estir. inferior	4g	0,9425	Areia grossa	0,8177	1,026	Pobremente selec.	0,1007	Positiva
8	estir. inferior	4h	1,639	Areia média	1,777	0,8209	Moderadamente selec.	-0,2278	Negativa
9	estir. inferior	4i	0,917	Areia grossa	0,8869	0,7526	Moderadamente selec.	0,07894	Aprox. simétrica
10	estir. inferior	4j	1,968	Areia média	2,114	0,7999	Moderadamente selec.	-0,3459	Muito negativa

6.5.6. Distribuição granulométrica ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina

Visando determinar a distribuição granulométrica ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina, foram coletadas amostras de sedimentos no estirâncio superior ao longo do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras e nas praias da Galheta e Mole. Ao todo foram coletadas 24 amostras (Figura 16). Esta coleta se fez necessária devido a carência de estudos sedimentológicos de detalhe nestas praias.

No sistema praial Moçambique - Barra da Lagoa e na praia da Armação não foi necessário coletar amostras, pois já tinham sido coletadas nos estudos anteriormente realizados por Leal (1999) e Abreu de Castilhos (1995). Utilizando os dados destes dois pesquisadores (Figura 16) e os dados obtidos nesta pesquisa foi possível determinar as variações na distribuição do tamanho médio dos grãos e do grau de selecionamento dos sedimentos praias da costa leste da ilha de Santa Catarina.

É importante salientar que nesta análise foram integradas amostras obtidas em diferentes épocas. A análise conjunta destas amostras forneceu uma idéia geral da dinâmica envolvida na deposição dos sedimentos praias, ou seja, o somatório de todos os processos atuantes.

Serão apresentados a seguir os resultados obtidos da análise granulométrica realizada nas amostras obtidas ao longo do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras e nas praias da Galheta e Mole durante campanha realizada em setembro de 2001. Os dados da análise granulométrica destas amostras estão sintetizados na Tabela 19. De maneira a facilitar a análise serão apresentados em separado os resultados obtidos na praia da Galheta, na praia Mole e no sistema praial Joaquina – Morro das Pedras.

Posteriormente, será apresentada uma breve síntese dos resultados obtidos por Leal (*op. cit.*) no sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa e Abreu de Castilhos (*op. cit.*) na praia da Armação.

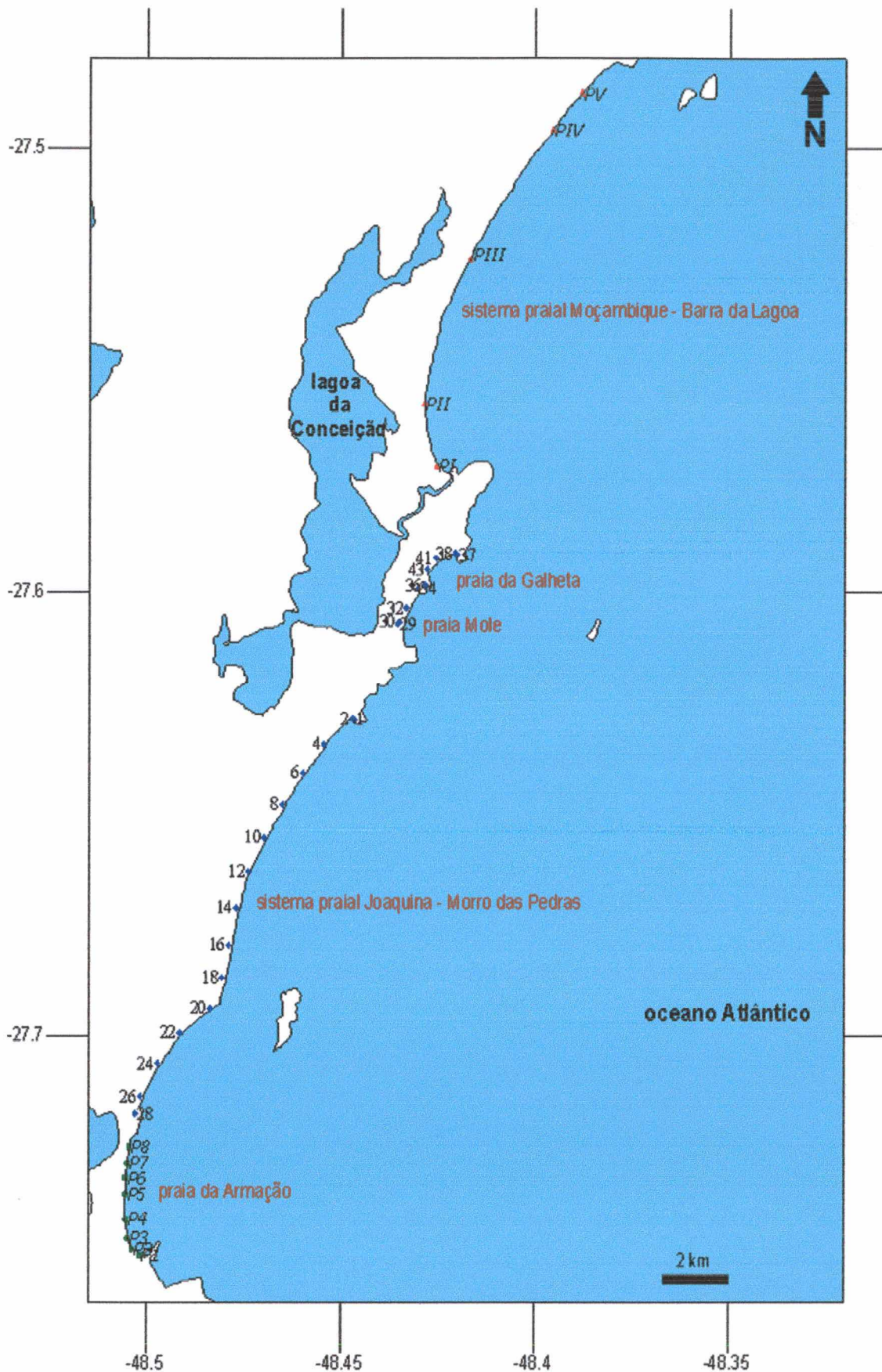


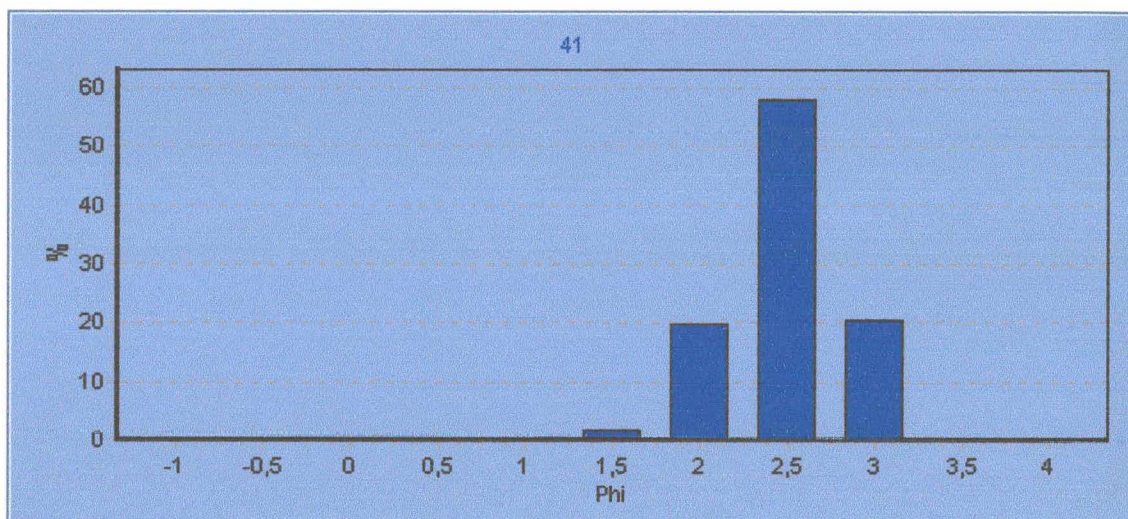
Figura 16: Pontos de coleta ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina. Os pontos na praia da Armação e no sistema praia Moçambique – Barra da Lagoa referem-se aos estudos de Abreu de Castilhos (1995) e Leal (1999), respectivamente, os outros se referem aos dados da presente pesquisa.

Tabela 19: Planilha granulométrica das amostras da costa leste da ilha de Santa Catarina.

Local	Amostra	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação	Ski	Classificação
Setor norte sistema praial Joaquina – Morro das Pedras	1	2,585	Areia fina	2,625	0,3087	Muito bem selec.	-0,1923	Negativa
	2	2,571	Areia fina	2,609	0,3086	Muito bem selec.	-0,1781	Negativa
Setor intermediário sistema praial Joaquina – Morro das Pedras	4	1,578	Areia média	1,461	0,5941	Moderadamente selec.	0,1988	Positiva
	6	1,455	Areia média	1,393	0,4902	Bem selec.	0,152	Positiva
Setor central sistema praial Joaquina – Morro das Pedras	8	1,651	Areia média	1,636	0,5624	Moderadamente selec.	-0,02444	Aprox. simétrica
	10	1,974	Areia média	2,054	0,4642	Bem selec.	-0,2629	Negativa
	12	1,969	Areia média	2,116	0,602	Moderadamente selec.	-0,4335	Muito negativa
	14	0,9315	Areia grossa	0,8167	0,7103	Moderadamente selec.	0,2726	Positiva
	16	2,014	Areia fina	2,12	0,4863	Bem selec.	-0,3138	Muito negativa
	18	1,322	Areia média	1,303	0,9132	Moderadamente selec.	0,04141	Aprox. simétrica
Setor sul sistema praial Joaquina – Morro das Pedras	20	1,947	Areia média	2,172	0,7926	Moderadamente selec.	-0,3952	Muito negativa
	22	-0,01823	Areia muito grossa	-0,07165	0,4141	Bem selec.	0,3085	Muito positiva
	24	0,9815	Areia grossa	0,9449	0,7287	Moderadamente selec.	0,1181	Positiva
	26	0,3832	Areia grossa	0,3412	0,5642	Moderadamente selec.	0,1305	Positiva
Setor sul sistema praial Joaquina – Morro das Pedras	28	-0,1229	Areia muito grossa	-0,1513	0,462	Bem selec.	0,06346	Aprox. simétrica
	29	1,372	Areia média	1,3	0,7114	Moderadamente selec.	0,09442	Aprox. simétrica
	30	1,772	Areia média	1,785	0,5545	Moderadamente selec.	-0,03318	Aprox. simétrica
	32	0,8966	Areia grossa	0,8894	0,5712	Moderadamente selec.	0,08107	Aprox. simétrica
	34	0,8086	Areia grossa	0,814	0,4917	Bem selec.	-0,01281	Aprox. simétrica
	36	0,5934	Areia grossa	0,447	0,7914	Moderadamente selec.	0,3246	Muito positiva
	37	2,245	Areia fina	2,252	0,4036	Bem selec.	-0,03987	Aprox. simétrica
	38	2,412	Areia fina	2,379	0,3646	Bem selec.	0,04017	Aprox. simétrica
Praia da Galheta	41	2,245	Areia fina	2,248	0,3844	Bem selec.	-0,01587	Aprox. simétrica
	43	2,095	Areia fina	2,156	0,5216	Moderadamente selec.	-0,1739	Negativa

6.5.7. Dados granulométricos da praia da Galheta

Nesta praia foram coletadas quatro amostras (amostras 37, 38, 41 e 43). A média (Mz) variou entre 2,156 e 2,379 ϕ (areia fina), somente a amostra 43 (coletada junto à ponta do Meio, que faz divisa com a praia Mole) foi classificada como moderadamente selecionada, as outras três amostras foram classificadas como bem selecionadas. A amostra 43 foi a que apresentou o menor percentual de areias finas (63%), enquanto que as outras amostras apresentam valores acima de 78%. A análise dos histogramas de frequência simples revelou que a moda (Mo) das quatro amostras foi 2,5 ϕ (areia fina). O percentual médio de areias finas foi de 77,5% e de areias médias foi de 21,5%. Pode-se considerar que ao longo da praia da Galheta predominam areias de granulometria fina bem selecionadas. Abaixo está um histograma representativo das quatro amostras analisadas na praia da Galheta.



Histograma 6: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas na praia da Galheta. Notar o predomínio dos grãos de 2,5 ϕ .

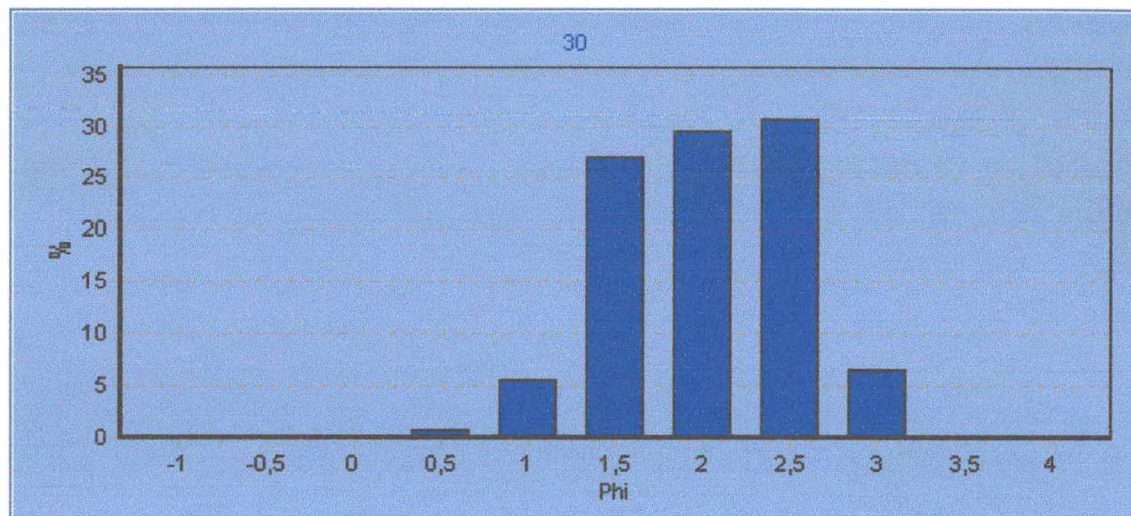
6.5.8. Dados granulométricos da praia Mole

Nesta praia foram coletadas cinco amostras. Pôde-se verificar através da análise granulométrica que esta praia apresenta uma gradação lateral dos sedimentos, com o tamanho médio dos grãos diminuindo de norte para sul.

As duas amostras coletadas no setor sul (amostras 29 e 30) apresentaram o predomínio de areias médias, a média (Mz) foi de 1,372 e 1,772 ϕ (areia média), sendo as duas classificadas como moderadamente selecionadas. A análise dos histogramas de

freqüência simples revelou que estas duas amostras são polimodais com o diâmetro modal de 1,5, 2,0 e 2,5 ϕ (areia média e fina, respectivamente).

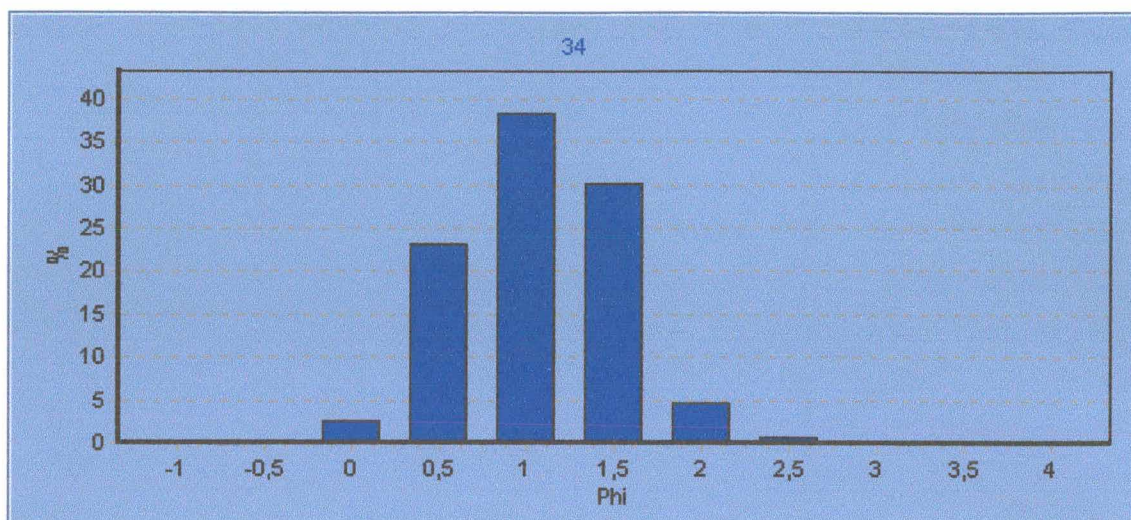
O percentual médio de areias médias foi 53%, areias finas 30% e areias grossas 17%. Pode-se considerar que o setor sul da praia Mole é composto por areias polimodais moderadamente selecionadas, onde predominam areias médias e areias finas em menor proporção. Abaixo está um histograma representativo das amostras polimodais encontradas no setor sul da praia Mole.



Histograma 7: Histograma de freqüência simples representativo das amostras polimodais encontradas no setor sul da praia Mole. Notar o predomínio dos grãos de 2,5, 2,0 e 1,5 ϕ .

As três amostras coletadas no setor norte da praia Mole (amostras 32, 34 e 36) apresentam o predomínio de areias grossas, a média (Mz) variou entre 0,5934 e 0,8966 ϕ (areia grossa), sendo que as três foram classificadas como moderadamente selecionadas. A análise dos histogramas de freqüência simples revelou que estas amostras são unimodais com diâmetro modal de 1,0 ϕ (areia grossa).

O percentual médio de areias grossas foi 57%, areias médias 30%, areias muito grossas 8% e areias finas 5%. Os dados revelam que o setor norte da praia Mole é composto predominantemente por areias moderadamente selecionadas, onde as areias grossas predominam sobre as areias médias. Abaixo está um histograma representativo das amostras encontradas no setor norte da praia Mole.



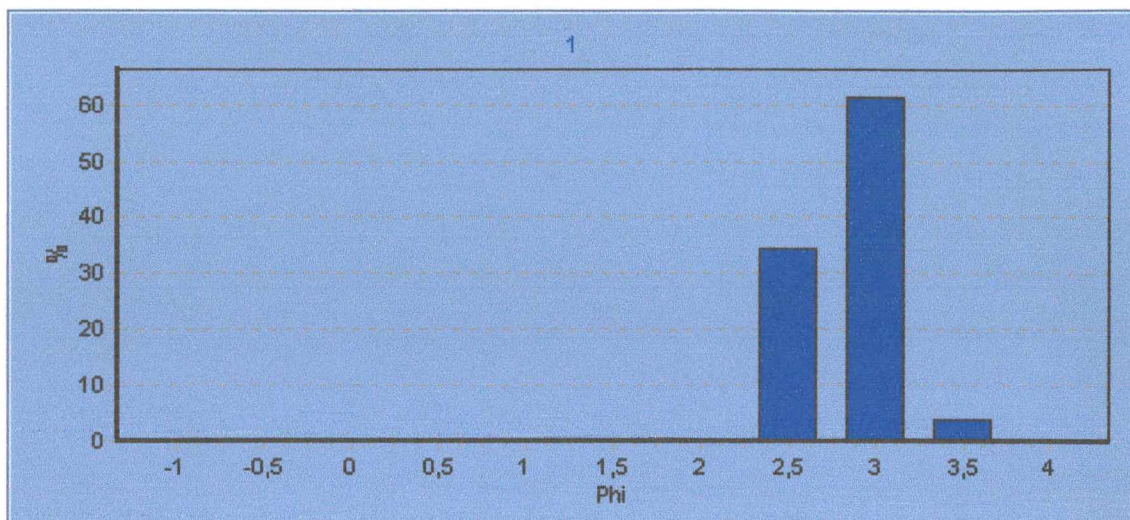
Histograma 8: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor norte da praia Mole. Notar o predomínio dos grãos de $1,0 \phi$.

6.5.9. Dados granulométricos do sistema praiial Joaquina – Morro das Pedras

Neste sistema foram coletadas quinze amostras. Através da análise granulométrica verificou-se que este sistema apresenta uma gradação lateral dos sedimentos, com o tamanho médio dos grãos tendendo a diminuir de sul para norte. Foram identificados quatro setores granulométricos distintos: norte, intermediário, central e sul.

No setor norte foram coletadas duas amostras (amostras 1 e 2), as quais apresentam média (Mz) de $2,571$ e $2,585 \phi$ (areia fina), as duas amostras foram classificadas como muito bem selecionadas e segundo a análise dos histogramas de frequência simples apresentam diâmetro modal de 3ϕ (areia fina). O percentual médio de areias finas foi 96%, areias muito finas 3,5% e areias médias apenas 0,5%.

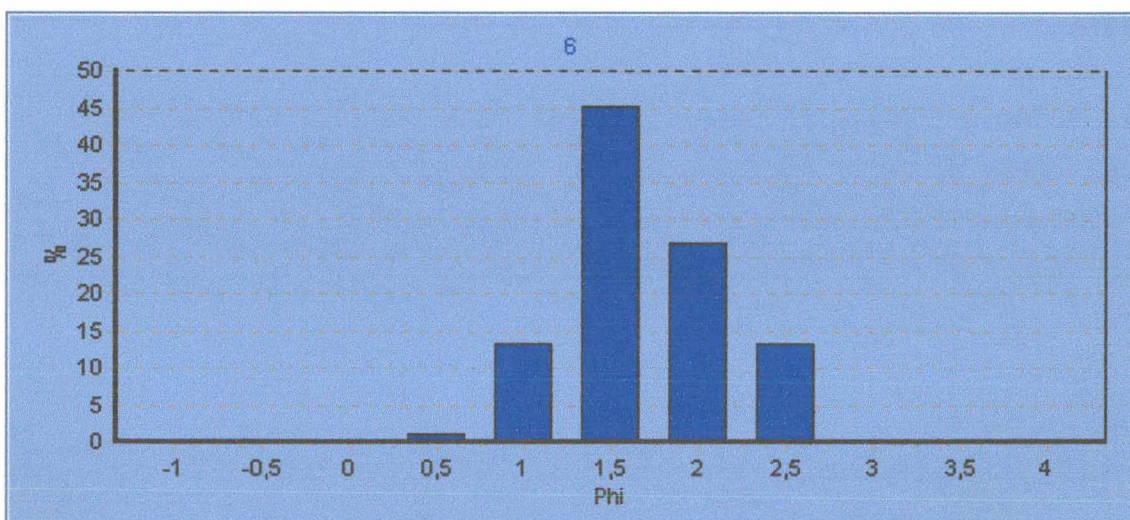
Tais características são muito semelhantes às encontradas no estrêncio superior do perfil 1, o que indica a predominância de areias finas muito bem selecionadas no extremo norte do sistema. Abaixo está um histograma representativo das amostras encontradas no setor norte do sistema praiial Joaquina – Morro das Pedras.



Histograma 9: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor norte do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras. Notar o predomínio dos grãos de 3,0 ϕ .

No setor intermediário do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras foram coletadas três amostras (amostras 4, 6 e 8), estas, apresentam média (Mz) entre 1,455 e 1,651 ϕ (areia média), foram classificadas entre bem e moderadamente selecionadas e de acordo com os histogramas de frequência simples o diâmetro modal é de 1,5 ϕ (areia média).

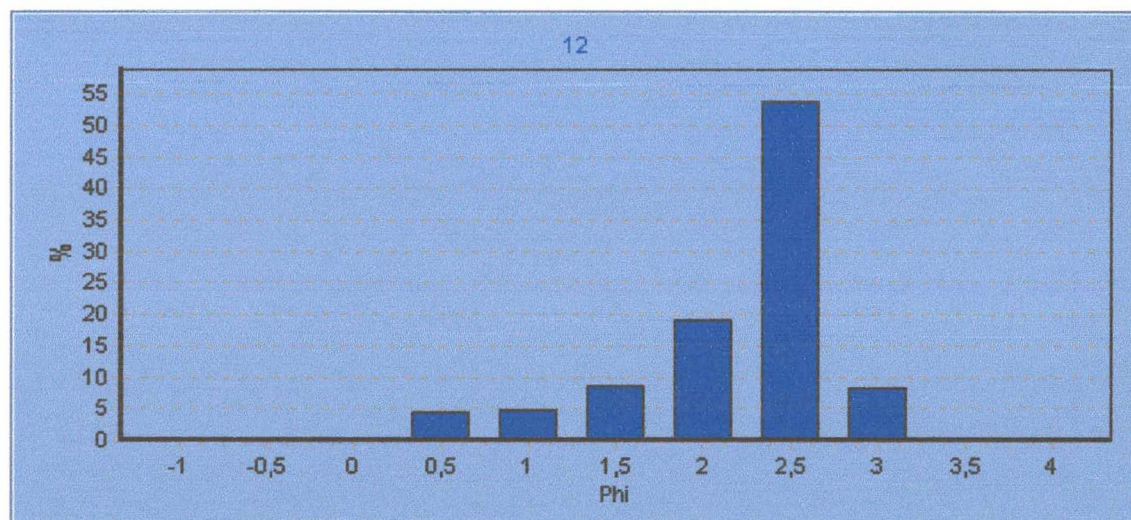
O percentual médio de areias médias foi 62%, areias finas 24% e areias grossas 14%. Estes dados levam a concluir que este setor apresenta o predomínio de areias médias, seguido das areias finas. Abaixo está um histograma representativo das amostras encontradas no setor intermediário do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras.



Histograma 10: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor intermediário do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras. Notar o predomínio dos grãos de 1,5 ϕ .

No setor central do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras foram coletadas seis amostras (amostras 10, 12, 14, 16, 18 e 20). A análise granulométrica revelou que a média (M_z) variou entre 0,9315 e 2,014 ϕ , ou seja, desde areias grossas até finas, as amostras foram classificadas entre bem a moderadamente selecionadas. A análise dos histogramas de frequência simples revelou que o diâmetro modal é 2,5 ϕ (areia fina), somente a amostra 14 apresentou moda igual a 1 ϕ (areia grossa). O percentual médio de areias finas foi 48%, areias médias 29%, areias grossas 22% e somente 1% de areias muito grossas.

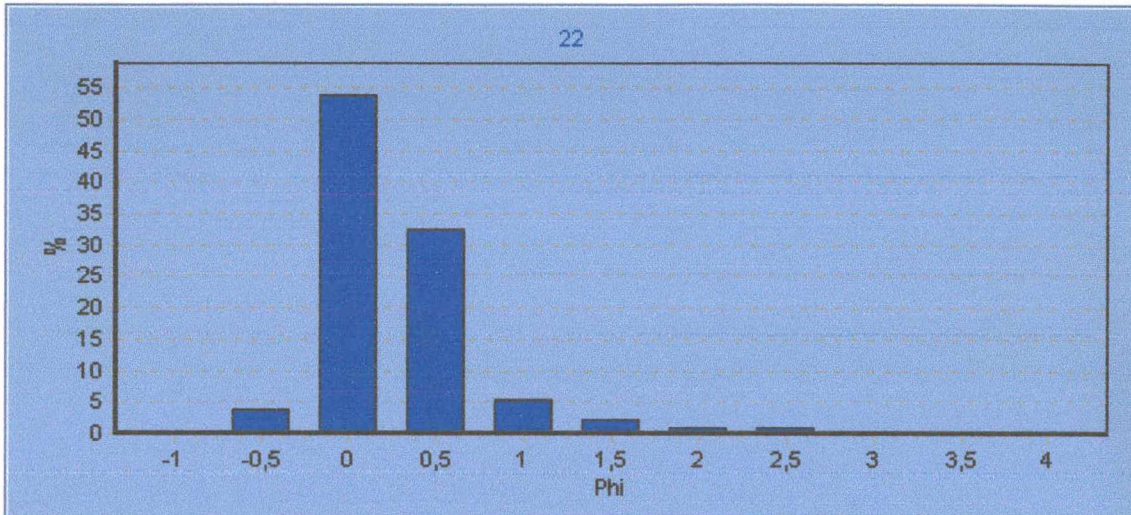
O dados evidenciam a predominância de areias finas, no entanto o percentual de areias médias e grossas também é bastante significativo. Estes dados são bastante semelhantes aos dados obtidos no estirâncio superior dos perfis 2, 3 e 4, onde se verificou o predomínio de areias finas, mas uma grande concentração de areias médias e grossas, o que fortalece a idéia de que o setor central do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras é constituído por uma mistura de areias finas, médias e grossas, onde predominam areias de granulometria fina. Abaixo está um histograma representativo da maioria das amostras encontradas no setor central do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras.



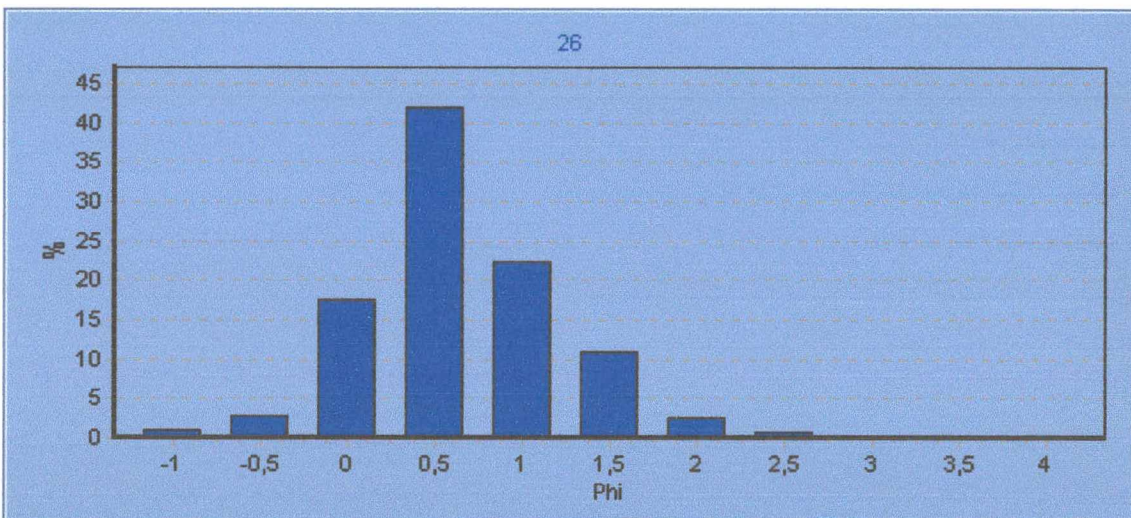
Histograma 11: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor central do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras. Notar o predomínio dos grãos de 2,5 ϕ .

No setor sul do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras foram coletadas quatro amostras (amostras 22, 24, 26 e 28), estas, apresentam a média (M_z) entre – 0,1229 e 0,9815 ϕ , ou seja, areias muito grossas e areias grossas. As amostras foram classificadas entre bem e moderadamente selecionadas e os histogramas de frequência

simples mostraram que o diâmetro modal de duas amostras é 0ϕ (areia muito grossa) e duas amostras apresentam diâmetro modal igual a $0,5 \phi$ (areia grossa). Abaixo estão dois histogramas representativos das amostras encontradas no setor sul do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras.



Histograma 12: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor central do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras. Notar o predomínio dos grãos de 0ϕ .



Histograma 13: Histograma de frequência simples representativo das amostras coletadas no setor central do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras. Notar o predomínio dos grãos de $0,5 \phi$.

O percentual médio de areias grossas foi 46%, areias muito grossas 37%, areias médias 14% e areias finas 3%. Pode-se notar o predomínio de areias grossas, seguido pelas areias muito grossas e em menor proporção as areias médias. Estes dados são bastante semelhantes aos dados obtidos no estirâncio do perfil 5, confirmando o predomínio de areias grossas e muito grossas no setor sul do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras.

6.5.10. Distribuição granulométrica ao longo do sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa (dados extraídos de Leal, 1999).

Leal (*op. cit.*), realizou coleta de sedimentos em cinco pontos amostrais ao longo do sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa. Estes pontos estão identificados em vermelho e com a letra “P” na Figura 16.

Seus dados mostram que ao longo deste sistema existem três setores granulométricos distintos. Nos setores norte e sul predominam areias de granulometria fina bem a muito bem selecionadas, enquanto que no setor central predomina uma mistura de areias de granulometria fina, média e grossa.

No setor sul do sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa as amostras coletadas no estirâncio superior apresentaram média (M_z) variando entre 2,33 e 2,76 ϕ (areia fina), foram classificadas entre muito bem à bem selecionadas e apresentaram diâmetro modal igual a 3,0 ϕ (areia fina). O percentual médio de areias finas foi 92%, areias médias 7% e areias grossas apenas 1%.

No setor norte as amostras coletadas apresentaram média (M_z) variando entre 2,33 e 2,52 ϕ (areia fina) e foram classificadas entre muito bem à bem selecionadas. A análise dos histogramas simples revelou que o diâmetro modal da maioria das amostras foi de 2,5 ϕ (areia fina). O percentual médio de areias finas foi 86%, areias médias 13% e areias grossas 1%.

No setor central as amostras apresentaram média (M_z) variando entre 0,01 e 2,32 ϕ , ou seja, desde areias grossas até areias finas e foram classificadas como bem a moderadamente selecionadas. A análise dos histogramas de frequência revelou que a maioria das amostras coletadas neste setor são bi ou polimodais, contendo uma mistura de areias finas, médias e grossas. O percentual médio de areias grossas foi 37%, areias finas 34% e areias médias 29%.

A Tabela 20 apresenta os dados da análise granulométrica realizada por Leal (*op. cit.*) nas amostras coletadas durante 6 campanhas no estirâncio superior de cinco perfis praias dispostos ao longo do sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa.

Tabela 20: Planilha granulométrica das amostras do sistema praias Moçambique – Barra da Lagoa.

Setor	Perfil	Data	Mz	Classificação	Md	σ	Classificação
Sul	1	16/07/97	2,61	Areia fina	2,68	0,42	Bem selec.
Sul	1	17/09/97	2,54	Areia fina	2,58	0,38	Bem selec.
Sul	1	20/11/97	2,33	Areia fina	2,48	0,5	Muito bem selec.
Sul	1	20/01/98	2,76	Areia fina	2,76	0,31	Muito bem selec.
Sul	1	09/04/98	2,68	Areia fina	2,7	0,31	Muito bem selec.
Sul	1	15/06/98	2,61	Areia fina	2,67	0,35	Muito bem selec.
Central	2	16/07/97	2,32	Areia fina	2,3	0,42	Bem selec.
Central	2	17/09/97	1,56	Areia média	1,58	0,66	Moderadamente selec.
Central	2	20/11/97	1,77	Areia média	1,83	0,61	Moderadamente selec.
Central	2	20/01/98	0,23	Areia grossa	0,03	0,83	Moderadamente selec.
Central	2	09/04/98	1,75	Areia média	1,81	0,65	Moderadamente selec.
Central	2	15/06/98	2,07	Areia fina	2,11	0,52	Moderadamente selec.
Central	3	16/07/97	2,26	Areia fina	2,27	0,48	Bem selec.
Central	3	17/09/97	0,73	Areia grossa	0,42	0,88	Moderadamente selec.
Central	3	20/11/97	1,13	Areia média	0,97	0,83	Moderadamente selec.
Central	3	20/01/98	0,33	Areia grossa	0,28	0,41	Bem selec.
Central	3	09/04/98	0,85	Areia grossa	0,8	0,67	Moderadamente selec.
Central	3	15/06/98	1,53	Areia média	1,74	0,88	Moderadamente selec.
Central	4	16/07/97	2,3	Areia fina	2,28	0,37	Bem selec.
Central	4	17/09/97	0,01	Areia grossa	2,07	0,51	Moderadamente selec.
Central	4	20/11/97	1,35	Areia média	1,39	0,78	Moderadamente selec.
Central	4	20/01/98	1,13	Areia média	1,14	0,48	Bem selec.
Central	4	09/04/98	0,03	Areia grossa	-0,09	0,95	Moderadamente selec.
Central	4	15/06/98	1,2	Areia média	1,13	0,69	Moderadamente selec.
Norte	5	16/07/97	2,33	Areia fina	2,29	0,37	Bem selec.
Norte	5	17/09/97	1,87	Areia média	1,88	0,58	Moderadamente selec.
Norte	5	20/11/97	2,43	Areia fina	2,39	0,3	Muito bem selec.
Norte	5	20/01/98	2,43	Areia fina	2,4	0,34	Muito bem selec.
Norte	5	09/04/98	2,52	Areia fina	2,55	0,31	Muito bem selec.
Norte	5	15/06/98	2,43	Areia fina	2,4	0,31	Muito bem selec.

6.5.11. Distribuição granulométrica ao longo da praia da Armação (dados extraídos de Abreu de Castilhos, 1995).

Abreu de Castilhos (*op. cit.*) mostrou que na praia da Armação ocorre uma gradação lateral dos sedimentos, com o tamanho médio dos grãos diminuindo de norte para sul, assim como ocorre na praia Mole. Não serão apresentados dados muito detalhados, pois em seu estudo Abreu de Castilhos (*op. cit.*) apresenta apenas os valores médios de cada parâmetro estatístico, estes, obtidos a partir da análise granulométrica de 120 amostras coletadas junto ao estirâncio de oito perfis praias dispostos ao longo da praia da Armação (Figura 16). Mesmo assim, seus dados são bastante confiáveis e sua análise resume bem a tendência geral da distribuição granulométrica ao longo da praia da Armação.

Segundo Abreu de Castilhos (1995), o setor sul da praia da Armação é constituído predominantemente por areias unimodais muito bem selecionadas, de

granulometria fina (percentual médio maior que 80%) e com valor médio da média (Mz) = 2,73 ϕ .

No setor central da praia da Armação as areias grossas (Mz médio = 0,68 ϕ) e muito grossas (Mz médio = -0,25 ϕ) representam mais de 50% da constituição granulométrica.

O setor norte é constituído por areias bem a muito bem selecionadas de granulometria grossa (percentual médio maior que 75%), com Mz médio = 0,28 ϕ .

A Tabela 21 apresenta os valores médios dos parâmetros estatísticos e o percentual das granulometrias de maior proporção em cada perfil praiial e para cada setor granulométrico.

Tabela 21: Valores médios dos parâmetros estatísticos e o percentual das granulometrias de maior proporção em cada perfil monitorado por Abreu de Castilhos (1995) e para cada setor granulométrico da praia da Armação.

Setor	Perfil	Média (Mz)	Classificação	Desvio padrão (σ)	Classificação	Granulometrias de maior percentagem - %
Sul	1	2,78 ϕ	Areia fina	0,33	Muito bem selecionado	Areia fina - 92%
	2	2,69 ϕ	Areia fina	0,33	Muito bem selecionado	Areia fina - 71%
	Valor médio	2,735 ϕ	Areia fina	0,33	Muito bem selecionado	Areia fina - 81,5%
Central	3	0,68 ϕ	Areia grossa	0,63	Moderadamente selecionado	Areia grossa - 50%/ areia fina - 50%
	4	- 0,25 ϕ	Areia muito grossa	0,44	Bem selecionado	Areia muito grossa - 65%
	Valor médio	0,23 ϕ	Areia grossa	0,535	Moderadamente selecionado	Areia muito grossa + areia grossa - 57,5%
Norte	5	0,42 ϕ	Areia grossa	0,47	Moderadamente selecionado	Areia grossa - 70%
	6	0,3 ϕ	Areia grossa	0,31	Muito bem selecionado	Areia grossa - 78%
	7	0,23 ϕ	Areia grossa	0,5	Moderadamente selecionado	Areia grossa - 100%
	8	0,19 ϕ	Areia grossa	0,38	Bem selecionado	Areia grossa - 58%
	Valor médio	0,285 ϕ	Areia grossa	0,44	Bem selecionado	Areia grossa - 76,5%

6.5.12. Variações granulométricas ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina

A análise dos dados obtidos revelou a existência de 13 setores granulométricos ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina. De maneira a facilitar esta análise elaborou-se um gráfico com o percentual médio das diferentes granulometrias existentes em cada setor (Gráfico 17).

A partir da classificação de Shepard (1954) foram determinadas as diferentes texturas arenosas observadas ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina. Foram identificadas seis texturas distintas (Figura 17):

- Areia fina;
- Areia média a fina;
- Areia fina – média – grossa;
- Areia grossa a media;
- Areia grossa – muito grossa – fina;
- Areia grossa a muito grossa.

Objetivando analisar o grau de selecionamento dos sedimentos praias ao longo da costa leste da ilha de Santa Catarina elaborou-se um gráfico com o valor médio do desvio padrão em cada setor (Gráfico 18).

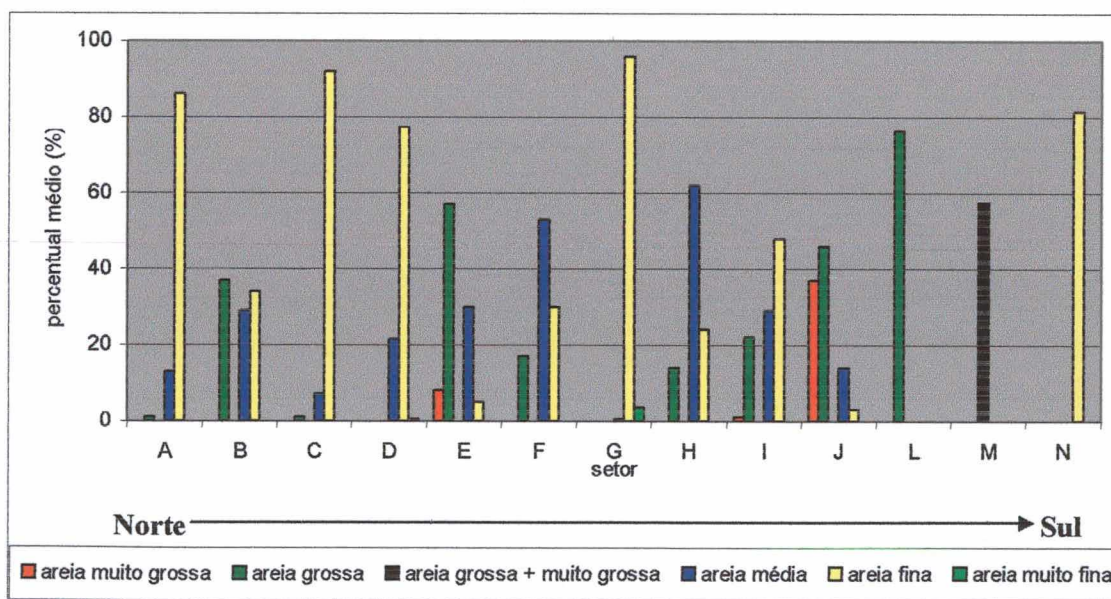


Gráfico 17: Percentual médio das diferentes granulometrias em cada setor da costa leste da ilha de Santa Catarina.

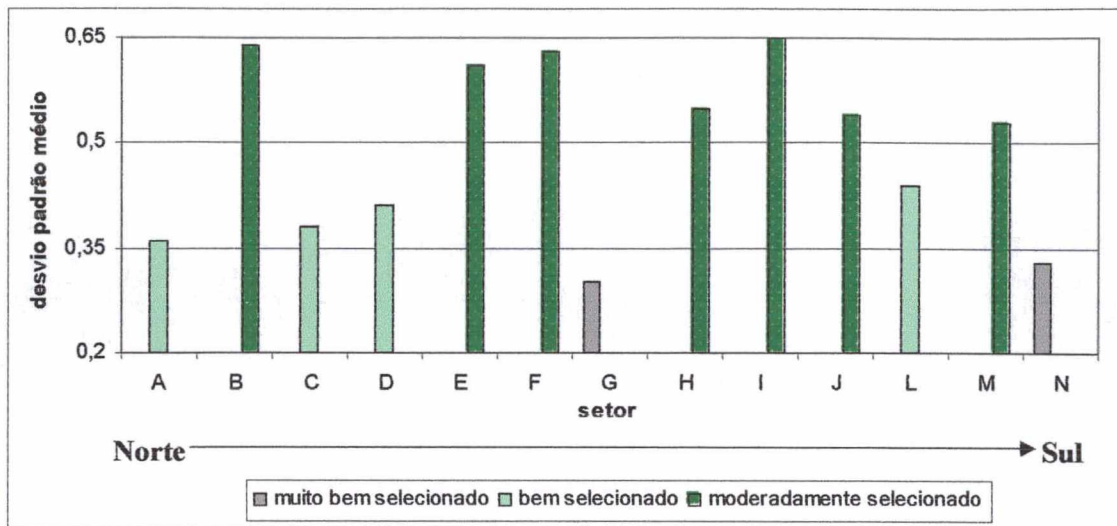


Gráfico 18: Valor médio do desvio padrão em cada setor da costa leste da ilha de Santa Catarina.

Legenda dos gráficos 17 e 18: A = setor norte do sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa, B = setor central do sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa, C = setor sul do sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa, D = praia da Galheta, E = setor norte da praia Mole, F = setor sul da praia Mole, G = setor norte do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras, H = setor intermediário do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras, I = setor central do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras, J = setor sul do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras, L = setor norte da praia da Armação, M = setor central da praia da Armação, N = setor sul da praia da Armação.

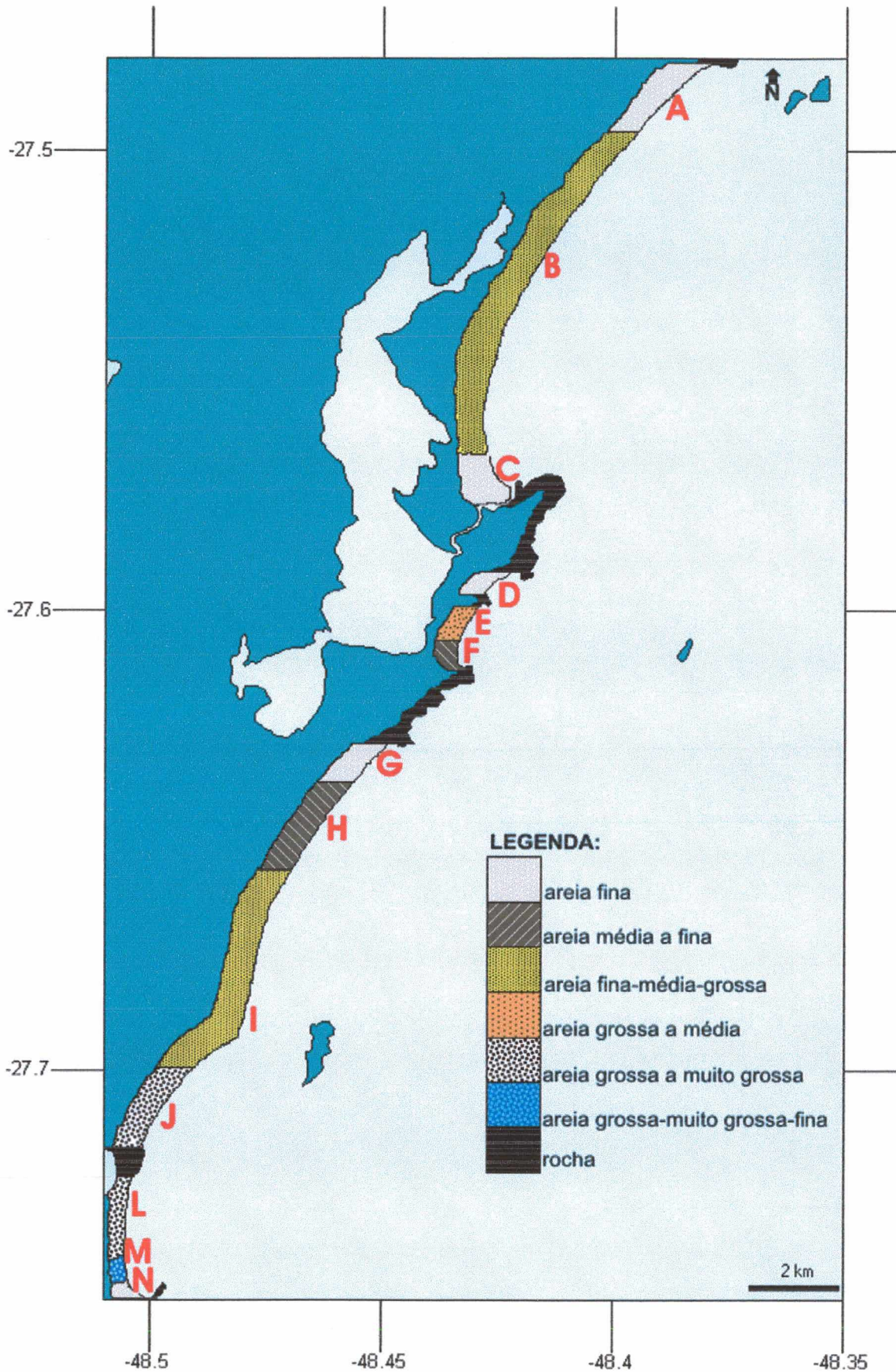


Figura 17: Mapa textural da costa leste da ilha de Santa Catarina. Em vermelho estão identificados os setores granulométricos.

6.6. Características morfodinâmicas dos perfis

A tabela abaixo mostra os valores médios do ômega, do parâmetro dimensionador do surfe e dos parâmetros morfométricos calculados para cada um dos cinco perfis monitorados ao longo do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras.

Tabela 22: Dados morfométricos do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras.

Perfil	y _b	σ _{y_b}	CV%	M _z	W _s	H _b	T	Ω	ab	w	tg β	ε
1	80,27	13,46	0,17	2,41	0,0203	1,52	9,03	8,3	0,76	0,695	0,043	20,23
2	49,22	5,45	0,11	2,16	0,0282	1,12	8,76	4,53	0,56	0,717	0,066	6,74
3	46,26	10,4	0,22	2,32	0,0207	0,73	9,31	3,78	0,365	0,674	0,038	11,7
4	87	21	0,24	2,32	0,0207	0,81	9,47	4,13	0,405	0,663	0,043	9,81
5	43,6	7,63	0,17	*1/ 1,5	*0,0795/ 0,0501	1,25	9,36	1,67/ 2,66	0,625	0,671	0,101	2,81

Legenda: y_b – largura média da praia (m), σ_{y_b} – índice de mobilidade da praia, CV% - coeficiente de variação da largura da praia, M_z – tamanho médio dos grãos na face praial (Ø), W_s – velocidade de decantação das partículas sedimentares (m/s), H_b – altura média das ondas na arrebentação (m), T – período médio das ondas na arrebentação (s), Ω - ômega médio, ab – amplitude média das ondas na arrebentação (m), w – frequência angular das ondas na arrebentação, tg β – tangente da declividade média da face praial, ε - parâmetro dimensionador do surfe. (*) sedimento bimodal (os valores representam as modas).

A tabela 23 mostra a declividade da face praial obtida em cada um dos perfis monitorados durante as 10 campanhas realizadas.

Tabela 23: Declividade da face praial (graus)

Perfil	1	2	3	4	5
25/04/2000	2,15	4,19	2,06	3,07	6,65
30/05/2000	3	2,35	2,4	2,05	2,91
03/07/2000	2,64	5,04	3,53	4,71	4,57
04/08/2000	3	2,84	1,54	1,65	6,46
20/09/2000	2,35	3,4	2,07	1,3	11,45
30/10/2000	2,22	3,52	2,44	1,84	7,21
02/12/2000	2,39	4,3	2,33	1,9	6,01
23/01/20001	3	5,11	3,6	3,78	4,09
20/02/2001	2,18	4,99	1,23	1,66	4,89
31/03/2001	2,08	2,5	1,44	3,09	3,56
Declividade média	2,501	3,824	2,264	2,505	5,78

A seguir serão apresentadas algumas das características mais marcantes observadas em cada um dos perfis durante o período monitorado.

Perfil 1: a praia é relativamente larga (média de 80m), a duna frontal é bem desenvolvida com aproximadamente 4 a 5m de altura, a declividade da face praiial é baixa (média de $2,5^\circ$), sendo esta constituída por areias de granulometria fina. A zona de surfe é extensa, geralmente entre 100 e 150m, com a presença de duas, três ou mais ondas. As ondas incidentes são maiores do que 1m (média de 1,5m) e a arrebentação é do tipo deslizante. Este perfil situa-se num setor cuja linha de costa está voltada para S-SE, estando sujeito ao ataque direto das ondas das direções S e SE. As fotos 6 e 7 ilustram algumas das principais características observadas no perfil 1.



Foto 6: Zona de surfe do perfil 1. Notar a presença de pelo menos 3 ondas espalhando-se ao mesmo tempo. Data: 31/03/2001.



Foto 7: Duna frontal do perfil 1. Notar a pronunciada elevação e desnível desta duna e das outras dunas ao fundo. Data: 30/05/2000.

Perfil 2: a praia é curta (50m em média), a duna frontal não é muito desenvolvida com aproximadamente 2m (Foto 8), é comum a presença de cúspides na face praial. A declividade da face praial é moderada (média de $3,8^\circ$), as areias na face praial são predominantemente de granulometria fina com um pequeno percentual de areias médias e grossas. A zona de surfe não é muito extensa (não mais do que 100m), geralmente não apresenta mais do que duas ondas espreado-se ao mesmo tempo, sendo comum a ocorrência de correntes de retorno. As ondas incidentes são menores do que no perfil 1 (média de 1,12m), quase sempre a arrebentação é do tipo mergulhante, mas também ocorrem ondas deslizantes.

Embora as medições da morfologia praial não tenham registrado a presença de bancos e cavas na parte submersa deste perfil, observou-se uma cava bem pronunciada próxima à praia que abruptamente dá lugar a um banco. Este perfil situa-se num setor cuja linha de costa está voltada para E-SE, estando sujeito ao ataque direto das ondas das direções E-NE e SE.

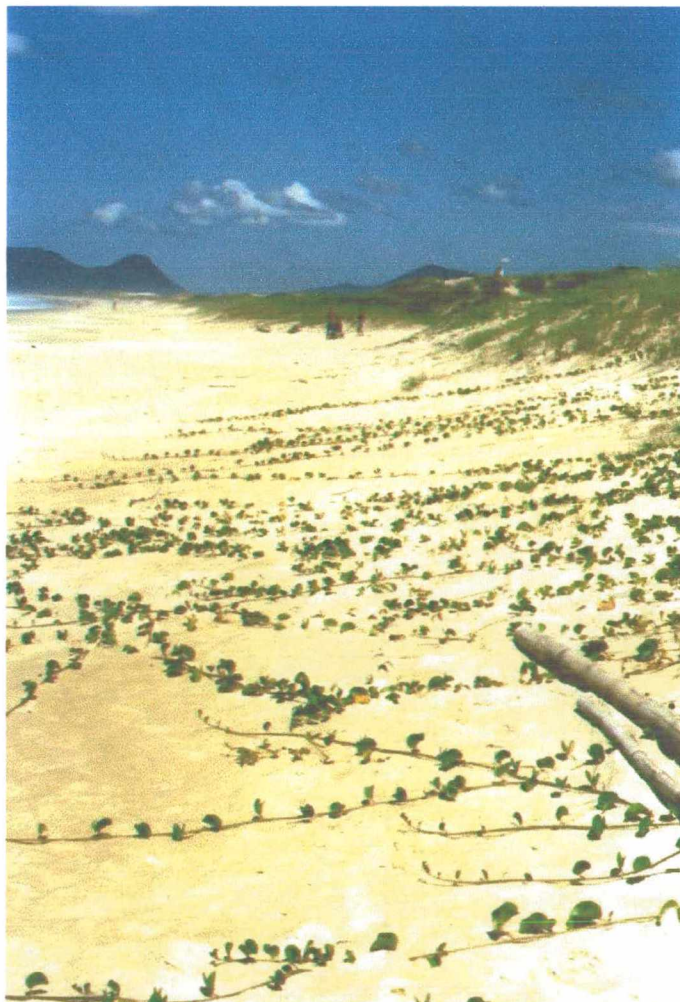


Foto 8: Duna frontal do perfil 2. Notar o baixo desenvolvimento desta duna e das dunas ao fundo em relação às dunas presentes na Foto 6 (perfil 1). Data: 31/03/2001.

Perfil 3: a duna frontal é pouco desenvolvida (Foto 9), a praia é curta (média de 45m), a declividade da face praial é baixa (média de $2,2^\circ$), esta, é composta predominantemente por areias finas com um pequeno percentual de areias médias e grossas, algumas vezes é possível observar cúspides praiais. A zona de surfe é pouco desenvolvida (menos de 50m), geralmente com apenas uma onda presente (Foto 10). As ondas são pequenas, dificilmente maiores que 1m (média de 0,75m), a arrebentação é do tipo mergulhante. Somente em situações particulares, durante a ocorrência de ondas de E-NE, a altura das ondas é incrementada. Este perfil situa-se num setor cuja linha de costa está voltada para E-NE, além disso, está protegido das ondas da direção S pela ilha do Campeche, por isso está sujeito ao ataque direto das ondas vindas das direções E-NE e SE, mas não das ondas da direção S.



Foto 9: Duna frontal do perfil 3. Data: 31/03/2001.



Foto 10: Típica situação observada na zona de surfe do perfil 3, com apenas uma onda espreado-se pela zona de surfe. Ao fundo destaca-se a ilha do Campeche. Data: 31/03/2001.

Perfil 4: a duna frontal é pouco desenvolvida (Foto 11), a largura da praia varia muito (entre 50 e 110m) em função da energia e direção das ondas incidentes. As principais variações na largura da praia foram observadas durante a incidência de fortes ondas da direção S. A declividade da face praial é baixa (média de $2,5^\circ$), esta, é composta predominantemente por areias finas com um pequeno percentual de areias médias e grossas. A zona de surfe geralmente não é bem desenvolvida (inferior a 50m) com apenas um banco. Entre o banco e a praia forma-se uma cava bem definida com uma profundidade acentuada. Geralmente as ondas são inferiores a 1m (média de 0,80m) e a arrebentação é do tipo mergulhante, muitas ondas não têm uma direção definida devido as modificações provocadas pela presença da ilha do Campeche.

Durante as tempestades costeiras este perfil modifica-se totalmente, as ondas atingem as dunas frontais (fotos 12 e 13) provocando a diminuição da largura da praia e a retirada dos sedimentos praias, promovendo o desenvolvimento de uma zona de surfe maior (em torno de 100m), onde se pode observar duas ou três ondas espreado-se ao mesmo tempo. A linha de costa está voltada para S-SE, o que faz com que este perfil esteja sujeito ao ataque direto das ondas das direções S e SE, mas protegido das lestadas pela ilha do Campeche.



Foto 11: Duna frontal do perfil 4. Data: 31/03/2001



Foto 12: Escarpa erosiva formada na duna frontal do perfil 4 após a tempestade costeira ocorrida entre 27 e 30 de maio de 2001. Data: 31/05/2000.



Foto 13: Escarpa erosiva formada nas dunas próximas ao perfil 4 após a tempestade costeira ocorrida entre 27 e 30 de maio de 2001. Notar a sobre-elevação nível do mar. Data: 30/05/2000.

Perfil 5: a duna frontal não é ativa, já está fixada por uma vegetação bastante densa (Foto 14), a praia é curta (média de 43m), a declividade da face praial é bastante acentuada (média de 6°), esta, é composta por areias grossas e médias, sendo comum a presença de cúspides praiais (Foto 15). A zona de surfe é moderadamente desenvolvida (entre 30 e 60m), geralmente com duas ondas presentes, é comum a ocorrência de correntes de retorno. Raramente se observam mais de duas ondas na zona de surfe, somente quando as ondas incidentes são de grande energia. As ondas geralmente são maiores que 1m (média de 1,25m), do tipo mergulhante e ascendente e quebram muito próximas da praia.

A principal diferença deste perfil em relação aos outros é a presença de uma elevada concentração de sedimentos de granulometria grossa a muito grossa na face praial. A linha de costa está voltada para SE estando sujeito ao ataque das ondas vindas de S e SE.



Foto 14: Duna frontal do perfil 5. Notar a vegetação densa que cobre esta duna Data: 31/03/2001



Foto 15: Cúspides praias no perfil 5. Data: 31/03/2001.

7. DISCUSSÃO

7.1 Inter-relações entre as variações no estoque de sedimentos ao longo do sistema praial Joaquina - Morro das Pedras com a dinâmica litorânea

A análise das variações morfológicas dos perfis praias mostra que foi durante a campanha 5, realizada em 20/09/2000, que os perfis 2 e 3 apresentaram o período mais erosivo e algumas das menores medidas da largura da praia. A análise das ondas incidentes na praia da Joaquina revela que o período que antecedeu esta campanha, ou seja, entre 04/08/2000 e 20/09/2000, foi caracterizado por uma baixa energia de ondas, sendo que apenas 12,5% das ondas incidentes foram maiores que 1m. A incidência de ondas de SE foi uma das mais elevadas (67,5%), a única ocasião em que as ondas apresentaram incremento energético significativo ocorreu no dia 15/09/2000 quando ondas provindas da direção SE atingiram 2,0m de altura na praia da Joaquina.

Os dados sugerem que a maior incidência e a ocorrência de ondas vindas da direção SE de elevado poder energético promove erosão nos perfis 2 e 3. Acredita-se que este comportamento se deva ao fato de que os perfis 2 e 3 possuem a linha de costa voltada para E-SE e E-NE, respectivamente, por isto estão mais expostos às ondas oriundas das direções E-NE e SE do que às ondas vindas da direção S, as quais não incidem diretamente sobre estes perfis devido não somente pela configuração da linha de costa, mas também pela presença da ilha do Campeche, a qual serve como obstáculo ao ataque direto das ondas da direção S.

A análise das variações morfológicas dos perfis 1 e 4 mostra que em ambos os perfis o período mais erosivo e a menor largura da praia foram observados durante a campanha 2, realizada em 30/05/2000. A análise das ondas incidentes na praia da Joaquina revela que o período que antecedeu esta campanha, ou seja, entre 25/04/2000 e 30/05/2000, foi o período de maior energia de ondas durante todo o período estudado, com 30% das ondas incidentes maiores do que 1m de altura e 25% das ondas vindas da direção S. Foi também neste período que ocorreram as maiores ondas (dia 28/05/2000).

Autores como Marone & Camargo (1994), Calliari *et al.* (1996), Calliari *et al.* (1998) e Tozzi (1999), tem demonstrado que as tempestades costeiras que ocorrem na região Sul do Brasil, além de promoverem o incremento energético das ondas são responsáveis pela geração de marés meteorológicas, durante estes eventos o aumento da

energia das ondas e a sobrelevação do nível médio do mar propiciam a retração e erosão das praias.

Acredita-se que a erosão observada nos perfis 1 e 4 em 30/05/2000 foi causada pela elevada energia e a grande incidência de ondas da direção S durante o período que antecedeu esta campanha. Soma-se a isso, os efeitos da tempestade costeira ocorrida entre os dias 27 e 30 de maio de 2000 quando incidiram fortes ondas de S, as quais, devido a configuração da linha de costa (voltada para S-SE) atacam diretamente os perfis 1 e 4. Deve-se ressaltar ainda possibilidade de ter ocorrido uma maré meteorológica durante a tempestade (como atesta a Foto 13), o que provavelmente intensificou a erosão costeira nestes perfis.

A análise das variações morfológicas mostra que durante esta mesma ocasião, na qual o perfil 4 apresentou o período mais erosivo e a menor largura da praia, o perfil 5 apresentou a maior acresção de sedimentos e a maior largura da praia. Na campanha 1, realizada no dia 25/04/2000, observou-se o período mais acrescivo e a maior largura da praia no perfil 4, enquanto que o perfil 5 apresentou o período mais erosivo e a menor largura da praia. Percebe-se que estes perfis apresentaram um comportamento inverso, quando houve acresção no perfil 4, houve erosão no perfil 5 e vice-versa. Além disso, a análise das variações no estoque de sedimentos mostra que o perfil 4 apresentou ao longo do tempo monitorado um déficit de $-11,75\text{m}^3/\text{m}$ de sedimentos, enquanto que o perfil 5 acumulou $25,31\text{m}^3/\text{m}$ de sedimentos, indicando um comportamento contrário.

Este comportamento inverso talvez indique uma possível rotação praial. Entende-se como rotação praial o movimento lateral das areias ora para um setor da praia ora para outro. Em praias embainhadas e protegidas em seus extremos por promontórios rochosos, a rotação praial é algo bastante comum e segundo Short (2000) pode ser atribuída a mudanças periódicas ou sazonais no clima de ondas e particularmente à direção das ondas.

É bem possível que a praia do Morro das Pedras, onde estão inseridos os perfis 4 e 5, apresente um processo de rotação praial, tendo em vista que a ilha do Campeche (ao norte) e a ponta do Morro das Pedras (ao sul) modificam o padrão de refração e difração das ondas nos extremos desta praia. Entretanto, deve-se considerar a hipótese de que este comportamento tenha relação com as características morfodinâmicas destes perfis. De acordo com Fucella & Dolan (1996), uma tempestade pode promover tanto acresção como erosão de sedimentos numa praia, isto dependerá da altura e do período

das ondas durante a tempestade e do estado morfodinâmico da praia antes da tempestade.

Como veremos adiante, a classificação morfodinâmica proposta mostra que o perfil 5 apresentou características reflectivas, enquanto que o perfil 4 apresentou características intermediárias, isto talvez explique o comportamento destes perfis. As praias reflectivas representam o estágio de acresção total com máxima reserva de sedimentos na parte subaérea da praia, enquanto que nas praias intermediárias e dissipativas o estoque de sedimentos localiza-se na parte submersa da praia na forma de bancos arenosos (Wright, 1980). Como os levantamentos topográficos foram realizados apenas na parte subaérea da praia é de esperar que o comportamento do perfil 4 (com estoque de sedimentos na parte submersa) seja diferente do perfil 5 (com estoque de sedimentos na parte subaérea), já que não foi possível determinar as mudanças no estoque de sedimentos na parte submersa dos perfis.

Interessante foi o comportamento do perfil 1 em relação aos perfis 2 e 3, os quais apresentaram o período mais erosivo na campanha 5, realizada em 20/09/2000, na qual curiosamente o perfil 1 apresentou a maior acresção de sedimentos e a maior largura da praia. Provavelmente, o predomínio de ondas da direção SE durante este período induziu uma deriva litorânea de sedimentos para o norte, promovendo um grande acúmulo de material no perfil 1.

Cabe ressaltar, que fenômenos como La Niña e El Niño alteram a frequência e intensidade das tempestades costeiras, bem como o regime de ondas, o que por consequência acaba afetando o comportamento praias. Short *et al.* (2000), demonstraram através de 14 anos de monitoramento de perfis praias na praia de Narrabeen, Austrália, que durante episódios de La Niña a praia tende a ser erodida, enquanto que em episódios de El Niño há uma tendência de acresção de sedimentos. Esta diferença se dá por causa das modificações no regime de ondas, especialmente na direção. Durante o El Niño predominam na região de Narrabeen ondas da direção S, associadas a ciclones extratropicais, enquanto que durante a La Niña predominam ondas de E e NE associadas a ciclones tropicais.

No Brasil, Angulo & Souza (2001), em estudo realizado entre 1996 e 2001 em praias oceânicas do Estado do Paraná e no norte do Estado de Santa Catarina constataram que entre janeiro de 1997 e junho de 1998, período caracterizado pela influência do fenômeno El Niño, as praias sofreram um intenso período de erosão, enquanto que entre junho de 1998 e março de 2001 as praias sofreram acresção de

sedimentos, o que foi atribuído à normalidade das condições atmosféricas e a influência do fenômeno La Niña. Durante estes períodos é comum a diminuição das frontogêneses e da energia das ondas, propiciando assim a recuperação do estoque sedimentar das praias. Por outro lado, a intensificação das frontogêneses e o conseqüente aumento da energia das ondas de S e SE durante o El Niño foi responsável pela tendência erosiva observada entre janeiro de 1997 e junho de 1998.

As análises da revista *Climanálise*, disponibilizada no *site* do CPTEC/INPE, evidenciam que durante o período estudado (entre abril de 2000 e março de 2001) o fenômeno La Niña atuou no oceano Pacífico. Como conseqüência os sistemas frontais atuantes foram de baixa intensidade e de rápido deslocamento sobre a região Sul do Brasil, o que certamente diminuiu a intensidade e freqüência das ondas de tempestade da direção S, notoriamente conhecidas pelo elevado poder energético e erosivo. Em vista disto é necessário que se tenha uma certa cautela na interpretação dos dados aqui obtidos, pois o período estudado foi um período atípico, de baixa energia de ondas devido à influência do fenômeno La Niña sobre as condicionantes atmosféricas geradoras de ondas. Muito provavelmente em anos de El Niño as tempestades costeiras teriam sido de maior intensidade e o comportamento do sistema praias Joaquina – Morro das Pedras seria diferente. Tozzi *et al.* (1999), comentam sobre as alterações no ciclo de tempestades no oceano Atlântico Sul em decorrência dos fenômenos La Niña e El Niño, porém os autores enfatizam a falta de conhecimento sobre o tema.

7.2. Classificação morfodinâmica dos perfis

A Tabela 24 apresenta os valores dos parâmetros morfométricos e algumas características mais marcantes observadas em cada um dos cinco perfis monitorados.

Tabela 24: Parâmetros morfométricos e características dos cinco perfis monitorados.

Perfil	1	2	3	4	5
Ω	8,3	4,53	3,78	4,13	1,67/ 2,66*
ϵ	20,23	6,74	11,7	9,81	2,81
Tipo de arrebentação	deslizante	mergulhante e deslizante	mergulhante	mergulhante	ascendente e mergulhante
Número de ondas na zona de surfe	>3	<2	1	1 a 3	2
Correntes de retorno na zona de surfe	raras	comuns	não observado	não observado	comuns
β	2,5°	3,8°	2,6°	2,5	5,8
Cúspides praias	não observado	grandes	pequenos	não observado	pequenos
Areias	finas	finas, médias e grossas	finas, médias e grossas	finas, médias e grossas	médias e grossas
σY_b	13,46	5,45	10,4	21	7,63
Cv%	0,17	0,11	0,22	0,24	0,17

Legenda: * sedimento bimodal

7.2.1. Perfil 1

A grande largura da praia, o predomínio de areias finas na face praias, o bom desenvolvimento da zona de surfe com a presença marcante de pelo menos três ondas espraiando-se ao mesmo tempo e a ocorrência de uma arrebentação do tipo deslizante são as principais características que diferem o perfil 1 dos demais. Tais características, juntamente com os altos valores encontrados para o parâmetro ômega (Ω) e para o parâmetro dimensionador do surfe (ϵ) permitem afirmar que o perfil 1 apresentou ao longo do período monitorado um comportamento morfodinâmico dissipativo.

De acordo com Short & Hesp (1982), praias planas (dissipativas) são as praias mais propícias para o desenvolvimento de dunas frontais, principalmente se o vento incide em direção a terra. Tal fato ocorre devido à abundância de grãos finos associada às praias dissipativas, os quais são facilmente transportados pelo vento, enquanto que praias íngremes (reflectivas) apresentam grãos grossos mais difíceis de serem transportados. Além disso, a baixa declividade das praias dissipativas faz com que a velocidade do vento permaneça constante o que favorece a formação das dunas, as praias reflectivas tem um perfil íngreme onde ocorre a queda na velocidade do vento

desfavorecendo a formação das dunas. Estas constatações vêm a confirmar o comportamento dissipativo do perfil 1, o qual apresenta a duna frontal mais bem desenvolvida de todos os cinco perfis monitorados, como pode ser constatado no Gráfico 6.1.

Os valores do índice de mobilidade do pós-praia (σ_{yb}) e do coeficiente de variação da largura da praia (CV%) indicam uma alta mobilidade, característica que é típica de praias intermediárias. No perfil 1 estes índices não foram bons indicadores do comportamento morfodinâmico praiial, diferente do que ocorreu na análise dos outros perfis, onde tais índices foram bastante úteis para a realização da classificação morfodinâmica. A alta mobilidade deste perfil pode ser explicada pela sua localização, visto que o mesmo situa-se no extremo norte do sistema praiial Joaquina – Morro das Pedras, em um setor sujeito a deposições de sedimentos carreados pela deriva litorânea, como ocorreu em 20/09/2000, fato este, mencionado no item 7.1.

7.2.2. Perfil 2

A pequena largura da praia, a declividade moderada da face praiial, o baixo desenvolvimento da zona de surfe com a presença de uma cava bem próxima à praia, a ocorrência de uma arrebentação do tipo mergulhante e deslizante, a presença de correntes de retorno na zona de surfe e de cúspides na face praiial são algumas das características observadas no perfil 2 que levaram a classifica-lo como intermediário. Os valores moderados dos parâmetros Ω e ϵ atestam este comportamento, no entanto a baixa mobilidade da praia expressa através dos valores do σ_{yb} e do CV% indicam um comportamento reflectivo.

As características do perfil 2 são típicas do estágio morfodinâmico intermediário identificado por Wright & Short (1984) denominado bancos transversais e fortes correntes de retorno ou “*transverse bar and rip*”, o qual segundo os autores desenvolve-se quando bancos crescentes preexistentes soldam-se à praia durante ciclos de acreção dando origem à bancos transversais interrompidos por correntes de retorno. A análise das fotografias aéreas atesta a presença de correntes de retorno (Foto 16) e de bancos crescentes nas proximidades do perfil 2. A refletividade expressa pela baixa mobilidade da praia pode ser explicada pela tendência acrescionária típica deste estágio morfodinâmico.

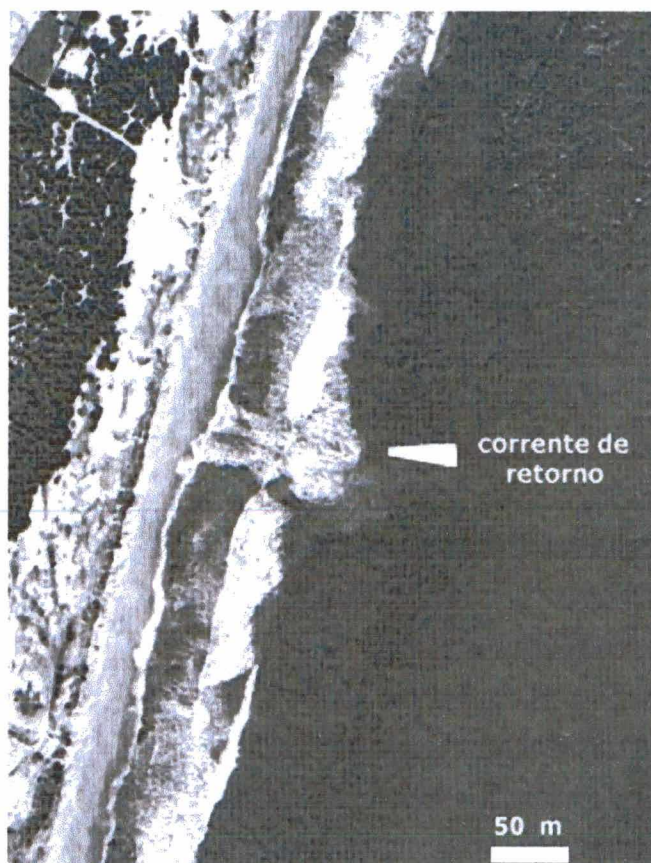


Foto 16: Corrente de retorno próxima ao perfil 2. Data: 05/94

7.2.3 Perfil 3

O perfil 3 apresenta características muito semelhantes às do perfil 2, no entanto a zona de surfe é menos desenvolvida e as ondas são menores. Estas características, juntamente com os valores moderados dos parâmetros Ω e ϵ , a alta mobilidade da praia expressa através dos valores de σ_{yb} e do CV% e a declividade da face praial relativamente suave apontam um comportamento intermediário.

As ondas incidentes neste perfil são diretamente influenciadas pela ilha do Campeche. Os dados mostram que a erosão e retração deste perfil estão associadas à ondulação SE, ocasião em que este perfil torna-se mais curto e a declividade é maior, no entanto como as ondas da direção S que são as ondas de maior poder energético não incidem diretamente, este perfil apresenta uma baixa energia de ondas tendendo a acumular sedimentos, como evidencia a análise das variações no estoque de sedimentos, que demonstrou que o perfil 3 acumulou $18,82\text{m}^3/\text{m}$ de sedimentos durante o período estudado.

O perfil 3 apresentou durante o período monitorado características intermediárias e os indicativos de um comportamento reflectivo se devem à baixa energia de ondas associada, que não permite o desenvolvimento de uma zona de surfe maior e condiciona um baixo valor de Ω . Dentro do esquema proposto por Wrigth & Short (1984), o perfil 3 pode ser classificado no estágio intermediário denominado crista-canal/ terraço de baixa-mar ou “*ridge and runnel/ low tide terrace*”, o qual caracteriza-se por um perfil plano na maré baixa (o que geralmente observa-se no perfil 3) e um perfil mais íngreme em situações de maré alta (observado no perfil 3 em situação de maior energia de ondas).

Deve-se levar em conta, que a baixa energia hidrodinâmica associada ao perfil 3 dificultou a restituição deste perfil após os eventos erosivos mais efetivos. Como conseqüência σ_{yb} e CV% apresentaram valores que indicam uma alta mobilidade. Praias protegidas e/ou semiprotégidas, submetidas a uma baixa energia de ondas, tendem a responder diferente das praias expostas e sujeitas a uma alta energia de ondas. Geralmente, a condição habitual de baixa energia de ondas em praias protegidas é insuficiente para facilitar a restituição da praia após períodos de tempestade (Hegge *et al.*, 1996).

7.2.4. Perfil 4

A declividade moderada da face praial, a pequena extensão da zona de surfe com a presença de uma cava e um banco próximos à praia bem definidos e a baixa energia de ondas são algumas das características marcantes observadas no perfil 4. Tais características, juntamente com a alta mobilidade da praia expressa através dos valores do σ_{yb} e do CV% (típica de praias intermediárias) e os valores dos parâmetros Ω e ϵ permitem classificar o perfil 4 como intermediário.

Durante a ocorrência de ondas de tempestade da direção S este perfil modifica-se totalmente, ocorre o desenvolvimento de uma zona de surfe maior com a presença de duas a três ondas ao mesmo tempo, a largura da praia é reduzida e a água do mar penetra sobre o perfil atingindo as dunas frontais promovendo a retirada de sedimentos. Estas observações permitem afirmar que o perfil 4 apresentou um comportamento intermediário na maior parte do tempo, mas tendeu ao dissipativo durante as tempestades costeiras, quando houve significativa erosão costeira.

As características do perfil 4 levam à crer que durante o período estudado o estágio morfodinâmico mais recorrente foi o estágio intermediário identificado por Wright & Short (1984) denominado banco-cava longitudinal ou “*longshore bar-trough*”, o qual segundo os autores desenvolve-se a partir de um perfil dissipativo que está sofrendo acresção de sedimentos e onde o relevo banco-cava é bem mais definido que no estágio dissipativo. A Foto 17 evidencia a presença de um banco longitudinal nas proximidades do perfil 4.



Foto 17: Banco longitudinal em frente ao perfil 4. Escala: 1: 8000. Data: 05/94.

7.2.5 Perfil 5

A alta declividade e a presença de um elevado percentual de areias grossas na face praial, a pequena extensão da zona de surfe com as ondas quebrando bem próximas da linha de costa e a ocorrência de uma arrebentação do tipo ascendente são algumas das características observadas no perfil 5 que o diferem dos demais. Tais características são típicas de praias reflectivas e juntamente com os baixos valores encontrados para o ω e o parâmetro dimensionador do surfe e a mobilidade relativamente pequena expressa através do baixo valor do σ_{yb} atestam tal comportamento. Embora o perfil 5 esteja sujeito a uma energia de ondas relativamente alta e a condição reflectiva seja típica de praias de baixa energia, Wrigth *et al.* (1979), comentam que é possível existir praias reflectivas submetidas à uma alta energia de ondas quando houver a predominância de sedimentos grossos e alta declividade da face praial associada, o que explicaria bem a condição reflectiva observada para o perfil 5.

É necessário enfatizar que o período estudado caracterizou-se por uma baixa energia de ondas devido à influência do fenômeno La Niña, desta forma é precipitado afirmar que a classificação morfodinâmica proposta seja definitiva, requerendo para isto o monitoramento das praias estudadas por um tempo muito maior, que cubra as variações interanuais no regime de ondas e de tempestades no oceano Atlântico Sul em decorrência das alterações climáticas promovidas pelos fenômenos La Niña e El Niño.

7.3. Granulometria dos perfis monitorados ao longo do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras

A análise dos dados revelou diferenças na constituição granulométrica dos perfis monitorados ao longo do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras. O perfil 1 é constituído por areias finas muito bem selecionadas, não ocorrendo diferenças granulométricas entre os subambientes praias. Algumas amostras do perfil 1 apresentam assimetria positiva, indicando a presença de areias eólicas. Martins & Martins (1974) demonstraram que as características (tamanho e seleção) dos sedimentos praias se assemelham muito as características dos sedimentos do ambiente eólico adjacente à praia, sendo a assimetria um ótimo parâmetro diagnóstico para diferenciação entre esses dois tipos de mecânica deposicional, caracterizando através do sinal positivo as areias de duna e através do sinal negativo as areias de praia.

O perfil 2 é constituído predominantemente por areias finas e em menor proporção por areias médias e grossas, respectivamente, sendo que a proporção de areias grossas aumenta da duna frontal em direção ao estirâncio inferior. A maioria das amostras deste perfil apresentam assimetria negativa, o que sugere o predomínio de uma mecânica deposicional típica do ambiente praial.

Santos (1995) em seu estudo realizado nas praias da Joaquina e Campeche, o qual compreendeu os perfis 1 e 2 do presente estudo, obteve resultados semelhantes. A autora verificou que somente no extremo norte da sua área de estudo (nas proximidades do perfil 1) o perfil praial é constituído por areias finas, enquanto que em direção ao sul, ou seja, em direção ao perfil 2, as amostras revelaram-se menos selecionadas contendo uma mistura de areias finas e médias.

A análise granulométrica das amostras dos perfis 3 e 4 revelou que no estirâncio inferior destes dois perfis existe uma mistura de areias finas, médias e grossas, verificada através da análise dos histogramas de frequência simples que mostrou a presença de amostras polimodais neste subambiente, juntamente com o grau de seleção das amostras, as quais variaram de pobremente a muito bem selecionadas e a assimetria que variou entre muito positiva e muito negativa. A unimodalidade das amostras da duna frontal, do pós-praia e do estirâncio superior, juntamente com os valores da média (M_z) e o melhor selecionamento destas amostras indicam que nestes dois perfis estes subambientes são constituídos predominantemente por areias finas.

No perfil 5 verificou-se o predomínio de areias médias e grossas, com o percentual de areias grossas tendendo a aumentar da duna frontal em direção ao estirâncio inferior. Os dados mostram que a duna frontal é constituída predominantemente por areias médias. O pós-praia e o estirâncio superior são constituídos predominantemente por areias médias com uma pequena porcentagem de areias grossas, enquanto que no estirâncio inferior as areias grossas predominam sobre as areias médias.

Segundo Martins *et al.* (1970), nas praias oceânicas da ilha de Santa Catarina é comum a ocorrência de populações sedimentares polimodais constituídas por areias bem retrabalhadas de granulometria fina à média, juntamente com areias pouco retrabalhadas de granulometria grossa ainda nos primeiros estágios do ciclo sedimentar.

No presente estudo pôde-se constatar claramente que à medida que o diâmetro médio dos grãos aumenta a seleção torna-se mais pobre. Tal fato já havia sido verificado nas praias oceânicas da ilha de Santa Catarina por Martins *et al.* (*op. cit.*). Segundo os autores isto ocorre, porque as granulometrias mais finas e mais bem selecionadas são produto de ambientes sujeitos a um nível de energia maior do que as granulometrias grossas e mal classificadas. No entanto, sabe-se que este nível de energia tem limites, visto que existe uma tendência de que praias oceânicas submetidas a maiores níveis de energia de ondas sejam constituídas por material grosseiro (King, 1972 e Carter, 1988). Tal fato está relacionado com a velocidade de decantação das partículas sedimentares, os sedimentos de granulometria grossa possuem uma maior velocidade de decantação em relação aos grãos finos, os quais, quando submetidos a uma alta energia de ondas são mantidos em suspensão, enquanto que os grãos maiores depositam-se mais facilmente. Estudos anteriores realizados nas praias oceânicas da ilha de Santa Catarina por Abreu de Castilhos (1995) e Leal (1999), demonstraram que a distribuição granulométrica ao longo das praias da ilha tem íntima relação com o nível de exposição a energia das ondas, sendo os setores mais expostos constituídos por areias mais grossas.

Acredita-se que a exposição dos perfis 2 e 5 a uma maior energia de ondas seja o fator responsável pela presença de areias grossas num percentual elevado em todos os subambientes destes perfis, inclusive na base das dunas frontais. Os perfis 3 e 4, por estarem sujeitos a uma menor energia hidrodinâmica devido a influência exercida pela ilha do Campeche sobre o regime de ondas incidentes apresentam concentrações

significativas de areias grossas somente no estirâncio inferior sendo os outros subambientes constituídos predominantemente por areias finas.

A maior energia de ondas faz com que o “*swash*” seja mais intenso nos perfis 2 e 5 propiciando que as areias grossas sejam transportadas até a base das dunas frontais, enquanto que nos perfis 3 e 4 a ação do *swash* é menor, conseqüentemente a remobilização de sedimentos em direção a praia também é menor, fazendo com que as areias grossas sejam abundantes apenas no estirâncio inferior. Uma vez que as areias grossas são depositadas na base das dunas dos perfis 2 e 5, dificilmente este material é removido, pois está depositado numa porção do perfil somente remobilizada durante eventos de tempestade, fato semelhante a este foi identificado por Calliari (1994).

O decréscimo do tamanho dos grãos em direção as dunas é uma situação bastante comum em praias arenosas. De acordo com Evans *apud* Komar (1998), isto ocorre porque boa parte da energia (velocidade) do *swash* é perdida por fricção e percolação na face praial, diminuindo gradativamente a velocidade em direção ao topo da face praial. A velocidade do *swash* é determinada pela energia das ondas, enquanto que a velocidade do *backwash* é determinada pela ação da gravidade, isto faz com que a máxima velocidade do *backwash* seja alcançada na base da face praial. Esta diferença nas velocidades faz com que os sedimentos finos se acumulem no topo da face praial (estirâncio superior), onde a velocidade é menor e os sedimentos grossos se acumulem na base da face praial (estirâncio inferior), onde a turbulência e a energia são maiores.

7.4. Distribuição granulométrica ao longo da costa leste da ilha de Santa Catarina

Bird (1996, 1997) e Bruun (1997) afirmam que a gradação lateral de sedimentos em praias arenosas depende principalmente da história geológica da área, ou seja, do tipo e da fonte dos sedimentos praias e consideram que a ação dos agentes hidrodinâmicos (marés, ondas e correntes) tem um papel secundário na distribuição lateral dos sedimentos. Klein *et al.* (1999) e Miot da Silva *et al.* (2000), em estudos realizados no litoral centro-norte de Santa Catarina reafirmam esta hipótese.

Por outro lado, Bryant (1982), Komar (1998) e outros, afirmam que a ação dos agentes hidrodinâmicos pode vir a ser determinante na gradação lateral de sedimentos em praias arenosas. Segundo Komar (1998), variações longitudinais no tamanho dos grãos podem ser produzidas de 4 maneiras: (a) devido a variação longitudinal na energia das ondas, (b) por um transporte longitudinal seletivo, onde os sedimentos mais finos se depositam distantes dos sedimentos grossos, (c) por causa da remoção dos sedimentos finos da praia pela atuação dos ventos ou das ondas, (d) em consequência da interação de ondas de diferentes direções e níveis de energia. O autor enfatiza que na maioria das vezes as variações longitudinais no tamanho dos grãos são causadas por uma combinação destes mecanismos.

A realidade é que a gradação lateral de sedimentos em praias arenosas depende tanto da dinâmica atuante quanto da natureza dos sedimentos praias. Para explicarmos as variações existentes na constituição granulométrica das praias da costa leste da ilha Santa Catarina é necessário primeiramente analisar as fontes potenciais dos sedimentos que constituem estas praias. Embora esta pesquisa não tenha realizado um estudo minucioso sobre a geologia da ilha e nem contemplado o estudo mineralógico dos sedimentos praias, o conhecimento que se tem da área de estudo levou a dedução de que existem 3 fontes básicas de sedimentos:

- Rochas do embasamento e depósitos sedimentares associados: a dissecação das rochas e a erosão de depósitos sedimentares associados (leques aluviais) fornecem sedimentos de granulometria grossa, pobremente retrabalhados e pouco susceptíveis ao transporte longitudinal, estes, tendem a permanecer próximos a área fonte.

- Depósitos marinhos pleistocênicos e holocênicos aflorantes: fornecem sedimentos de granulometria grossa a média. Alguns destes depósitos foram identificados por Abreu de Castilhos (1995) no setor norte na praia da Armação e estariam sendo remobilizados por uma possível tendência atual de subida do nível do mar ou simplesmente pela ação das tempestades costeiras.
- Plataforma continental: fornece sedimentos relíquias bem retrabalhados de granulometria média a fina.

A análise granulométrica das amostras coletadas ao longo do sistema praias Joaquina – Morro das Pedras, mostra que de maneira geral há uma gradação lateral dos sedimentos, com uma tendência do tamanho dos grãos diminuir em direção ao norte. Provavelmente ocorre o aporte de sedimentos grossos no setor sul deste sistema pela dissecação das rochas que compõem o Morro das Pedras e erosão dos leques aluviais, ou, pela remobilização de depósitos marinhos aflorantes, assim como ocorre no setor norte da praia da Armação, como demonstrado por Abreu de Castilhos (1995). Os sedimentos de granulometria média a fina tem sua origem ligada à plataforma continental interna.

Se considerarmos que a deriva litorânea tem direção predominante para o norte e que realmente existe o aporte de sedimentos grossos no setor sul pode-se explicar a variação no tamanho médio dos grãos ao longo do sistema praias Joaquina – Morro das Pedras. Os sedimentos grossos por serem menos susceptíveis ao transporte longitudinal se concentram próximos à área fonte (no sul), enquanto que os sedimentos finos, oriundos da plataforma continental, são remobilizados pela ação turbulenta das ondas e transportados pela deriva litorânea em direção ao norte, criando assim um gradiente granulométrico. Os sedimentos transportados pela corrente longitudinal são barrados pela ponta do Retiro, no extremo norte do sistema, onde se depositam. Através da ação dos ventos da direção S estes sedimentos são transportados em direção ao continente, formando assim o campo de dunas da Joaquina.

Vimos no tópico 4.3.4., que no litoral do Rio Grande do Sul a deriva litorânea tem direção predominante para o norte. Tal fato pode ser extrapolado para o litoral de Santa Catarina tendo em vista que o mesmo está sujeito a um regime de ondas bastante semelhante ao do Rio Grande do Sul, o que certamente condiciona um mecanismo de transporte litorâneo também similar.

Se analisarmos cuidadosamente a distribuição granulométrica ao longo do sistema praiado Joaquina – Morro das Pedras (Gráfico 17 e Figura 17), percebe-se que há uma anomalia na tendência de diminuição do tamanho dos grãos em direção ao norte, pois nas proximidades da ilha do Campeche (no setor granulométrico I) há um enriquecimento no percentual de areias finas, contrariando o esperado que era de haver um maior percentual de areias finas no setor H, situado mais ao norte. Esta anomalia pode ser explicada pela presença da ilha do Campeche, visto que ela exerce um importante papel sobre o padrão de refração e difração das ondas e conseqüentemente sobre o sistema de correntes litorâneas.

A zona de sombra entre a ilha do Campeche e a linha de costa caracteriza-se por ter uma baixa energia de ondas, o que dá condições para a geração de uma corrente que se desloca da zona de maior energia para a zona de sombra, ou seja, em direção ao sul, contrário ao sentido principal da deriva litorânea que se dirige preferencialmente para o norte. Os sedimentos transportados por esta corrente se depositam na zona de sombra, onde a energia é menor. Deve-se considerar ainda a bidirecionalidade natural da deriva litorânea, que ora se dirige para o norte, ora para o sul, dependendo da direção das ondas incidentes.

Silvester & Hsu (1997) discutem o padrão de correntes gerado na zona de sombra de ilhas, quebra-mares e outras estruturas oceânicas. De acordo com os autores as ondas difratadas podem gerar correntes com direção contrária à das correntes geradas pelas ondas incidentes, invertendo o sentido principal da deriva litorânea em áreas afetadas pela difração. Este processo não deve ser confundido com as alternâncias no sentido da deriva produzidas pela incidência de ondas de diferentes direções, pois tem sua origem ligada aos processos de refração e difração das ondas.

Leal (1999), demonstrou que no sistema praiado Moçambique – Barra da Lagoa existem três setores granulométricos: setor central - constituído por areias médias e grossas, setor sul - constituído por areias finas e setor norte - constituído por areias finas. Os dados de Leal (*op. cit.*) revelam uma tendência do tamanho médio dos grãos diminuir tanto para o sul quanto para o norte a partir do setor central (Figura 17 e Gráfico 17)

A maior energia de ondas no setor central do sistema praiado Moçambique – Barra da Lagoa condiciona a deposição de material grosseiro neste setor. A deriva litorânea predominante para o norte condiciona a deposição de areias finas no setor norte, as quais são depositadas num esquema semelhante ao que ocorre no sistema praiado

Joaquina – Morro das Pedras, onde a ponta das Aranhas, localizada no extremo norte do sistema, atua como obstáculo ao transporte longitudinal dos sedimentos, os quais se depositam e através da atuação dos ventos de S são transportados em direção ao continente formando o campo de dunas das Aranhas.

O predomínio de areias finas no setor sul do sistema praiial Moçambique – Barra da Lagoa está condicionado a inversões esporádicas no sentido principal da deriva litorânea provocadas pela incidência de ondas vindas de E-NE, as quais induzem um transporte longitudinal em direção ao sul. O material transportado é barrado pelo promontório da ponta da Galheta, no extremo do sul do sistema, junto a desembocadura da lagoa da Conceição.

A distribuição granulométrica ao longo dos sistemas praiiais Joaquina – Morro das Pedras e Moçambique – Barra da Lagoa indica que a deriva litorânea ao longo da costa leste da ilha de Santa Catarina se dirige predominantemente para o norte. Evidencia disto é a tendência geral de diminuição do tamanho dos grãos e de melhor selecionamento das amostras neste sentido (gráficos 17 e 18), tendência esta reconhecida por vários autores como indicativa da direção do transporte longitudinal de sedimentos (Masselink, 1992).

Segundo McLaren (1981), as mudanças na distribuição granulométrica seguem tendências que nos permitem identificar a trajetória do transporte de sedimentos desde a fonte até o depósito. McLaren (*op. cit.*) e McLaren & Bowles (1985) criaram um modelo capaz de identificar a trajetória do transporte dos sedimentos baseado nos seguintes parâmetros granulométricos: média (Mz), desvio padrão (σ) e assimetria (Ski). Segundo este modelo, conhecido como “modelo de McLaren”, quando a energia aumenta no sentido do transporte há uma tendência das amostras apresentarem sedimentos mais grossos, de melhor selecionamento e assimetria mais positiva em relação à área fonte. Quando a energia diminui no sentido do transporte há uma tendência das amostras apresentarem sedimentos mais finos, de melhor selecionamento e assimetria mais positiva em relação à área fonte.

Diversos autores testaram o modelo de McLaren e chegaram a resultados bastante satisfatórios. No Brasil, Bittencourt *et al.* (1992) aplicaram este modelo em praias de diferentes dinâmicas do litoral da região Nordeste e concluíram que o modelo de McLaren pode ser aplicado para a definição do sentido principal da deriva litorânea. Entretanto Masselink (1992) aponta algumas falhas do modelo. Primeiro, o modelo assume que a deriva litorânea possui um fluxo unidirecional, o que é muito difícil de

acontecer na natureza, onde normalmente a deriva possui um fluxo bidirecional. Segundo, o modelo considera que os sedimentos transportados derivam de apenas uma fonte. Geralmente isto não acontece, na maioria dos casos os sedimentos praias derivam de diferentes fontes. Terceiro, o modelo assume que o transporte longitudinal é o fator de principal influência na distribuição das características dos sedimentos praias. Tal fato pode ser bastante contestado, visto que a energia das ondas, ciclos de erosão/deposição e diversos outros processos também influenciam nas características dos sedimentos.

Além dos indicadores granulométricos, outro método muito utilizado para definir o sentido principal da deriva litorânea é através da orientação de feições morfológicas costeiras, tais como: desembocaduras de rios e lagunas, campos de dunas e pontais arenosos (Tomazelli & Vilwock, 1992, Soares *et al.* 1994). Os principais campos de dunas da ilha de Santa Catarina situam-se ao norte dos sistemas Joaquina – Morro das Pedras e Moçambique – Barra da Lagoa, indicando que o transporte longitudinal se processa predominante para o norte. A ação conjunta da deriva litorânea e dos ventos promove a geração destes campos de dunas (Bigarella, 1975, Caruso Jr. 1993).

A ação da deriva litorânea de sedimentos, o aporte localizado de sedimentos grossos no setor sul do sistema praias Joaquina – Morro das Pedras e a maior energia de ondas no setor central do sistema praias Moçambique – Barra da Lagoa condicionam as variações granulométricas nos dois maiores sistemas praias da costa leste da ilha de Santa Catarina. A ação conjunta destes fatores (correntes litorâneas, ondas e fonte de sedimentos) determina as características dos sedimentos praias e não apenas um fator isolado.

Os dados obtidos na praia Mole e na praia da Armação por Abreu de Castilhos (1995), revelam uma gradação lateral de sedimentos com tendência de diminuição do tamanho dos grãos de norte para sul em ambas as praias.

Na praia da Armação há um aporte de sedimentos grossos no setor norte pela dissecação das rochas do embasamento e pela remobilização de depósitos marinhos aflorantes, fato constatado por Abreu de Castilhos (1995). Soma-se a isto a maior energia de ondas ao norte desta praia, que condiciona a deposição de areias grossas neste setor, enquanto que no setor sul, sujeito a uma menor energia de ondas, ocorre a deposição de areias de granulometria fina.

Embora não se tenha nenhuma comprovação de que existe uma fonte de sedimentos grossos na praia Mole, é provável que no setor norte desta praia existam depósitos marinhos antigos que atualmente estão sendo remobilizados pela ação das ondas. Além disso, a maior exposição do setor norte a ação das ondas condiciona a deposição de sedimentos grossos neste setor.

Outro fato a se considerar sobre a gradação lateral de sedimentos nas praias da Armação e Mole é a possibilidade de ocorrer inversão do sentido principal da deriva litorânea devido a diferenças na distribuição longitudinal da energia das ondas. A maior energia de ondas ao norte destas duas praias condiciona a geração de uma corrente longitudinal para o sul. Uma boa evidência de que ocorre a inversão do sentido principal da deriva litorânea nestas duas praias é a diminuição do tamanho dos grãos e o melhor selecionamento das amostras em direção ao sul, o que evidencia um transporte longitudinal neste sentido (gráficos 17 e 18).

Abreu de Castilhos (1995), já comentava que na praia da Armação o transporte longitudinal de sedimentos é para o sul. Segundo a autora a deriva litorânea e as diferenças na distribuição da energia das ondas são os fatores dinâmicos condicionantes da distribuição granulométrica ao longo desta praia.

A Mole e a Armação são praias pequenas e bastante compartimentadas, o que facilita o desenvolvimento de células de circulação na zona de surfe com fortes correntes de retorno (o que visualmente foi observado em campo). Estas correntes exercem um importante papel sobre a deriva litorânea de sedimentos, pois os canais por onde fluem atuam como uma espécie de obstáculo hidráulico, diminuindo o transporte longitudinal de sedimentos e fazendo com que estas praias apresentem poucas trocas com as praias adjacentes.

Fredsoe & Deigaard (1992) demonstraram que o aumento no número de canais de correntes de retorno na zona de surfe é responsável por uma drástica redução no transporte longitudinal de sedimentos, segundo os autores tal fato decorre da diminuição da velocidade da deriva litorânea devido à influência das correntes de retorno.

Gré *et al.* (1994), observaram que na praia Mole a zona de surfe apresenta células de circulação com fortes correntes de retorno, de acordo com os autores isto promove a retenção de sedimentos num sistema semi-aberto, onde as trocas com a plataforma continental adjacente e as praias vizinhas são reduzidas.

Segundo Bird (1996), a gradação de lateral de sedimentos em praias arenosas é influenciada por diversos fatores, incluindo: o selecionamento promovido pela ação da

deriva litorânea e energia de ondas, a configuração da costa e do fundo da plataforma continental adjacente, a natureza e as taxas de suprimento dos sedimentos praias. Dentro deste contexto é correto afirmar que as características granulométricas das praias arenosas oceânicas da costa leste da ilha de Santa Catarina é condicionada pelas diferentes fontes de sedimentos e processos dinâmicos atuantes. Como veremos adiante, a variação na constituição granulométrica das praias é responsável pelas variações morfodinâmicas que ocorrem ao longo da costa leste da ilha.

7.5. Morfodinâmica do sistema praiial Joaquina – Morro das Pedras e demais praias da costa leste da ilha de Santa Catarina

Muito embora tenha se identificado um comportamento morfodinâmico diferente para cada um dos cinco perfis monitorados. De maneira geral pode se aferir que existem 3 comportamentos morfodinâmicos distintos ao longo do sistema praiial Joaquina - Morro das Pedras:

- Comportamento dissipativo do setor norte, representado pelo perfil 1;
- Comportamento intermediário do setor central, representado pelos perfis 2, 3 e 4;
- Comportamento reflectivo do setor sul, representado pelo perfil 5.

As características granulométricas e o nível de exposição à energia das ondas são os principais fatores que determinam as variações morfodinâmicas observadas ao longo deste sistema.

A presença da ilha do Campeche imprime uma menor energia de ondas no setor central. Esta menor energia associada à presença de areias finas (em maior proporção), médias e grossas (em menor proporção) condicionam um comportamento morfodinâmico intermediário neste setor. No setor norte, o predomínio de areias finas e a alta energia de ondas condicionam um comportamento morfodinâmico dissipativo. O setor sul, mesmo sujeito, a uma alta energia de ondas, possui um comportamento reflectivo condicionado principalmente pela abundância de areias grossas.

A Foto 18 mostra parte do setor central do sistema praiial Joaquina – Morro das Pedras. Nesta foto é possível observar que a linha de costa possui uma topografia rítmica (Sonu, 1973), onde se observam bancos crescentes e transversais intercalados por correntes de retorno e cúspides praiiais, características estas utilizadas por Wrigth & Short (1983) na identificação de estágios intermediários. Sonu (*op. cit.*), comenta que a formação de uma topografia rítmica depende de 3 fatores principais: 1) declividade suave do fundo da plataforma adjacente, 2) abundância de sedimentos, 3) predominância de ondas incidindo obliquamente em relação a costa. Sendo que os dois primeiros fatores afetam apenas a intensidade com que a topografia rítmica se

manifesta, enquanto que a incidência oblíqua de ondas e as correntes geradas por tais ondas são um fator essencial.

É importante salientar que os cúspides praias observados no setor central diferem dos observados no setor sul, pois são maiores e estão afastados por dezenas de metros uns dos outros, estes, são conhecidos na literatura como “*surf cusps*” e possuem uma origem diferente dos cúspides observados no setor sul, menores e situados próximos uns dos outros, os quais são conhecidos como “*swash cusps*”. Os primeiros são típicos de praias intermediárias e são formados pela ação erosiva das correntes de retorno, enquanto que os *swash cusps* são feições deposicionais típicas de praias reflectivas formadas pela ação direta do *swash* e *backwash* sobre a face praias (Inmam & Guza, 1982).

Os dados aqui obtidos vêm a complementar os estudos morfodinâmicos realizados nas praias oceânicas da ilha de Santa Catarina. Abreu de Castilhos (1995) e Leal (1999), em suas pesquisas realizadas na praia da Armação e no sistema praias Moçambique – Barra da Lagoa, respectivamente, evidenciaram que as praias por eles estudadas apresentam setores com diferentes comportamentos morfodinâmicos, estando tais diferenças condicionadas principalmente pelas características granulométricas de cada setor. Desta forma, fica evidente que a diferenciação granulométrica ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina é um dos fatores determinantes do comportamento morfodinâmico das mesmas.

A partir dos dados obtidos nesta pesquisa, juntamente com os dados de Abreu de Castilhos (*op. cit.*) e Leal (*op. cit.*) elaborou-se um mapa esquemático distinguindo os diferentes setores morfodinâmicos observados nas praias da costa leste da ilha de Santa Catarina (Figura 18).

Para sintetizar os conhecimentos adquiridos nesta pesquisa elaborou-se um desenho esquemático com os diferentes setores morfodinâmicos e granulométricos identificados ao longo da costa leste da ilha de Santa Catarina e os principais fatores dinâmicos condicionantes (Figura 19).



Foto 18: Vista aérea do setor central do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras. Data: 05/94

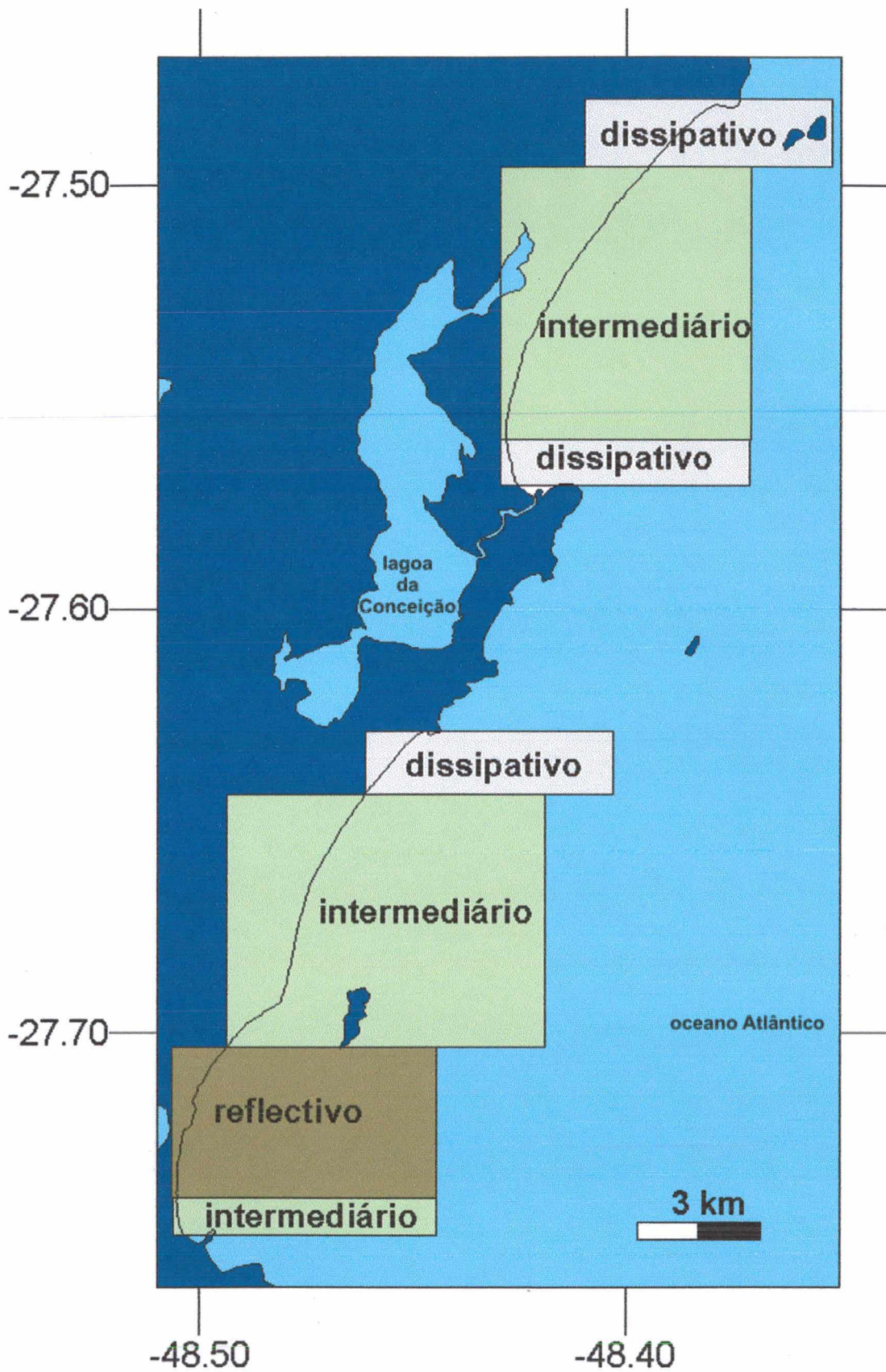


Figura 18: Morfodinâmica da costa leste da ilha de Santa Catarina.

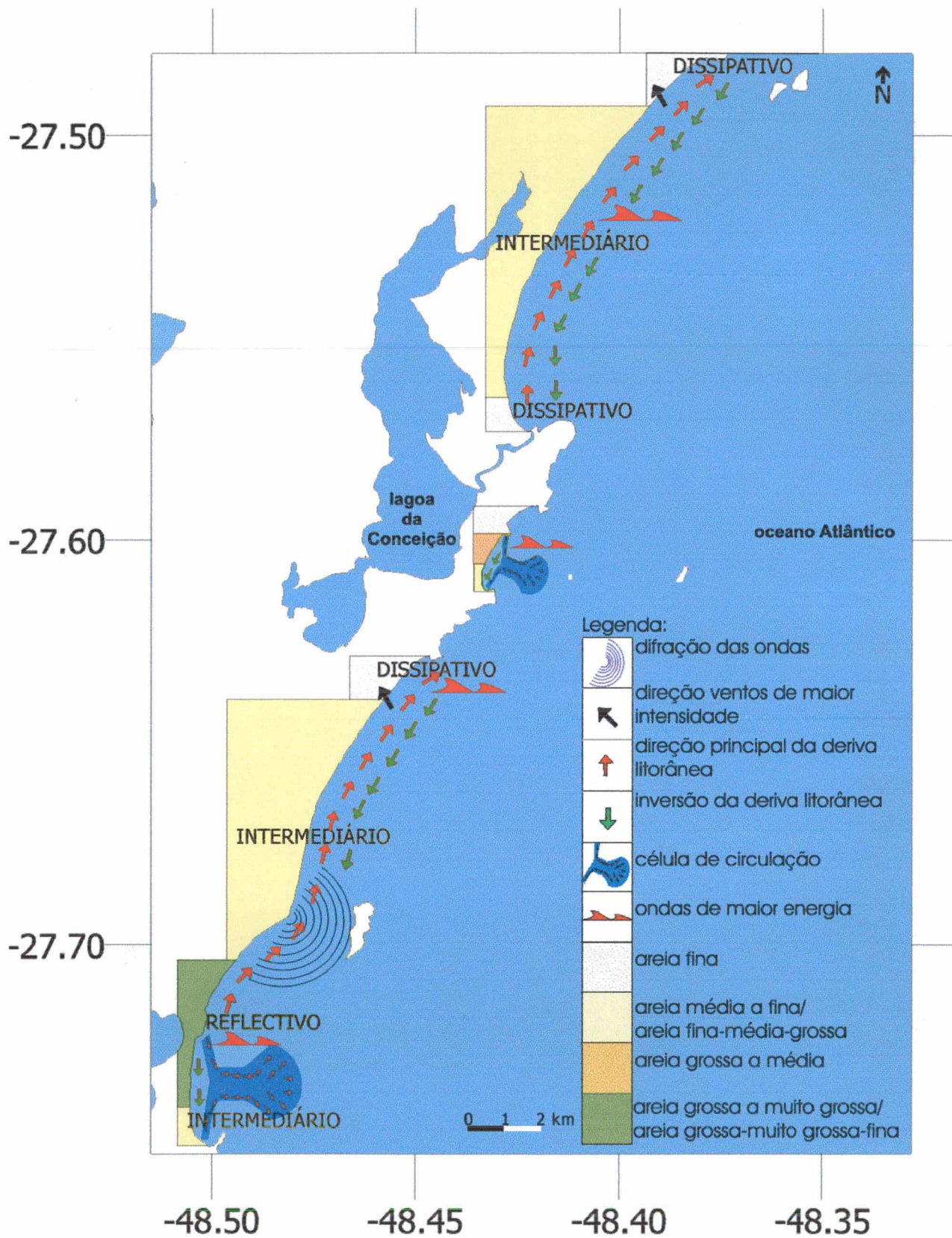


Figura 19: Morfodinâmica, granulometria e dinâmica da costa leste da ilha de Santa Catarina.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES FUTURAS

A análise dos dados nos permitiu relacionar as variações no estoque de sedimentos ocorridas ao longo do sistema praias Joaquina – Morro das Pedras com a dinâmica atuante. Foi possível determinar que tais variações têm relação direta com a direção e a energia das ondas, principalmente com as ondas de tempestade associadas à propagação de frentes frias e ciclones extratropicais ao longo da costa catarinense.

Durante o período estudado houve o predomínio de ondas da direção sudeste (54,09%), seguido por ondas da direção leste-nordeste (30,88%) e da direção sul (15,02%). O outono e o inverno foram as estações que tiveram a maior energia de ondas associada, com o predomínio de ondas de sul e sudeste. A primavera e o verão caracterizaram-se pela elevada frequência de ondas da direção leste-nordeste e por uma baixa energia de ondas associada. Os resultados coincidiram com os conhecimentos que se têm sobre o clima de ondas no sul do Brasil, onde as ondas de sudeste predominam e o outono e inverno tendem a ser as estações de maior energia de ondas devido a maior intensidade e frequência de tempestades costeiras.

Ondas de tempestade vindas da direção sul tendem a erodir os perfis praias 1 e 4, expostos diretamente ao ataque das ondas vindas desta direção. Os perfis 2 e 3 tendem a ser erodidos durante a incidência de ondas das direções sudeste e leste-nordeste, uma vez que a ilha do Campeche os protege do ataque direto das ondas vindas de sul. No perfil 5 não ficou tão evidente a relação entre as variações no estoque de sedimentos e a dinâmica atuante. De maneira geral, pode-se concluir que o comportamento do sistema praias Joaquina – Morro das Pedras tem íntima relação com a orientação da linha de costa em relação a direção das ondas incidentes.

Durante o período estudado (entre abril de 2000 e março de 2001) o fenômeno La Niña influenciou as condições meteorológicas, como consequência os sistemas atmosféricos atuantes foram de baixa intensidade e de rápido deslocamento sobre a região Sul do Brasil, o que provocou a diminuição da intensidade e frequência das ondas de tempestade provenientes da direção sul, notoriamente conhecidas pelo elevado poder energético e erosivo. Os resultados desta pesquisa não podem ser extrapolados para períodos habituais ou influenciados pelo fenômeno El Niño, visto que as condições meteorológicas durante estes períodos são diferentes das observadas durante o período estudado. Aconselha-se o monitoramento das praias da costa leste da ilha por longos períodos (5 a 10 anos) para que se possa acompanhar as variações interanuais no regime

de ondas e de tempestades no oceano Atlântico Sul em decorrência das alterações climáticas promovidas pelos fenômenos La Niña e El Niño.

A metodologia utilizada permitiu identificar as condicionantes atmosféricas geradoras das três principais direções de incidência de ondas que ocorrem no litoral da ilha de Santa Catarina (sul, sudeste e leste-nordeste). As ondas de tempestade oriundas das direções sul e sudeste foram geradas durante a propagação de sistemas frontais e ciclones extratropicais que atuaram sobre o oceano. Quando os centros de geração (centros de baixa pressão atmosférica) propagaram-se próximos ao litoral de Santa Catarina foram geradas ondas de sul, enquanto que as ondas de sudeste foram geradas quando os centros de geração se encontravam afastados do litoral catarinense. As lestadadas foram geradas quando os centros de geração atuaram sobre o continente.

O sistema praial Joaquina - Morro das Pedras foi enquadrado no modelo desenvolvido pela escola australiana de geomorfologia costeira, identificou-se três setores morfodinâmicos distintos: o setor norte com características dissipativas, o setor central com características intermediárias e o setor sul com características reflectivas. Constatou-se que as variações morfodinâmicas observadas ao longo deste sistema são determinadas pelas características granulométricas e o grau de exposição à energia das ondas, que é altamente influenciado pela presença da ilha do Campeche no setor central.

A análise granulométrica das amostras coletadas ao longo do sistema praial Joaquina – Morro das Pedras, na praia Mole e na praia da Galheta, juntamente com os resultados obtidos por Abreu de Castilhos (1995) e Leal (1999) na praia da Armação e no sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa, respectivamente, possibilitou a determinação da distribuição granulométrica ao longo das praias da costa leste da ilha de Santa Catarina. Verificou-se que variação no tamanho dos grãos é determinada pelas diferentes fontes de sedimento e dinâmica atuante.

A determinação da distribuição das características dos sedimentos praias (percentual médio das diferentes granulometrias e valor médio do desvio padrão em cada setor da costa leste) se mostrou eficiente na definição da direção da deriva litorânea de sedimentos. Mesmo assim, são necessários estudos sobre as características mineralógicas dos sedimentos praias, pois a determinação da distribuição longitudinal de tais características poderá auxiliar na compreensão da hidrodinâmica da área.

Uma análise comparada das características granulométricas da face praial com as características do pós-praia ajudaria no entendimento da dinâmica atuante na costa leste. Aliado a isto, a aplicação de métodos estatísticos mais avançados poderia determinar

com maior precisão a distribuição granulométrica dos sedimentos paralela e transversalmente ao longo da costa.

A ação da deriva litorânea e o grau de exposição à energia das ondas são os principais fatores dinâmicos condicionantes das variações granulométricas e conseqüentemente dos diferentes comportamentos morfodinâmicos observados ao longo da costa leste da ilha de Santa Catarina. Entretanto, nem todas as praias da costa leste foram devidamente estudadas, são necessários ainda, estudos morfodinâmicos e sedimentológicos detalhados na praia Mole e na praia da Galheta, de maneira a se conhecer melhor as características destas praias.

Seria interessante promover estudos específicos sobre o regime de ondas e correntes no litoral da ilha de Santa Catarina, objetivando entender melhor a dinâmica envolvida na deposição dos sedimentos e no comportamento morfodinâmico das praias. Ficou evidente neste estudo a influência das variações na distribuição da altura e energia das ondas sobre a granulometria e morfodinâmica das praias estudadas. Os promontórios rochosos que dividem as praias e as ilhas próximas à linha de costa (ex: ilha do Campeche) modificam o padrão de ondas incidentes, condicionando assim uma maior ou menor exposição de determinados setores da costa, além de influenciar no padrão de correntes litorâneas. Da mesma forma, a topografia do fundo da antepraia e da plataforma continental interna influencia as características das ondas. Aconselha-se a realização de estudos que contemplem os processos de refração e difração de ondas, os quais são diretamente influenciados pelos fatores citados acima e condicionam o clima de ondas incidentes nestas praias.

Cabe lembrar, que nas praias do litoral norte e sul da ilha de Santa Catarina são praticamente inexistentes pesquisas de enfoque morfodinâmico e sedimentológico. A crescente ocupação e o intenso uso destas praias tornam urgentes estudos semelhantes ao realizado na presente pesquisa, visando a obtenção de um melhor entendimento dos processos litorâneos atuantes. O ideal seria um estudo que cobrisse todas as praias do litoral oceânico da ilha de Santa Catarina que fornecesse dados para elaboração de um esboço geral do comportamento morfodinâmico destas praias, o qual futuramente poderia auxiliar programas de prevenção a acidentes no mar, projetos de engenharia costeira e programas de gerenciamento costeiro.

Resultados obtidos por Short & Hogam (1990, 1991 e 1993) em estudos realizados em praias australianas mostram que o grau de periculosidade para o banho está diretamente relacionado com as características morfodinâmicas das praias. Em

praias dissipativas os banhistas devem evitar maiores profundidades, pois as ondas de alta energia e a ampla zona de surfe são perigosas àqueles banhistas que se distanciam muito da praia. Praias intermediárias são bastante perigosas, pois nelas se desenvolvem fortes correntes de retorno e ocorrem bruscas mudanças de profundidade, neste tipo de praia deve-se tomar muito cuidado com as correntes de retorno, as quais são o fator responsável pelo maior número de acidentes, uma vez que “arrastam” os banhistas para mar adentro. Em praias reflectivas, a declividade acentuada e a abrupta mudança de profundidade dificultam o acesso de crianças e idosos ao banho.

Obviamente, não são apenas as características morfodinâmicas das praias as responsáveis pelos acidentes ocorridos nos banhos de mar. Hoefel & Klein (1998), Klein *et al.* (2000), em estudos realizados no litoral do Estado de Santa Catarina, evidenciaram que fatores sociais (habilidade de natação, faixa etária, cuidados tomados ao entrar no banho, grau de escolaridade, frequência de uso das praias, entre outros) são as principais causas dos acidentes.

Apenas a definição das características ambientais das praias oceânicas da ilha de Santa Catarina não irá determinar o grau de periculosidade para o banho de mar nestas praias, é necessário a integração com dados sociais, econômicos e culturais, à exemplo do projeto “Segurança nas Praias” desenvolvido pela UNIVALI em praias do litoral centro-norte do Estado de Santa Catarina. Este projeto, através de uma campanha educativa, conseguiu reduzir o número de acidentes em 80% entre as temporadas de 1995/1996 e 1999/2000 (Klein *et al.*, 2000).

Um dos principais objetivos da engenharia costeira é o estabelecimento de modelos que consigam prever as modificações sofridas pelas praias quando submetidas a diferentes condições ambientais (ondas, ventos, marés, etc...), incluindo os impactos causados pela implantação de estruturas na zona costeira. Os estudos de enfoque morfodinâmico alimentam estes modelos fornecendo dados obtidos diretamente na natureza, aproximando-os da realidade e minimizando os erros, o que aumenta a precisão dos projetos de engenharia costeira e diminui o risco de perda de recursos financeiros particulares e/ou públicos aplicados em investimentos desta natureza, os quais geralmente envolvem montantes vultuosos.

Sob o ponto de vista do gerenciamento costeiro, os estudos de enfoque morfodinâmico fornecem o arcabouço básico para a elaboração de medidas que permitam a continuidade do uso das praias sem que as mesmas sofram danos ambientais. Através dos estudos morfodinâmicos é possível identificar processos atuais

e projetar tendências futuras e assim prever os efeitos de intervenções humanas nas praias, informações que podem subsidiar programas de gerenciamento costeiro, tais como: o programa de gerenciamento costeiro do Estado de Santa Catarina (GERCO/SC) e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC).

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU DE CASTILHOS, J.A. 1995. **Estudo evolutivo, sedimentológico e morfodinâmico da praia da Armação – Ilha de Santa Catarina – Florianópolis – SC.** Florianópolis. 134 p. Dissertação de Mestrado. Geografia, UFSC.
- & CORREA, C.H.T. 1991. Avaliação preliminar dos processos erosivos na praia da Armação - Ilha de Santa Catarina - SC. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 4º, Porto Alegre, 1991. **Anais...** Porto Alegre, v.1: 218-299 pp.
- & GRÉ, J.C.R. 1997. Praias da Ilha de Santa Catarina: Caracterização morfológica e problemas de erosão costeira. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 6º, Curitiba, 1997. **Resumos Expandidos...** Curitiba, 388-392 pp.
- ALVES, J.H.G.M. 1996. **Refração do espectro de ondas oceânicas em águas rasas: Aplicações à região costeira de São Francisco do Sul, SC.** Florianópolis. 89 p. Dissertação de Mestrado. Engenharia Ambiental, UFSC.
- ANGULO, R. J. & SOUZA, M.C. 2001. Previsão do comportamento interanual das praias do estado do Paraná e norte de Santa Catarina, Brasil. In: REUNIÃO DO QUARTENÁRIO IBÉRICO, 5º, Lisboa, 2001. **Actas...** Lisboa, 171-174 pp.
- BABA, J. & KOMAR, P. D. 1981. Measurements and analysis of settling velocities of natural quartz sand grain. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 51 (2): 631-640 pp.
- BARLETTA, R. 1997. **Aspectos morfodinâmicos das praias situadas ao norte da desembocadura da Laguna dos Patos – Farol da Conceição e praias adjacentes, RS.** Rio Grande. 63 p. Monografia de Conclusão de Curso. Oceanologia, FURG.
- BASCOM, W.H. 1951. The relationship between sand size and beach face slope. **Transactions American Geophysical Union**, v. 32: 866-874 pp.
- BIGARELLA, J.J. 1975. Lagoa dune field (State of Santa Catarina), a model of eolian and pluvial activity. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 33: 133-167 pp.
- BIRD, E.C.F. 1996. Lateral grading of beach sediments: A commentary. **Journal of Coastal Research**, v. 12 (3): 774-785 pp.

- BIRD, E.C.F. 1997. Reply to Bruun, P. 1997. Discussion of Bird, E.C.F. 1996. Lateral grading of beach sediments: A commentary. **Journal of Coastal Research**, v. 13 (3): 959 pp.
- BIRKEMEIER, W.A. 1981. **Fast, accurate two-person beach surveys**. Vicksburg, Mississippi: U.S Army Corps of Engineer Waterways Experiment Station. Coastal Engineering Research Center, 22 p.
- BIRKEMEIER, W.A. 1985. **A user's guide to ISRP: The Interactive Survey Reduction Program**. Vicksburg, Mississippi: U.S Army Corps of Engineer Waterways Experiment Station. Coastal Engineering Research Center, 101 p.
- BITTENCOURT, A.C.S.P., VILLAS BOAS, G.S.V. & FARIAS, F.F. 1992. Variações direcionais nos parâmetros granulométricos: Um indicativo apropriado para o sentido da deriva litorânea. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22 (1): 100-106 pp.
- BOWEN, A.J. & INMAN, D.L. 1969. Rip currents 2: Laboratory and field observations. **Journal of Geophysical Research**, v. 74: 5479-5490 pp.
- BRYANT, E. 1982. Behavior of grain size characteristics on reflective and dissipative foreshores, Broken Bay, Australia. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 52 (2): 431-450 pp.
- BRUUN, P. 1997. Discussion of Bird, E.C.F. 1996. Lateral grading of beach sediments: A commentary. **Journal of Coastal Research**, v. 13 (3): 956-958 pp.
- CALLIARI, L.J. 1994. Cross-shore and longshore sediment size distribution on Southern Currituck Spit, North Carolina: Implications for beach differentiation. **Journal of Coastal Research**, v. 10 (2): 360-373 pp.
- & KLEIN A.H.F. 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. **Pesquisas**. Instituto de Geociências. Porto Alegre, UFRGS. v. 20 (1): 48-56 pp.
- TOZZI, H.A. M., KLEIN, A.H.F. 1996. Erosão associada a marés meteorológicas na costa sul-rio-grandense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34º, Salvador, 1996. **Anais...** Salvador, v. 4: 421-433 pp.
- 1998. Beach morphology and coastline erosion associated with storm surges in Southern Brazil – Rio Grande to Chuí. **Academia Brasileira de Ciências**, v. 70 (2): 231-247 pp.
- CAMARGO. 1998. **Sysgran 2.1**.
- CAMERASURF: <http://www.uol.com.br/camerasurf>

- CARTER, R.W.G. 1988. **Coastal Environments**. Academic Press, London. 617 p.
- CARUSO JR., F. 1992. Geologia dos depósitos de conchas calcárias no estado de Santa Catarina. **GEOSUL**. Florianópolis, UFSC. v. 14: 101-136 pp.
- 1993. Mapa geológico da Ilha de Santa Catarina. **Notas Técnicas**. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO). Porto Alegre, UFRGS. v. 6: 28 p.
- CENTRO DE ESTUDOS DA CULTURA E CIDADANIA – CECCA. 1997. **Uma cidade numa ilha: Relatório sobre os problemas sócio-ambientais da Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis, UFSC. 248 p.
- CORRÊA, I.C.S. & VILWOCK, J.A. 1996. Continental shelf and coastal plain sediments of the Southeast and South Coast of Brazil. In: Corrêa, I.C.S. & Villwock, J.A. (Ed.). **Explanatory text of the atlas: Morphology and sedimentology of the Southwest Atlantic coastal zone and continental shelf from Cabo Frio (Brazil) to Península de Valdés (Argentina)**. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO). Porto Alegre, UFRGS. 74 p.
- CPTEC/INPE. 2001. La Niña. Relatório elaborado pelo CPTEC/INPE em 05 de Agosto de 1998. Disponível no site: <http://www.cptec.inpe.br>
- CRUZ, O. 1993. **Estudo geomorfológico de áreas costeiras da Ilha de Santa Catarina e do continente circunvizinho (municípios de Florianópolis, São José, Palhoça, Biguaçu e Governador Celso Ramos)**. Florianópolis, UFSC. Relatório Técnico Final de Pesquisa para o CNPq.
- 1998. **A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo: Um estudo de geomorfologia costeira**. Florianópolis, UFSC. 280 p.
- DAVIES, J. L. 1980. **Geographical variation in coastal development**. 2nd Ed. Longman, London. 221 p.
- DEAN, R.G. 1973. Heuristic models of sand transport in the surf zone. In: CONFERENCE OF ENGINEERING DYNAMICS IN THE SURF ZONE, Sydney, 1973. **Proceedings...** Sydney, 298-314 pp.
- DHN: <http://www.mar.mil.br/~dhn/dhn.htm>
- DHN. 1994. **Roteiro Costa Sul: Do Cabo Frio ao Arroio Chuí, lagoas dos Patos e Mirim**. Diretoria de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro. 282 p.
- DHN. 2000. **Tábua de Marés: Porto de Florianópolis**. Diretoria de Hidrografia e Navegação.

- DIEHL, F.L. 1997. **Aspectos geoevolutivos, morfodinâmicos e ambientais do Pontal da Daniela, Ilha de Santa Catarina, Brasil.** Florianópolis. 128 p. Dissertação de Mestrado. Geografia, UFSC.
- FARACO, K. 1998. **Estudo morfodinâmico e granulométrico da praia dos Ingleses, Ilha de Santa Catarina, SC.** Florianópolis. 68 p. Monografia de Conclusão de Curso. Geografia, UFSC.
- FERREIRA, E. R. 1998. **Morfodinâmica de praia em ambientes de baixa energia (praia de Fora, Baía Sul, Florianópolis).** Porto Alegre. 110 p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, UFRGS.
- FREDSOE, J. & DEIGAARD, R. 1992. **Mechanics of coastal sediment transport.** World Scientific, Singapore. 369 p.
- FREYSLEBEN, L.M.C. 1979. **Aspectos essenciais do ritmo climático de Florianópolis.** Florianópolis. 49 p. Tese Professor Adjunto, UFSC.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27: 03-26 pp.
- FONZAR, B. C. 1994. A circulação atmosférica na América do Sul – Os grandes sistemas planetários e subsistemas regionais que atingem o continente: Localização e trajetórias. **Caderno de Geociências do IBGE**, v.11: 11-33 pp.
- FUCELLA, J. E. & DOLAN, R. 1996. Magnitude of subareal beach disturbance during Northeast storms. **Journal of Coastal Research**, v.12 (2): 420-429 pp.
- GALVIN, C.J. 1968. Breaker type classification on three laboratory beaches. **Journal of Geophysical Research**, v. 73: 3651-3659 pp.
- GRÉ, J.C.R. 1983. **Aspectos sedimentares da Plataforma Continental de Santa Catarina – Brasil.** Porto Alegre. 91 p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, UFRGS.
- , ABREU DE CASTILHOS, J.A., HORN FILHO, N.O. 1994. Morphodynamic and sedimentological study of the Mole beach, Santa Catarina, Brazil. In: INTERNATIONAL SEDIMENTOLOGY CONGRESSE, 14º, Recife, 1994. **Abstracts...** Recife, 23 pp.
- GUZA, R.T. & INMAN, D.L. 1975. Edge waves and beach cusps. **Journal of Geophysical Research**, v. 87 (21): 2997-3012 pp.
- HEGGE, B., ELIOT, I. & HSU, J. 1996. Sheltered sandy beaches of Southern Australia. **Journal of Coastal Research**, v. 12 (3): 748-760 pp.

- HERRMANN, M. L. P. 1998. **Problemas geoambientais da faixa central do litoral catarinense**. São Paulo. 307 p. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP.
- HOEFEL, F.G. 1997. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: Uma revisão bibliográfica**. Itajaí, UNIVALI. 92 p.
- & KLEIN, A.H.F. 1998. Beach safety issue at oceanic beaches of central northern coast of Santa Catarina, Brazil: Magnitude and nature. **Journal of Coastal Research**, v. 26: 87-93 pp.
- HOMSI, A. 1978. Wave climate in some zones of the Brazilian coast. In: INTERNATIONAL COASTAL ENGINEERING CONFERENCE, 16^o, Hamburg, 1978. **Proceedings...** Hamburg. 117-133 pp.
- HORIKAWA, K. 1988. **Nearshore Dynamic and Coastal Processes**. University of Tokyo. 522 p.
- HORN FILHO, N.O. & DIEHL, L.F. 1994. Geologia da Planície Costeira de Santa Catarina. **Alcance**. Itajaí, UNIVALI, v. 1: 95-102 pp.
- , OLIVEIRA, J.S., LEAL, P. C. 1999. Mapping the Santa Catarina island's coast, Santa Catarina, Southeastern, Brazil. In: COASTAL ZONE 99. San Diego, 1999. **Proceedings...** San Diego, 401-403 pp.
- , LEAL, P. C., OLIVEIRA, J.S. 2000. Ilha de Santa Catarina, SC – Brasil: 88 km de praias arenosas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRAIAS ARENOSAS, 1^o, Itajaí. **Anais...** Itajaí, UNIVALI, 164-165 pp.
- INPE: <http://www.inpe.br>
- INMAN, D. L. & GUZA, R. T. 1982. The origin of swash cusps on beaches. **Marine Geology**, v. 49: 133-148 pp.
- KING, C.A.M. 1972. **Beaches and coasts**. 2nd ed. Arnold, London. 570 p.
- KLEIN, A.H.F. 1996. **Concheiros do Albardão: Variações espaço-temporais dos sedimentos e da morfologia praial**. Porto Alegre. 120 p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, UFRGS.
- , SIEGLE, E, CALLIARI, L.J. & MIOT da SILVA, G. 1999. Gradação lateral de sedimentos em praias: Dois casos de estudos no Sul do Brasil. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 7^o, Porto Seguro, 1999. **CD de Resumos...** Porto Seguro, Bahia.
- , TEMME, B, MENEZES, J.T., DIEHL, F.L., CARVALHO, J.L.B., JABOR, P. M. 1997. Comportamento morfológico de uma praia semiprotetida:

- Praia Central de Balneário Camboriú, Santa Catarina. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 6º, Curitiba, 1997. **Anais...** Curitiba, 82-84 pp.
- KLEIN, A.H.F., SANTANA, G.G., DIEHL, F.L., MENEZES, J.T., MEDEIROS, R. 2000. Análises dos riscos associados ao banho de mar: Exemplo das praias catarinenses. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRAIAS ARENOSAS, 1º, Itajaí. **Anais...**, Itajaí, UNIVALI, 45-49 pp.
- KOMAR, P.D. 1976. **Beach Processes and Sedimentation**. Prentice-Hall, New Jersey. 429 p.
- 1983. **Handbook of Coastal Processes and Erosion**. CRC Press, Florida. 305 p.
- 1998. **Beach Processes and Sedimentation**. 2nd ed. Prentice-Hall, New Jersey. 544 p.
- LEAL, P. C. 1999. **Sistema praiial Moçambique - Barra da Lagoa, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil: Aspectos morfológicos, morfodinâmicos, sedimentológicos e ambientais**. Florianópolis. 125 p. Dissertação de Mestrado. Geografia, UFSC.
- MARONE, E. & CAMARGO, R. 1994. Marés Meteorológicas no litoral do Estado do Paraná: O Evento de 18 de agosto de 1993. **Revista Nerítica**, v. 8 (1): 73-85 pp.
- MARQUES, J. & PINHEIRO, F.M.A. 1999. Aspectos meteorológicos das recentes ressacas no litoral do Rio de Janeiro. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 12ª, Rio de Janeiro, 1999. **Resumos Expandidos...** Rio de Janeiro, 357-359 pp.
- MARTINS, L.R. & MARTINS, I.R. 1974. Propriedades texturais dos sedimentos litorâneos de Santa Catarina III – Trecho Laguna – Araranguá. **Pesquisas**. Instituto de Geociências. Porto Alegre, UFRGS, v. 3 (1): 17-34 pp.
- , GAMERMANN, N., SCHEIBE, L. F., TEIXEIRA, V. H. 1970. Sedimentologia da Ilha de Santa Catarina I – Areias praias. **Publicação Especial**. Escola de Geologia. Porto Alegre, UFRGS, v. 18: 1-55 pp.
- MASSELINK, G. 1992. Longshore variation of grain size distribution along the coast of the Rhône Delta, Southern France: A test of the “McLaren Model”. **Journal of Coastal Research**, v. 8 (2): 286-291 pp.

- McLAREN, P. 1981. An interpretation of trends in grain size measures. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 51 (2): 611-624 pp.
- & BOWLES, D. 1985. The effects of sediment transport on grain-size distributions. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 55 (4): 457-470 pp.
- MELLO, E. 1991. **Projeto Sentinelas do Mar: Instruções para efetuar as observações**. Rio de Janeiro, COPPE. 12 p.
- MENEZES, J. T. 1999. **Aspectos morfodinâmicos das praias do litoral centro-norte catarinense**. Itajaí. 150 p. Monografia de Conclusão de Curso. Oceanografia, UNIVALI.
- MIOT da SILVA, G, KLEIN, A.H.F & LAFIN, N.A. 2000. Distribuição de tamanho dos grãos ao longo de costas com promontórios rochosos – enseadas: Resultados preliminares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRAIAS ARENOSAS, 1º, Itajaí, 2000. **Anais...** Itajaí, UNIVALI, 208-210 pp.
- MORENO, D. A. 2000. Aspectos morfodinâmicos da praia da Galheta, Florianópolis, SC. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 13ª, Itajaí, 2000. **Resumos Expandidos...** Itajaí, 132-133 pp.
- MOTTA, V.F. 1967. **Estudo em modelo reduzido da regulamentação da embocadura lagunar de Tramandaí (Rio Grande do Sul)**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre, UFRGS.
- NICOLODI, J.L., TOLDO JR., E.E, GRURBER, N.L.S. 2000. Análise da direcionalidade das correntes litorâneas no litoral norte do Rio grande do Sul. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 13ª, Itajaí, 2000. **Resumos Expandidos...** Itajaí, 461-463 pp.
- NOBRE. C.A, CAVALCANTI, I.F.A., GAN, M.A., NOBRE, P.A., KAYANO, M.T., RAO, V.B., BONATTI, J.P. SATYAMURTI, P., UVO, C.B., COHEN, J.C. 1986. Aspectos da climatologia dinâmica do Brasil. **Climanálise No. Especial**. 65 p.
- NUNES, M. G. 1997. **Estudo evolutivo, sedimentológico e morfodinâmico da Praia do Forte – Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis. 72 p. Monografia de Conclusão de Curso. Geografia, UFSC.
- PIMENTA, F. M. 1999. **Caracterização dos regimes de refração de onda ao longo da zona costeira do Rio Grande do Sul**. Rio Grande. 66 p. Monografia de Conclusão de Curso. Oceanologia, FURG.

- PODOLSKY. 1970. **Dinâmica eólica da ilha de Santa Catarina**. Porto Alegre. 80 p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, UFRGS.
- PUGH, D.T. 1987. **Tides, surges and mean sea level**. John Wiley & Sons Ltda. Winchester, U.K. 472 p.
- SANTOS, C. R. 1995. **Inter-relação entre a dinâmica da vegetação pioneira e os padrões morfo-sedimentológicos sazonais da Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis. 207 p. Dissertação de Mestrado. Geografia. UFSC.
- SCHETTINI, C.A.F. & TRUCOLLO, E.C. 2000. Condições atmosféricas ótimas para a prática do surf em Itajaí e Balneário Camboriú. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRAIAS ARENOSAS, 1º, Itajaí, 2000. **Anais...** Itajaí, UNIVALI, 343-344 pp.
- SHEPARD, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 24: 151-158 pp.
- & LAFOND, E.C. 1940. Sand movements near the beach in relation to tides and waves. **American Journal of Science**. v. 238: 272-285 pp.
- SHORT, A.D. 1978. Wave power and beach stages: A global model. In: INTERNATIONAL COASTAL ENGINEERING CONFERENCE, 16º. Hamburg, 1978. **Proceedings...** Hamburg, 1145-1162 pp.
- 2000. **Beach and barrier morphodynamics and applications to the Brazilian Coast**. Curso ministrado no I Simpósio Brasileiro de Praias Arenosas, Itajaí, UNIVALI.
- & HESP, P.A. 1982. Wave, beach and dune interactions in Southeastern Australia. **Marine Geology**, v. 48: 259-284 pp.
- & HOGAN, C.L. 1990. Sydney's southern surfing beaches: Characteristics and hazards. In: Fabbri, P. (Ed.). **Recreational use's of coastal areas**. Kluwer Academic Publisher, Australia, 199-210 pp.
- & HOGAN, C.L. 1992. How safe is your beach? Assessing public and tourist safety in a coastal environment. In: COASTAL MANAGEMENT CONFERENCE, Kiana, 1992. Kiana Municipal Council, Kiana. 11 p.
- & HOGAN, C.L. 1993. The Australian beach safety and management program – surf live saving Australia's approach to beach safety and coastal planning. In: AUSTRALIAN CONFERENCE ON COASTAL AND OCEAN

- ENGINEERING, 11°. Townville, 1993. **National Conference Publication...**
The Institution of Engineers, Townville, Australia, v. 4 113-118 pp.
- SHORT, A.D., TREMBANIS, A. & TURNER, I. 2000. Beach oscillation, rotation and the Southern Oscillation - Narrabeen Beach, Australia. In: INTERNATIONAL COASTAL ENGINEERING CONFERENCE, Sydney, 2000. **Proceedings...** Sydney.
- SILVESTER, R. & HSU R.C. 1997. **Coastal Stabilization.** Advanced Series on Ocean Engineering, v. 14. World Scientific, Singapore. 578 p.
- SOARES, C.R., BORZONE, C.A, SOUZA, J.L.B. 1997. Variações morfológicas e sedimentológicas ao longo de um ciclo anual completo em uma praia arenosa do Sul do Brasil. In: ECOLOGIA DE PRAIAS ARENOSAS DO LITORAL BRASILEIRO. Rio de Janeiro, 1997. Rio de Janeiro, UFRJ, v.3: 245-258 pp.
- , PARANHOS FILHO, A.C., SOUZA, M.C. BRANCO, J.C., FABIANOVICZ, R. PRAZERES FILHO, H.J. KOGUT, J.S. 1994. Variações da linha de costa no balneário Pontal do Sul (PR) no período 1953-1993: Um balanço sedimentar. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 42: 161-171 pp.
- SONU J. 1973. Three-dimensional beach changes. **Journal of Geology**, v. 81: 42-64 pp.
- SUNAMURA, T. 1984. Quantitative predictions of beach-face slopes. **Geological Society of America Bulletin**, v. 95: 242-245 pp.
- TEMME, B., KLEIN, A.H.F., CARVALHO, J.L.B., DIEHL, F.L. 1997. Morphologic behavior of Balneário Camboriú Beach, Santa Catarina – Brazil: Preliminary results. **Notas Técnicas**. UNIVALI, v. 1: 49-65.
- TOLDO JR, E.E, DILLENBURG, S.R, ALMEIDA, L.E.S.B, TABAJARA, L.L., MARTINS, R. R., CUNHA, L.O.B.P. 1993. Parâmetros morfodinâmicos da Praia de Imbé, RS. **Pesquisas**. Instituto de Geociências. Porto Alegre, UFRGS, v. 20 (1): 27-32 pp.
- TOMAZELLI, L.J. & VILLWOCK, J.A. 1992. Considerações sobre o ambiente praias e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**. Instituto de Geociências. Porto Alegre, UFRGS, v. 19 (1): 3-12 pp.
- TOZZI, H.A.M. 1999. **Influência das tempestades extratropicais sobre o estoque subaéreo das praias entre Rio Grande e Chuí, RS: Campanha do outono e**

- inverno de 1996.** Porto Alegre. 115 p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, UFRGS.
- TOZZI, H.A.M. & CALLIARI, L.J. 2000. Morfodinâmica da Praia do Cassino. **Pesquisas.** Instituto de Geociências, Porto Alegre, UFRGS, v.27 (1): 29-42 pp.
- , PEREIRA DA SILVA, R. CALLIARI, L.J. & BARLETTA, R. 1999. Variações de curto e longo período na morfologia das praias entre Cassino e Hermenegildo, Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 7º, Porto Seguro, 1999. **CD de Resumos...** Porto Seguro, Bahia.
- TRUCCOLO, E. C. 1998. **Marés meteorológicas e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul – SC.** Florianópolis. 100 p. Dissertação de Mestrado. Engenharia Ambiental, UFSC.
- & FRANCO, D. 1998. Marés meteorológicas e a tensão do vento local em São Francisco do Sul, SC. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 11ª, Rio Grande, 1998. **Resumos Expandidos...** Rio Grande, 389-391 pp.
- VILLWOCK, J. A. 1994. A Costa Brasileira: Geologia e Evolução. **Notas Técnicas.** Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO). Porto Alegre, UFRGS, v. 7: 38-49 pp.
- WIEGEL, R.L. 1964. **Oceanographical Engineering.** Prentice-Hall. 250 p.
- WRIGTH, L.D. 1980. Beach cut in relation to surf zone morphodynamics. In: INTERNATIONAL COASTAL ENGINEERING CONFERENCE, 17ª. Sidney, 1980. **Proceedings...** Sidney, 978–996 pp.
- & SHORT, A.D. 1983. Morphodynamics of beaches and surf zones in Australia. In: Komar (Ed). **Handbook of Coastal Processes and Erosion.** CRC Press, Florida. 305 p.
- & SHORT, A.D. 1984. Morphodynamics variability of surf zones and beaches: A synthesis. **Marine Geology**, v. 56: 93-118 pp.
- THON, B.G., CHAPPELL, J. 1978. Morphodynamics variability of high-energy beaches. In: INTERNATIONAL COASTAL ENGINEERING CONFERENCE, 16º. Hamburg, 1978. **Proceedings...** Hamburg, 1180-1194 pp.
- CHAPPELL, J., THON, B.G., BRADSHAW, M.P., COWELL. 1979. Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems: Southeastern Australia. **Marine Geology**, v. 32: 105-140 pp.