



Revista de Gestão Costeira Integrada -
Journal of Integrated Coastal Zone
Management

E-ISSN: 1646-8872

rgci.editor@gmail.com

Associação Portuguesa dos Recursos
Hídricos

da Rocha Karniol Marquez, Mainara; Michaelovitch de Mahiques, Michel
Variações morfológicas no prisma praial da Ilha Comprida (Sudeste do Brasil) - Subsídios
para uma Gestão Costeira Sustentável

Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management,
vol. 10, núm. 3, 2010, pp. 361-379
Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos
Lisboa, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340130008>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

Variações morfológicas no prisma praial da Ilha Comprida (Sudeste do Brasil) - Subsídios para uma Gestão Costeira Sustentável *

Morphologic changes on the beach of Ilha Comprida (southeast Brazilian coast) – subsides to the coastal management

Mainara da Rocha Karniol Marquez ^{@,1}, Michel Michaelovitch de Mahiques ¹

RESUMO

A Ilha Comprida, localizada no litoral sul do Estado de São Paulo, costa sudeste brasileira, apresenta acelerado processo de urbanização, observado principalmente em seu trecho norte, em paralelo com ocupação incipiente em seu setor sul, o que indica a necessidade de estudos que contribuam, tanto para ampliar o conhecimento sobre a morfodinâmica da praia, quanto para oferecer subsídios a um planejamento de ocupação urbana.

Este estudo tem como objetivo geral a avaliação da variação sazonal da morfologia e do volume de sedimento em um segmento da porção sul da praia da Ilha Comprida, um dos espaços ainda pouco alterados pela urbanização na costa sudeste do Brasil. Como objetivo específico, busca informações, a partir dos dados obtidos, que possam contribuir para uma gestão integrada dessa porção da costa.

As análises, realizadas ao longo de quatro campanhas entre os anos de 2005 e 2006, basearam-se no estabelecimento das relações existentes entre as variações morfológicas e do volume de sedimento da praia com parâmetros de regime de ondas. Os limites máximos, submerso e emerso da praia, bem como o transporte preferencial dos sedimentos, foram definidos para servir de subsídios ao plano de gestão costeira.

Os resultados alcançados permitem reconhecer a ocorrência de variações no prisma praial, tanto em escala de tempo diária, como sazonal, com a morfologia de praia mais acrescida no verão e mais erodida no inverno, assim como descrito na literatura.

Constatou-se que as ondas de sul com Hs em até 1 m atuaram no processo de preenchimento de sedimentos da praia emersa, e que as ondas dessa mesma direção com Hs a partir de 1 m passaram a exercer papel erosivo no estoque de sedimentos. De forma inversa, as ondas de leste com Hs em até 1 m exerceram papel erosivo e a partir de 1 m, papel deposicional.

[@] - Autor correspondente: maikarniol@yahoo.com

1 - Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica, Praça do Oceanográfico, 191, 05508-120 - São Paulo, SP - Brasil

* Submissão – 19 Fevereiro 2009; Avaliação – 27 Março 2009; Recepção da versão revista – 22 Junho 2009; Disponibilização on-line - 22 Outubro 2009

A variação temporal de curto período da morfologia e do volume de sedimento no segmento da praia monitorado ocorreu de maneira bastante evidente, chegando à variação de 50% do total do volume do segmento da praia entre as campanhas de maio e agosto de 2005 e entre as de novembro de 2005 e janeiro de 2006.

Os dados granulométricos permitiram aferir a existência de um transporte de sedimentos tanto longitudinal, como transversal à linha de costa, na área de estudo.

Propõe-se que futuras intervenções neste trecho da costa considerem os estoques de sedimento que compõem toda a praia da Ilha Comprida. Além dos bancos arenosos nos arredores da barra de Cananéia, que parecem servir como fonte de sedimentos para a dinâmica longitudinal, para a dinâmica transversal, deve ser considerada como praia desde a primeira linha do campo de dunas, na porção emersa, até a isóbata de -6 m, na porção submersa. Nesse sentido, quaisquer intervenções, que venham a ser realizadas, devem respeitar essa faixa transversal, que compreende área intermitente nos processos de equilíbrio dinâmico entre mar e terra, bem como a faixa longitudinal de fluxo de sedimentos provenientes dos bancos arenosos presentes na desembocadura de Cananéia.

ABSTRACT

Ilha Comprida (long island), located on the south coast of São Paulo, Brazilian southeast coast, presents an accelerated urbanization process. This process is observed mainly in its northern, in parallel with an incipient colonization in its southern and shows the necessity of studies that improve the knowledge about beach morphodynamic, and subside a coastal management.

The general objective of this study is evaluating the seasonal variation of the morphology and the sediment values in a segment of Ilha Comprida southern, one of the most intact places in Brazilian the southeast coast. The specific objective is to find data that could contribute to the coastal management.

The analysis was done four times during 2005 and 2006 and was based on the relationship between morphologies variations and sediment values with the wave climate. The maximum limits of the beach and the sediment preferential transport was defined to subside to the coastal management plan.

The results show the variation of the beach at day-term and seasonal-term, in that the beach morphology increases in the summer and erodes in the winter, as described in the literature.

The results also showed that the waves from the south, with Hs as high as 1 m, brought about an increase in the sediments on the shore of the beach, and the waves with Hs of more than 1 m from the same direction brought about an erosion of the sediments. On the other hand, the waves from the east with Hs as high as 1 m created erosion and the waves with Hs of more than 1 m increased the amount of sediments on the shore of the beach.

The short-term variation of the morphology and the values of the sediments has evidently occurred. A

The granulometric data shows the existence of transport of both transversal and longitudinal sediments in the study area.

Future interventions in this part of the coast have to consider the stock of sediments that compose all of Ilha Comprida beach. Furthermore, sandy banks around Cananeia mouth, which seem to serve like sediment source of longitudinal dynamics, regarding the transversal dynamics, has to be considered the beach from the dunes first filed line, in the shore, until the isobata of -6 m, in the submerged portion.

In this sense, all human changes that can occur, must consider the transversal area, which comprehends the intermittent area in the dynamic equilibrium process between the sea and the land as well as the longitudinal area of sediment transport from the sandy banks around the Cananeia mouth.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta um litoral com extensão de 8500 km, aproximadamente, e mais da metade de sua população se concentra em cidades situadas até 200 km do mar.

Muitas dessas cidades são litorâneas e têm suas economias baseadas no turismo, em geral pouco planejado, o que tem provocado o crescimento demográfico desordenado e o comprometimento da qualidade ambiental e estética desses sistemas

costeiros (Moraes, 1999).

Diversos são os de estudos em desenvolvimento por toda a costa do mundo sobre morfodinâmica de praia com caráter interdisciplinar, muitas destas pesquisas de longo período. Alguns estudos merecem destaque por terem servido de base teórico-metodológica para o presente trabalho: (Wright & Short (1984); Brunsden & Moore, (1997); Baptista *et al.*, (2002) e Haxel & Holman (2004); Tabajara *et al.* (2004).

No Brasil, ao contrário, têm-se desenvolvido pesquisas isoladas, com caráter interdisciplinar muito incipiente. Os estudos de morfodinâmica em praia têm sido realizados, com maior enfoque, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, destacando-se os trabalhos efetuados por Albino, 1999; Klein *et al.*, 2002 e Calliari *et al.*, 2003, dentre outros.

No estado de São Paulo, embora sejam poucos os estudos efetuados com enfoque em morfodinâmica de praia, cabe destacar os desenvolvidos por Cazzoli (1997), Martins, (2000), Barros & Tessler, (2003) e Martins, (2006), com enfoques que diferenciam na variabilidade temporal das formas praiais.

Mesmo no litoral do Estado de São Paulo, inserido dentro da região mais desenvolvida do Brasil, existem ainda alguns trechos de costa que não apresentam intervenções humanas e nos quais os estudos em morfodinâmica de praias são escassos, sobretudo aqueles que possam orientar um melhor planejamento e gestão da costa.

Destaca-se, neste contexto, o setor correspondente à Ilha Comprida (Figura 1), que apresenta acelerado processo de urbanização, observado principalmente em seu trecho norte, em paralelo com ocupação incipiente em seu setor sul, o que indica a necessidade de estudos que contribuam, tanto para ampliar o conhecimento sobre a morfodinâmica da praia, quanto para oferecer subsídios a um planejamento de ocupação urbana.

Este estudo tem como objetivo geral a avaliação da variação sazonal da morfologia e do volume de sedimento em um segmento da porção sul da praia da Ilha Comprida, um dos espaços ainda pouco alterados pela urbanização na costa sudeste do Brasil. Como objetivo específico, busca informações, a partir dos dados obtidos, que possam contribuir para uma gestão integrada dessa porção da costa.

A Ilha Comprida está situada na porção sul do litoral paulista, apresenta 70 km de comprimento, largura que varia de 3 a 5 km e altitudes quase sempre inferiores a 5 m (Suguió & Martin 1978). A Ilha é essencialmente arenosa, com exceção de uma intrusão alcalina, denominada Morrete, localizada na porção sul da Ilha. É separada do continente por canais do complexo estuarino-lagunar, de Cananéia-Iguape, cujas larguras variam de 400 m a 1200 m.

A área de estudo compreende um segmento no sul da praia da Ilha Comprida (Figura 1) e o trecho de praia delimitado para o levantamento de dados está localizado a somente 8,5 km ao norte da Desembocadura Lagunar de Cananéia.

A desembocadura lagunar de Cananéia é caracterizada pela presença de grandes bancos arenosos em seu redor, os quais se modificam constantemente devido às complexas correntes existentes no local e pela predominância de uma corrente de deriva litorânea sentido SW-NE, descrita por diversos autores (Tessler, 1988; Souza, 1997; Nascimento Jr., 2006).

Essas características físicas da Ilha Comprida a tornam um setor extremamente sensível às variações antropogênicas e às oscilações relativas do nível do mar, previstas pelo IPCC.

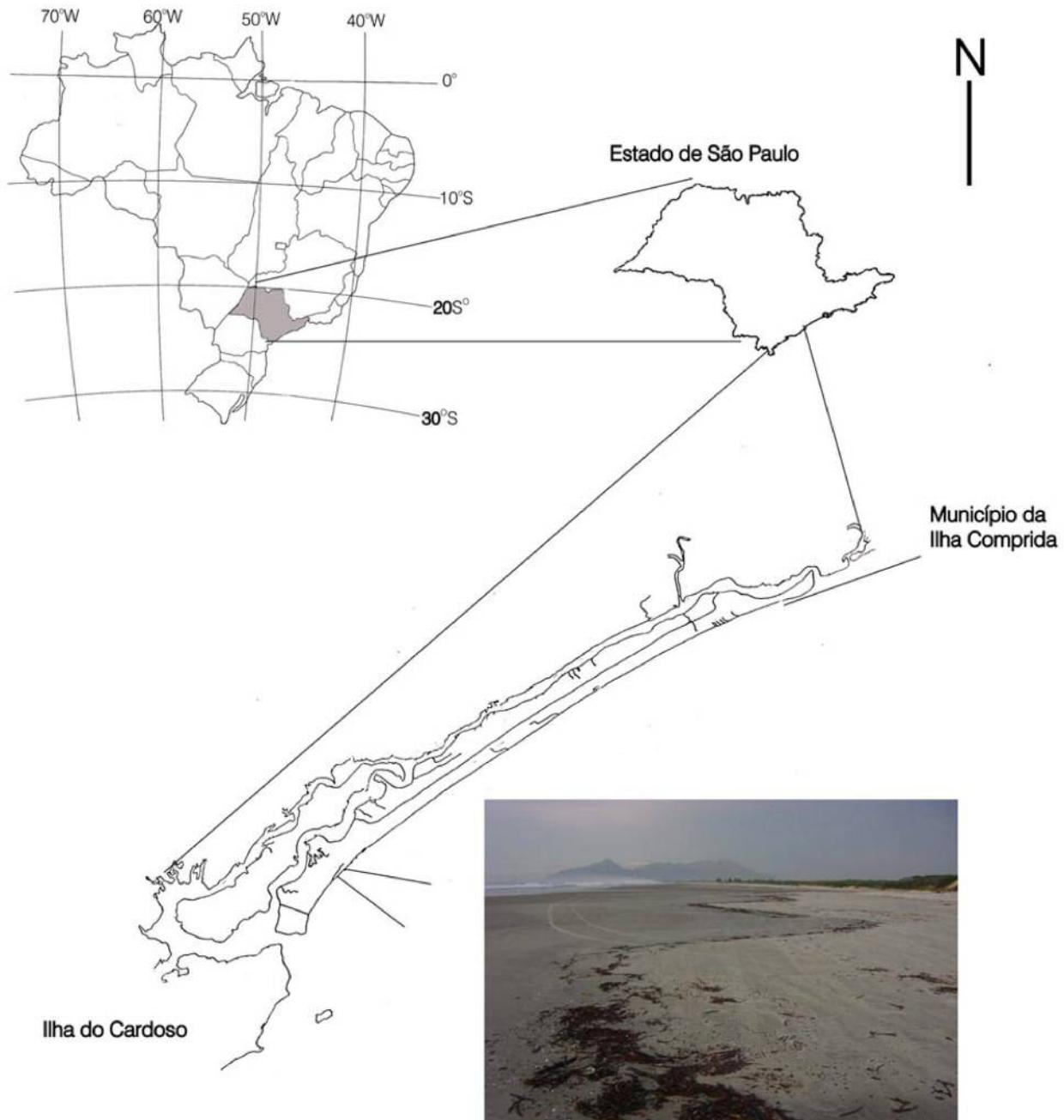
2. METODOLOGIA

As análises realizadas basearam-se no estabelecimento das relações existentes entre as variações morfológicas e do volume de sedimento da praia com parâmetros de regime de ondas. Os limites máximos, submerso e emerso da praia, bem como o transporte preferencial dos sedimentos, foram definidos para servir de subsídios ao plano de gestão costeira.

A aquisição de dados, no segmento de praia delimitado para este estudo, foi realizada ao longo de quatro campanhas de campo: (1) outono – de 18 a 25 de maio de 2005, (2) inverno – 03 a 10 de agosto de 2005, (3) primavera – de 12 a 17 de novembro de 2005 e (4) verão – 24 a 30 de janeiro de 2006.

Para a definição das datas das campanhas foram consideradas os períodos de marés de síncope – previsão consultada na tábua de marés do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (Brasil), - optando-se pela baixamar máxima, próxima ao meio do levantamento de cada campanha, visando à maior exposição da praia ao longo do monitoramento.

A área de estudo apresenta 300 metros de extensão, e largura que se estende da crista do primeiro berma (início da vegetação rasteira), no pós-praia, até a linha da água, na face da praia. Foram monitorados quatro perfis, equidistantes em 100 m com o objetivo de adensar a malha de amostragem para a elaboração de modelo digital de terreno, assim como para extrair os dados granulométricos em uma malha regular.



Praia da Ilha Comprida vista da área de estudo em direção à Ilha do Cardoso

Figura 1: Localização da área de estudo
Figure 1: Location of the study

Dados topográficos

A coleta dos dados para o modelo digital de terreno da praia foi feita diariamente, ao longo das quatro campanhas, com a utilização de um coletor DGPS Trimble 4800, configurado conforme o elipsóide de referência WGS84.

O uso desse instrumento implicou na aquisição simultânea de dados na área mapeada com um ponto topográfico de referência. O mapeamento foi criado um ponto fixo na base sul de apoio à pesquisa do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, localizado a uma distância de cerca de 4 km da área monitorada na praia.

Em todas as campanhas foram coletados dados no modo ponto-a-ponto, por considerar que os maiores erros que podem ocorrer com essa forma de aquisição são da ordem de 2 cm na escala vertical, decaindo a precisão em torno de 1 cm a cada quilômetro de distância do ponto de referência (Nero, 2005).

Optou-se pela utilização exclusiva de dados coletados com DGPS em detrimento aos obtidos com outros métodos, por considerar que o DGPS permite levantamentos topográficos com um grau de densidade amostral que supera, em muito, os levantamentos baseados somente em perfis topográficos (Morton *et al.*, 1995).

Dados granulométricos

Considerando que a análise de dados granulométricos constitui um bom recurso para se identificar as variações da energia deposicional, foram coletados sedimentos em três pontos (A, B e C, para a porção superior, intermediária e inferior, respectivamente) para cada um dos quatro perfis (1, 2, 3 e 4, sentido SW-NE, respectivamente), no início e no final de cada campanha.

Dados para a porção submersa

Para a delimitação do perfil de fechamento de praia e caracterização batimétrica da porção submersa da praia, foram realizados, no início da campanha de inverno, perfis de ecossondagem e coleta de sedimentos de superfície de fundo. Para tanto, utilizou-se da ecossonda *Oceandata Bathy* 500 MF, com

transdutor de 50 kHz, na qual foi acoplado um sistema de classificação de fundo *Roxann Groundmaster*, para a verificação das diferenças texturais do sedimento ao longo dos perfis. O sedimento de superfície de fundo foi coletado com pegador de mandíbulas do tipo Petersen.

Dados de Onda e de Maré

Para a aquisição dos dados de direção, altura significativa (H_s), período médio (T_m) e período de pico (T_p) recorreu-se ao modelo WaveWatch III para o Atlântico Sul, dados estes extraídos para profundidades indefinidas (fornecidas gentilmente pelo Prof. Dr. Valdir Inocentini, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE).

Os dados de maré, que nortearam os horários dos levantamentos dos demais dados, foram obtidos da previsão de marés realizada pelo Instituto Oceanográfico, para a cidade de Cananéia, localizada a 4 km ao sul da área de estudo.

Tratamento dos dados

Os dados topográficos foram tratados com o próprio software do DGPS, *Trimble Geometric Office* versão 1.6, e as planilhas geradas neste programa foram transferidas para o software *Surfer* versão 8.0, no qual foram geradas figuras de superfícies topográficas entre os dias de monitoramento, por meio do método de interpolação por *krigagem*. Os cálculos de volume (m^3/m) foram realizados, também, no software *Surfer* versão 8.0.

Com o objetivo de facilitar a comparação das diferenças morfológicas e volumétricas entre os dias monitorados, optou-se pela análise de uma mesma área da praia para todos os dias de monitoramento. Esta área apresentou em torno de 250 m de comprimento x 70 m de largura, totalizando uma área de 33.336 m², e foi utilizada juntamente com a cota de -2,5 m, referida ao elipsóide (limite inferior do sistema) para os cálculos de volume de sedimento.

Todo o sedimento coletado, tanto de praia como de superfície de fundo, foi submetido à queima do carbonato biodetrítico, e a granulometria do sedimento determinada em analisador *Mahvern Mastersizer* 2000. Os resultados foram tratados no software *Labs* e apresentados segundo classificação proposta por Folk & Ward (1957).

3. RESULTADOS

Os resultados alcançados permitem reconhecer a ocorrência de variações no prisma praial, tanto em escala de tempo diária, como sazonal. A relação entre as variações morfológicas e volumétricas, as características de altura, período e direção de onda permitiram resultados em escala diária, e a comparação entre os dados de cada campanha permitiram resultados em escala sazonal.

PORÇÃO EMERSA

Campanha de maio/2005

As maiores variações volumétricas da porção emersa da praia ocorreram na campanha de maio de 2005. Foi uma campanha marcada por maior acúmulo de sedimento na porção inferior do sistema, se comparada às campanhas subsequentes de agosto e novembro, quando se constatou superfícies muito similares com declividade uniforme e mais acentuadas.

No primeiro dia de monitoramento, o trecho estudado apresentava menor acúmulo de sedimentos na porção inferior SW e maior na NE (figura 2). A quantidade de sedimentos na porção inferior do sistema distribuiu-se de tal maneira que a praia apresentou, no final da campanha, cotas paralelas (figura 3).

Foi uma campanha marcada pela presença de ondas de leste com Hs inferior a 1m, Tm eTp em 8 s e, de ondas de sul com Hs em 1,5 m, Tp acima dos 9 s e.

No inicio da campanha, a praia apresentava maior concentração de areia fina, com exceção de maior concentração de areia média na porção inferior NE (figura 4). No final, a granulometria da porção inferior se homogeneizou e a porção inferior SW passou a apresentar maior quantidade relativa de areia media (figura 4). Observa-se uma tendência de incremento de areia media no sentido SW-NE (figuras 4 e 5).

A campanha de maio/2005 foi marcada pela perda total de 4827 m³ de sedimento.

Campanha de agosto/2005

Na campanha de agosto de 2005, foi constatado quantidade consideravelmente menor de sedimento na porção emersa, se comparadas com as registradas na campanha de maio. A diferença no

volume de sedimentos, entre o último dia da campanha de maio e o primeiro dia da campanha de agosto, equivaleu à remoção de cerca de 8.000 m³, para o setor analisado.

Ao longo dessa campanha de inverno, verificou-se que as superfícies topográficas se apresentaram muito similares (figuras 6 e 7), variando principalmente do dia 05 para o dia 06/08, com erosão, e desse para o dia 09/08, com deposição. A campanha de agosto/2005 apresentou, ao final, um ganho de 1565 m³ de sedimento.

Os dias 03, 05 e 06 foram marcados por um regime de ondas e ventos muito semelhante, sem a presença de um sistema frontal. As ondas vinham do quadrante leste com Hs de até 1 m, Tm e em 7 s, com exceção do Tp de 8 s no dia 06/08.

A partir do dia 08, as condições oceanográficas começaram a mudar e já no dia 09 foram registradas ondas de sul com Hs em 1 m e, Tm e Tp em 7 s. No dia 10 de agosto de 2005, ondas com Hs em 4 m, Tm em 9 s e Tp em 10 s, associadas à penetração de um sistema frontal, associado a um anticiclone polar, impediram o levantamento topográfico, restando apenas dados sedimentológicos.

Devido a esse evento de alta energia, as mudanças sedimentares, observadas entre o primeiro e último dia de levantamento de dados da campanha de inverno, foram as mais significativas dentre todos os levantamentos (figuras 8 e 9). No dia 04/08, assim como observado nas campanhas anteriores, o sedimento apresentou-se composto, de forma geral, por maior concentração de areia fina, com maiores concentrações de areia média na porção inferior do trecho monitorado. Assim como na campanha anterior, pode ser observado o incremento na quantidade relativa de areia média sentido SW-NE (figura 8).

No dia 10/08, após a entrada de um sistema frontal, a areia da praia se homogeneizou por completo, apresentando em torno de 80% de areias finas e 20% de areias medias (figura 9).

Campanha de novembro/2005

No dia 12/11, campanha de primavera, a porção emersa da praia monitorada apresentou características muito similares às observadas no meio da campanha de inverno, o que pode ser verificado com a

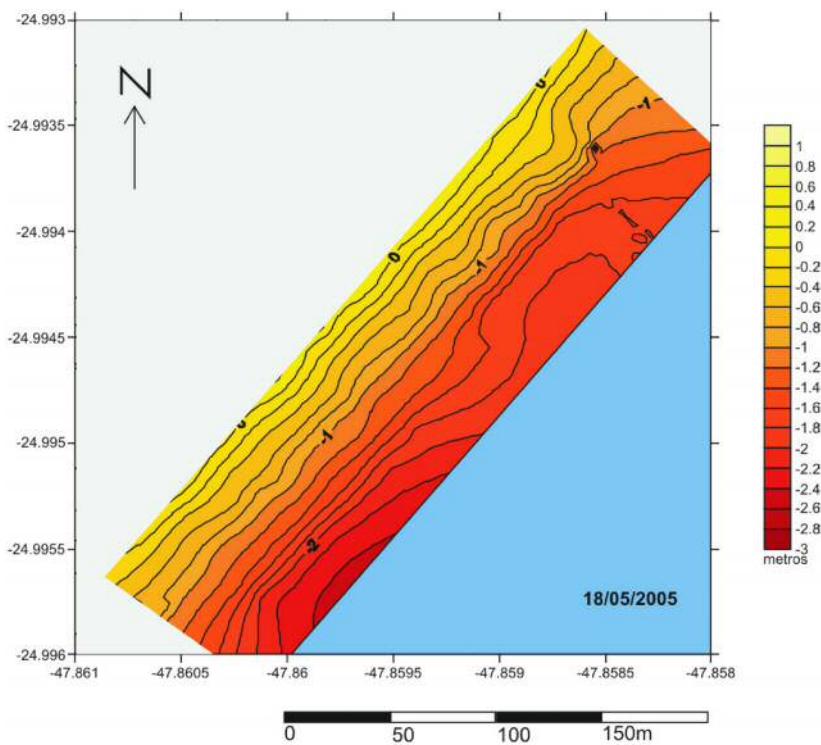


Figura 2: Topografia da Praia em 18/05/2005.

Figure 2: Topography of the beach on 18/05/2005.

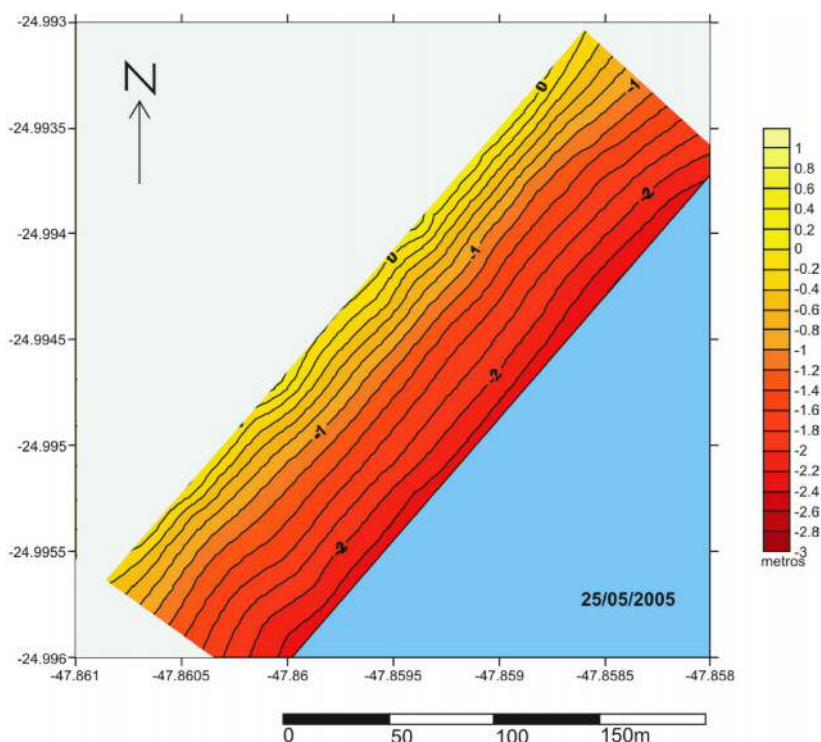


Figura 3: Topografia da Praia em 25/05/2005.

Figure 3: Topography of the beach on 25/05/2005.

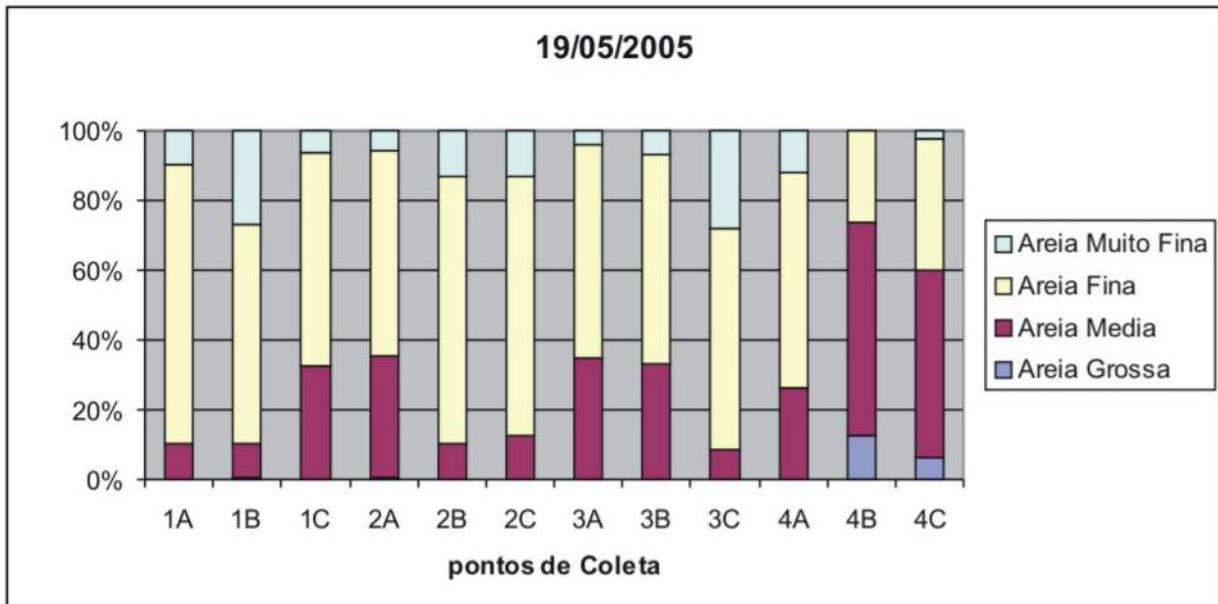


Figura 4: Granulometria da Praia em 18/05/2005.

Figure 4: Grain size classes' distribution of the beach on 18/05/2005.

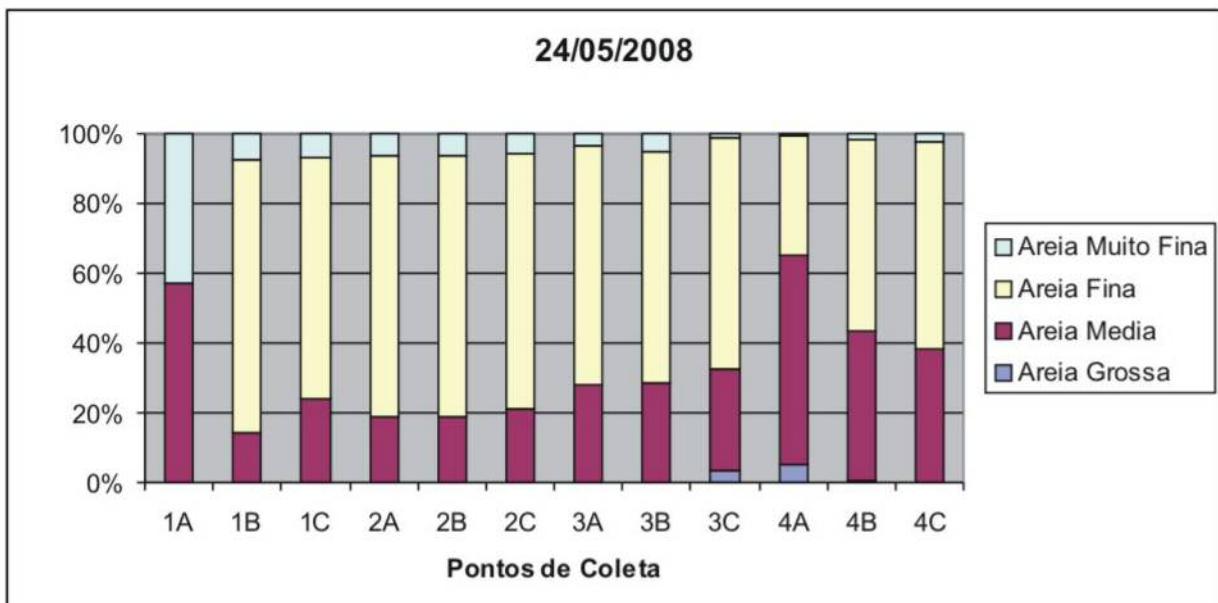


Figura 5: Granulometria da Praia em 24/05/2008.

Figure 5: Grain size classes' distribution of the beach on 24/05/2008.

semelhança das superfícies topográficas e com a baixa variação volumétrica entre os dias monitorados para as duas campanhas (figuras 6, 7, 10 e 11). Na campanha de novembro/2005, a praia apresentou um ganho de 3526 m³ de sedimento.

As condições meteorológicas e de agitação marítima permaneceram muito similares no intervalo entre os dias 12 e 15 de novembro, com ondas do quadrante leste com Hs em 1,5 m e, Tm e Tp em 7 s. No dia 15, as ondas, ainda do quadrante leste, apresentavam-se com um pouco menos de energia, com Hs em 1 m e Tm e Tp em 7 s. No último dia do monitoramento, 17/11, as ondas passaram a vir do quadrante sul, com Hs em 1 m e Tm e Tp em 10 s.

Assim como nas campanhas anteriores, a praia apresentou uma tendência de incremento na quantidade de areia média da porção superior para a inferior, e no sentido SW-NE, tanto no início, como no final da campanha (figuras 12 e 13).

Campanha de janeiro/2006

Em janeiro de 2006, campanha de verão, além do aparecimento de cúspides bem visíveis, o sistema apresentou maior acúmulo de sedimentos na praia emersa como um todo, assim como na campanha de maio do ano anterior, mas com maior concentração de sedimentos na porção superior monitorada, junto às cúspides. Isto pode ser observado ao se comparar a topografia referente ao dia 29/01/2006 (figura 15) com as demais condições da campanha de maio de 2005 (figuras 2 e 3).

Na campanha de verão, a praia apresentou menor variação volumétrica relativa (com o ganho final de 25 m³) e poucas variações morfológicas (figuras 14 e 15), com o desenvolvimento de cúspides na porção superior monitorada (figura 15).

Os dias 24 e 25 foram marcados pela presença de ondas do quadrante leste com Hs em 1 m e, Tm e Tp entre 6 e 7 s. Entre os dias 26 e 27 a direção de onda passou a vir do quadrante sul, com Hs em 1 m e Tm e Tp entre 7 e 8 s. Nos dias 28 e 29 a energia das ondas aumentou, com Hs em 1,5 e Tm e Tp mais altos, variando entre 8 e 10 s. No dia 30, ainda do quadrante sul, a energia das ondas voltou a diminuir, com valores de Hs em 1m e, Tm e Tp em 7 s.

A distribuição granulométrica do sedimento da praia não variou muito, com valores em torno de 40 a

80% de areias finas e 20 a 40% de areias medias, com tendência de incremento de areia media em direção NE (figuras 16 e 17).

Com exceção do dia 10/08/2005, ficou evidente, não somente nesta campanha como em todas as outras, o incremento na porcentagem de areia media em direção a porção inferior da praia monitorada.

Ao final de todas as campanhas, após a comparação dos dados, pode-se verificar que as superfícies e o volume do trecho estudado se apresentaram mais próximos entre as campanhas de maio de 2005 e janeiro de 2006 – com valores de volume de sedimento da ordem de 25.000 m³, e entre agosto e novembro de 2005 – com valores da ordem de 16.000 m³ de sedimento (tabela 1).

PORÇÃO SUBMERSA

A partir do registro efetuado no início da campanha de agosto/2005 com perfis de ecossondagem, ficou evidente uma tendência das diferenças texturais dos sedimentos que compõem a porção submersa do sistema. A granulometria dessa porção foi determinada com base nas informações obtidas com o perfilador de ecossonda e nas amostras coletadas para os sedimentos de superfície de fundo.

A porção submersa mais próxima à praia está marcada, em sua maioria, por dois tipos texturais mais evidentes (cores claras), classificadas como areia fina a muito fina. A partir de profundidades entre -5,5 e -6 m, a textura do sedimento muda consideravelmente, apresentando, a partir desse ponto, praticamente a mesma tendência (cores escuras), de grãos variando entre silte grosso a silte médio. E a partir da profundidade de -6 m, predominam as argilas, com a presença de carbonato de cálcio em alguns pontos, com maiores concentrações na porção centro-norte (figura 18).

4. DISCUSSÃO

Os resultados alcançados permitiram algumas interpretações, tanto em escala de tempo diária, como sazonal. Foi observado que a morfologia da praia se apresentou mais acrescida no verão e mais erodida no inverno, assim como descrito na literatura (Wright & Short, 1984).

Constatou-se que as ondas de sul com Hs em até 1 m atuaram no processo de preenchimento de sedimentos da praia emersa, e que as ondas dessa

Tabela 1

		Volume acumulado / Accumulated volume (m³)				Clima marítimo – Prof. Indefinidas / Wave climate – deep water			
		volume diário / Daily volum (m³)	com relação à superfície anterior / with respect of the days before surface	%	com relação ao 1º dia / with respect of the first day	%	Hs	Tm	Tp
Mais/May/05									
18	28420					1	8	8	E
21	24671	-3748	13	-3748	13	1	9	11	E
23	22217	-2453	9	-6201	21	2	9	11	S
25	23592	1374	6	-4827	16	1,5	8	9	SE
Ago/Aug/05									
5	16647					1	7	7	E
6	15420	-1227	7	-1227	7	1	7	7	E
9	18213	2793	18	1565	9	1	7	8	S
Nov./05									
12	13151					1,5	7	7	E
13	15902	2750	20	2750	20	1,5	7	7	E
14	16998	1096	7	3846	29	1,5	6	7	E
15	16653	-344	2	3502	26	1	6	7	E
17	16678	24	0	3526	26	1,5	10	11	S
Jun./06									
24	25450					1	6	6	E
25	24934	-515	2	-515	2	1	7	7	E
26	25796	861	3	346	1	1	8	9	S
27	26004	208	1	554	2	1	7	8	S
28	24730	-1274	5	-720	3	1,5	8	8	S
29	24489	-241	1	-961	4	1,5	8	10	S
30	25475	986	4	25	0	1	7	7	S

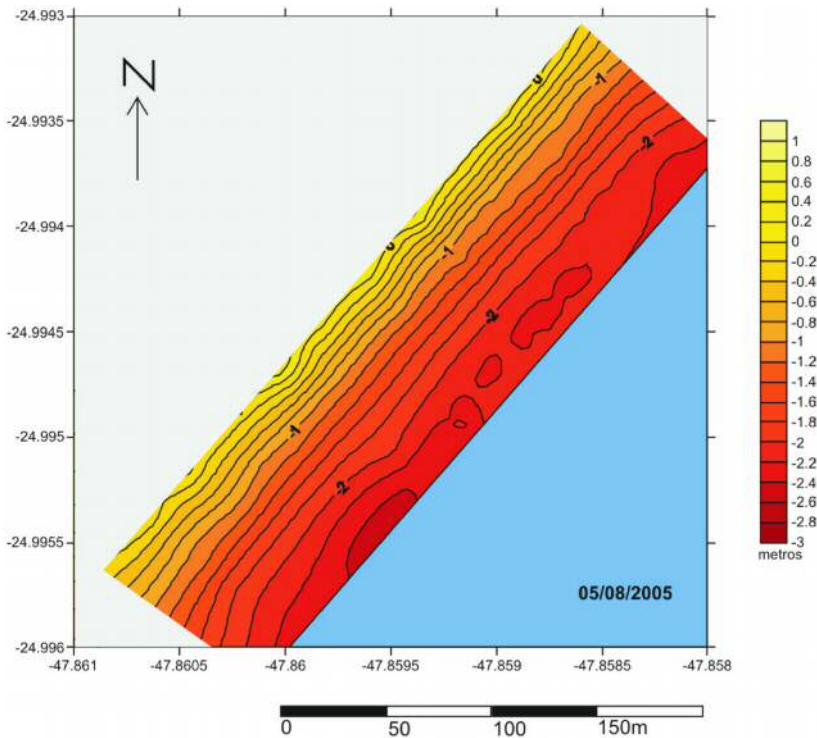


Figura 6: Topografia da Praia em 05/08/2005.

Figure 6: Topography of the beach on 05/08/2005.

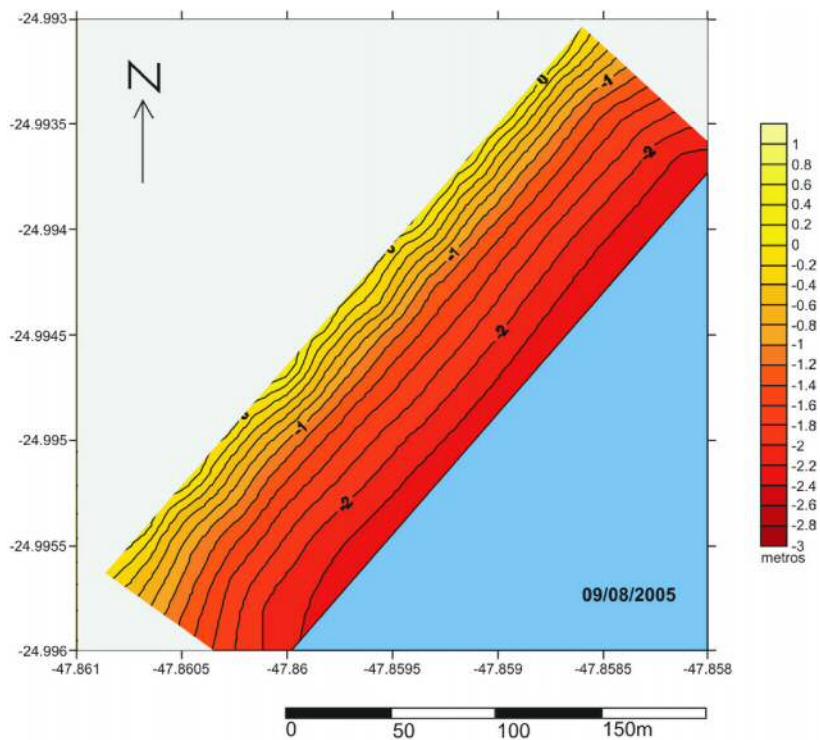


Figura 7: Topografia da Praia em 09/08/2005.

Figure 7: Topography of the beach on 09/08/2005.

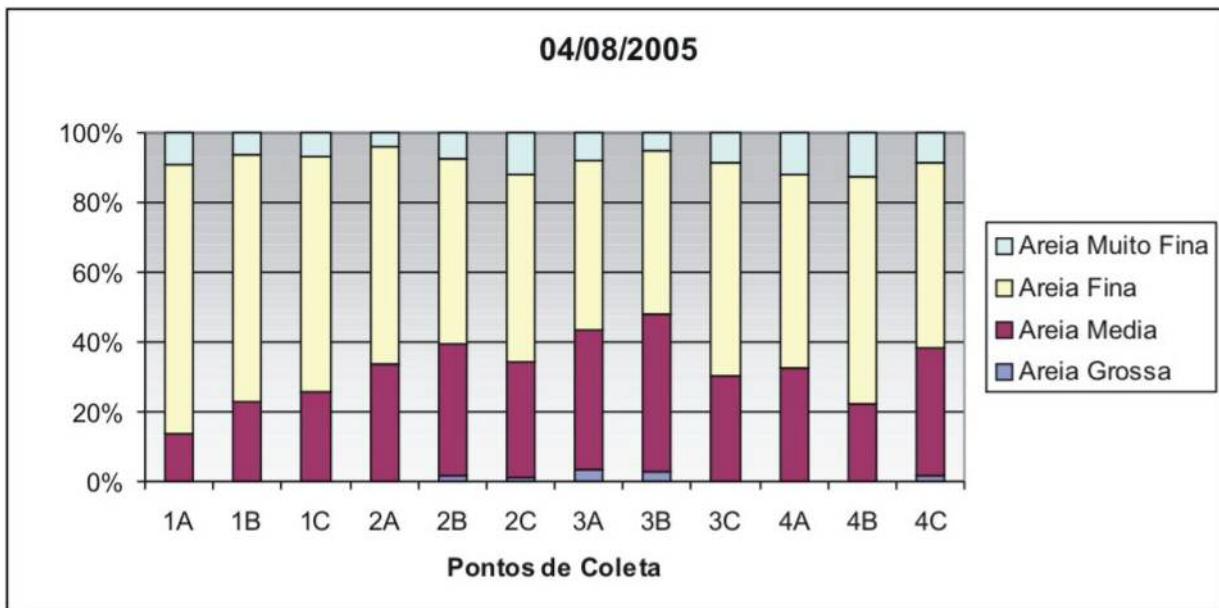


Figura 8: Granulometria da Praia em 04/08/2005.

Figure 8: Grain size classes' distribution of the beach on 04/08/2005.

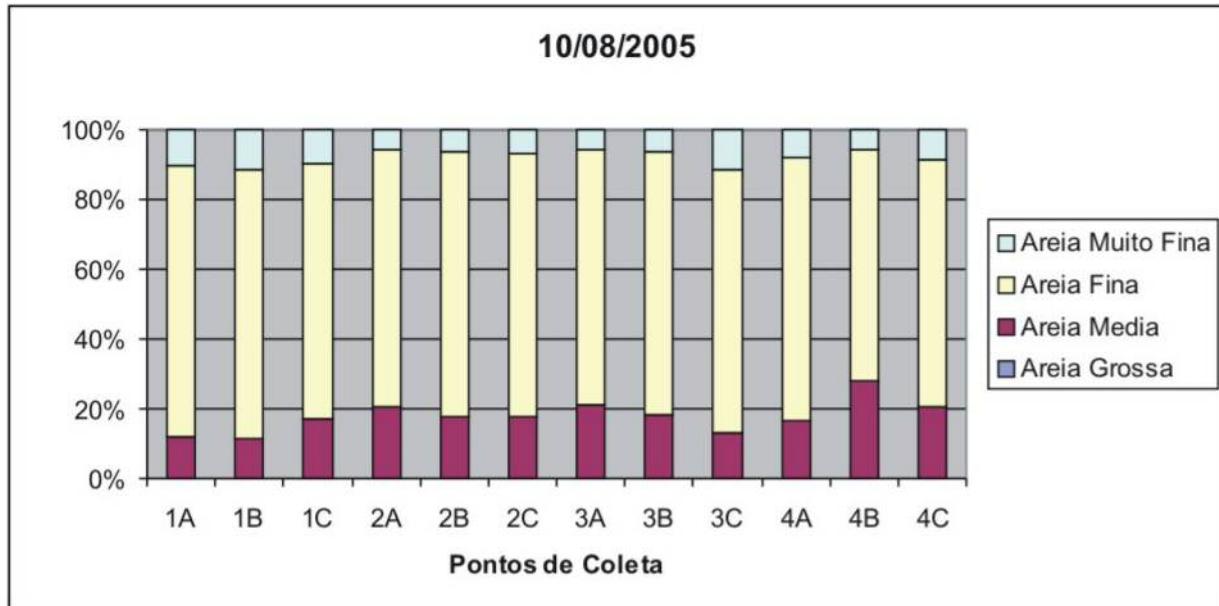


Figura 9: Granulometria da Praia em 10/08/2005.

Figure 9: Grain size classes' distribution of the beach on 10/08/2005.

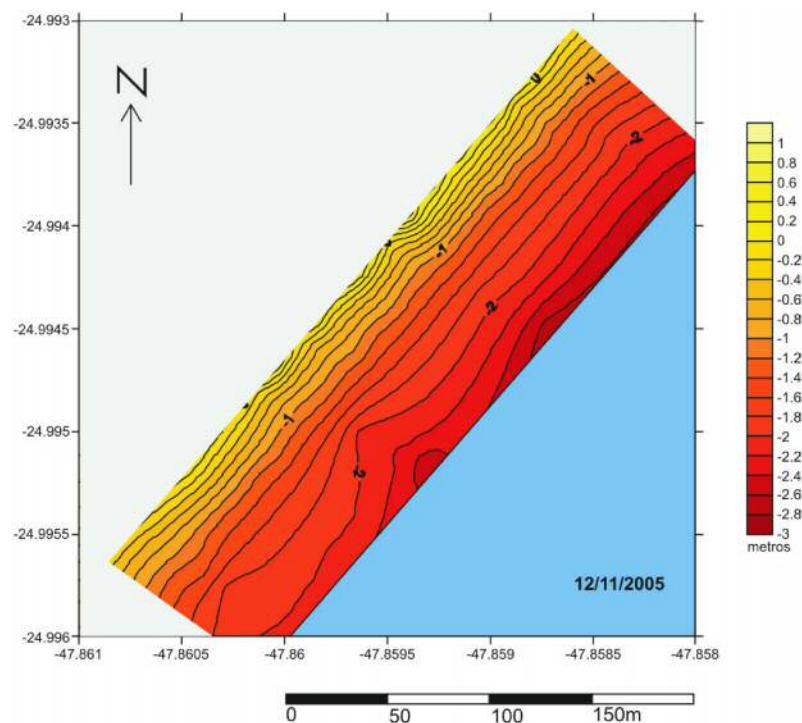


Figura 10: Topografia da Praia em 12/11/2005.

Figure 10: Topography of the beach on 12/11/2005.

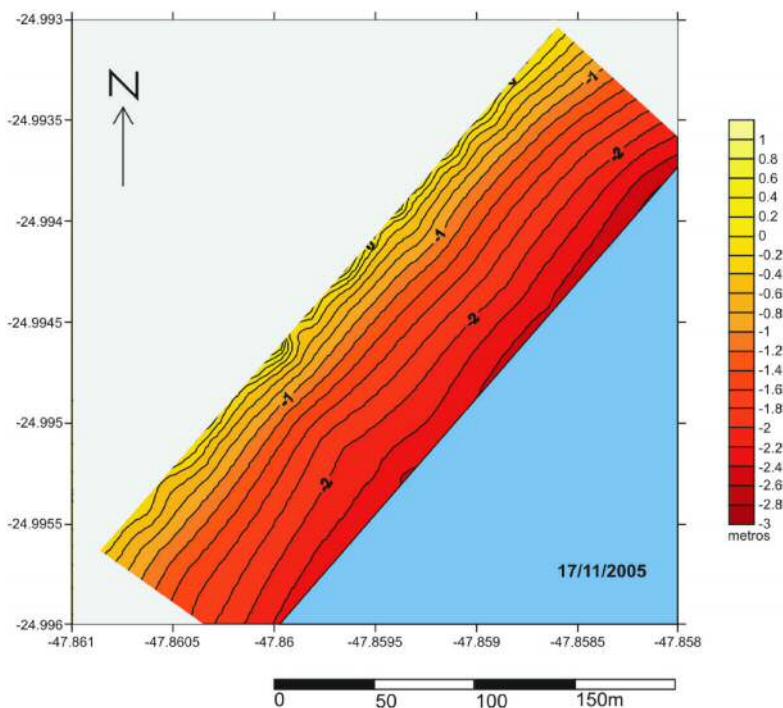


Figura 11: Topografia da Praia em 17/11/2005.

Figure 11: Topography of the beach on 17/11/2005.

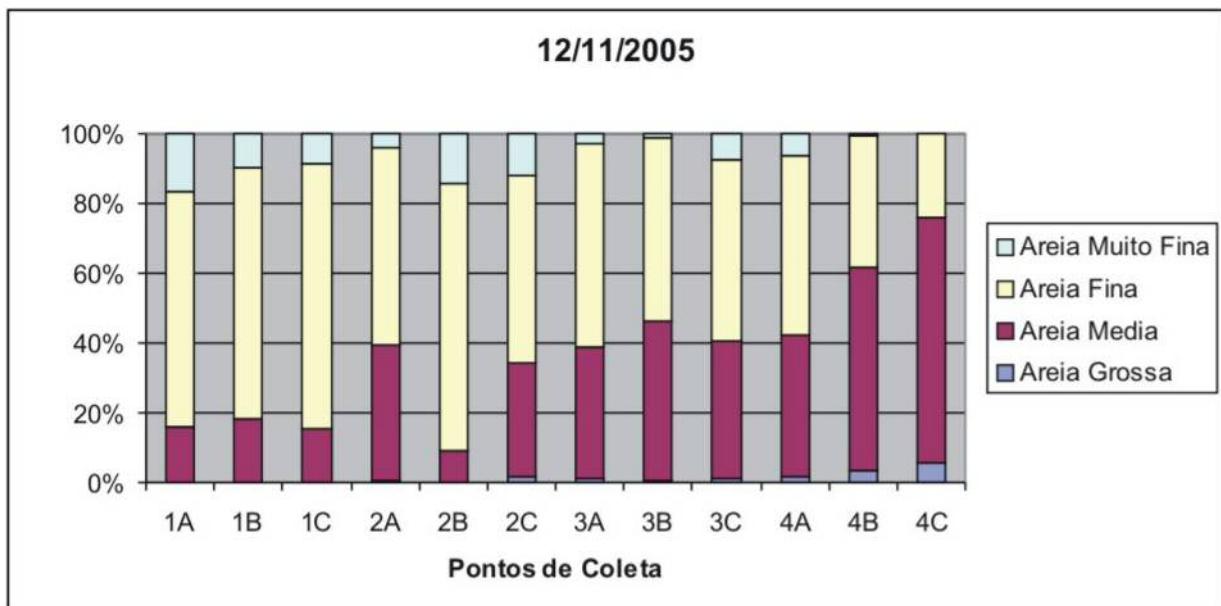


Figura 12: Granulometria da Praia em 12/11/2005.

Figure 12: Grain size classes' distribution of the beach on 12/11/2005.

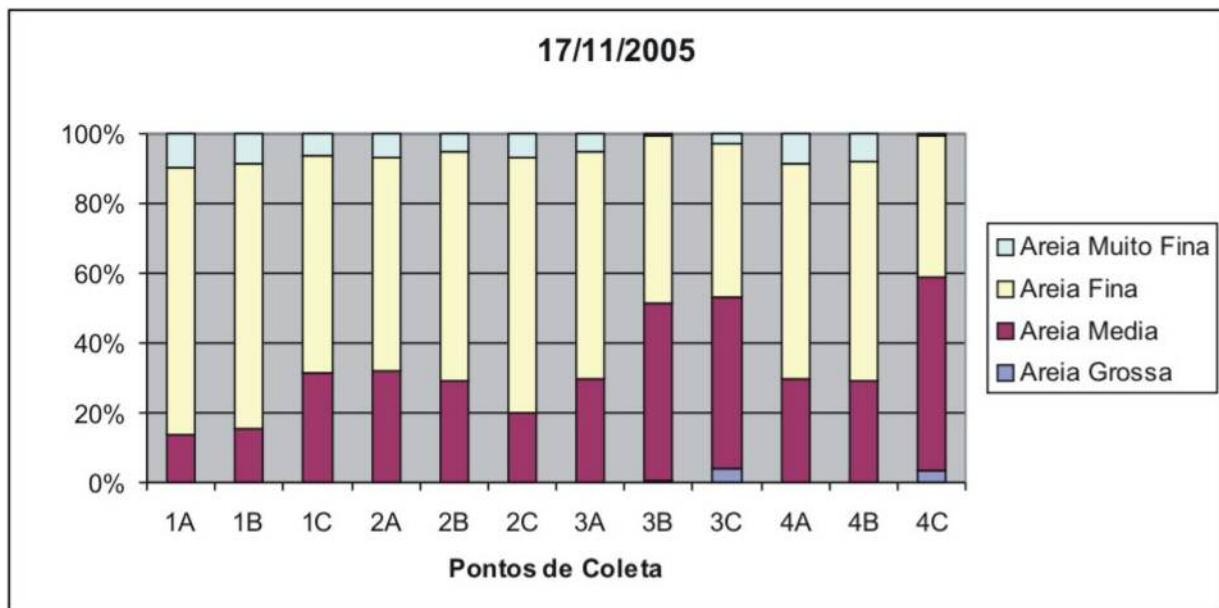


Figura 13: Granulometria da Praia em 17/11/2005.

Figure 13: Grain size classes' distribution of the beach on 17/11/2005.

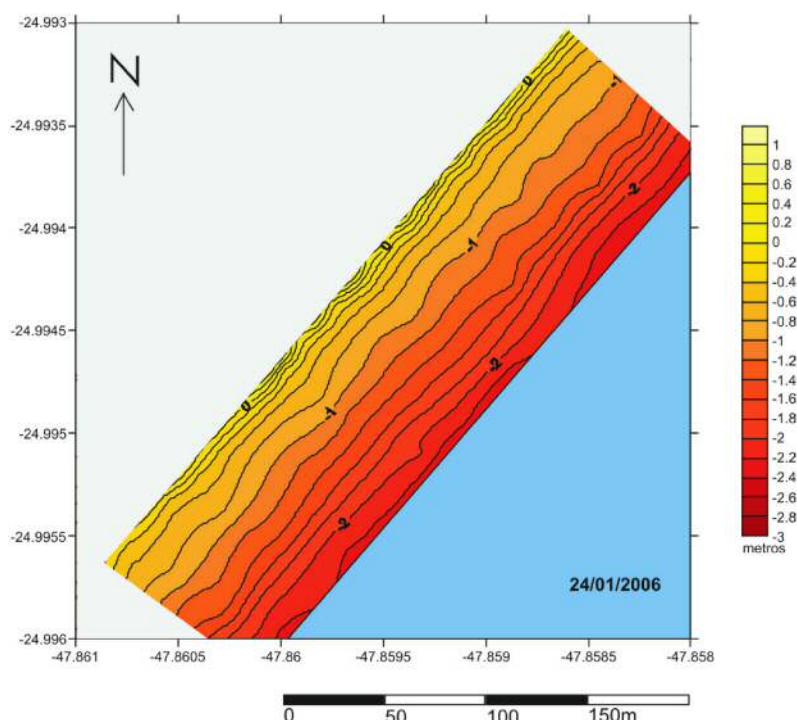


Figura 14: Topografia da Praia em 24/01/2005.

Figure 14: Topography of the beach on 24/01/2005.

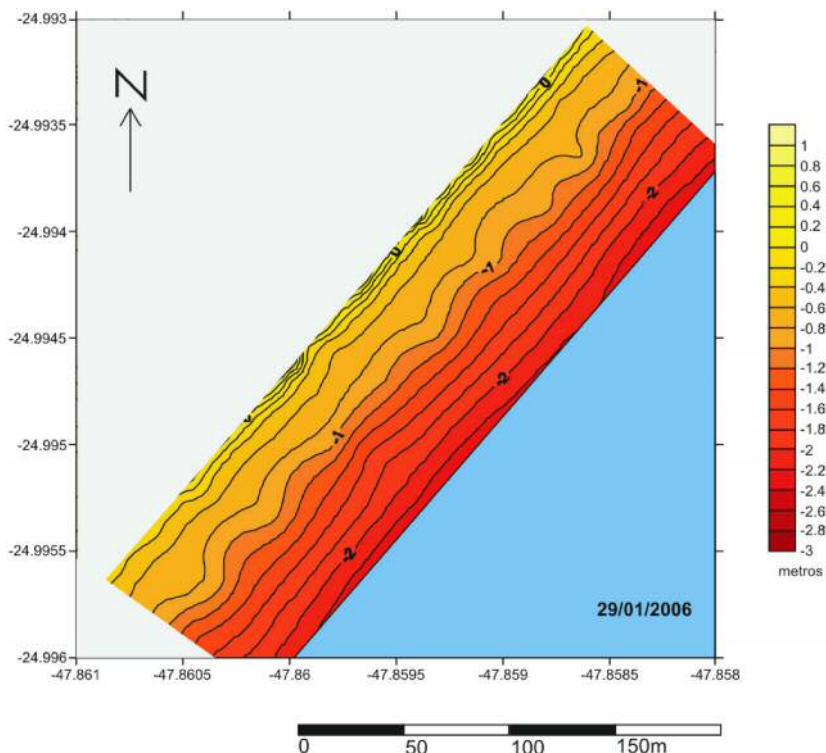


Figura 15: Topografia da Praia em 29/01/2005.

Figure 15: Topography of the beach on 29/01/2005.

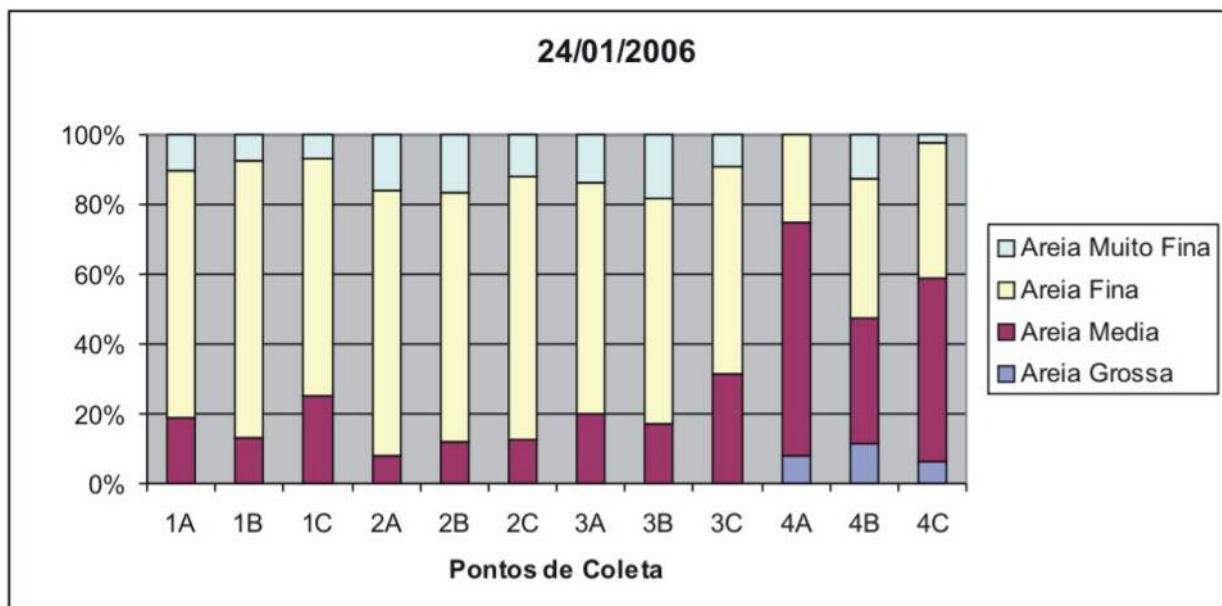


Figura 16: Granulometria da Praia em 24/01/2006.

Figure 16: Grain size classes' distribution of the beach on 24/01/2006.

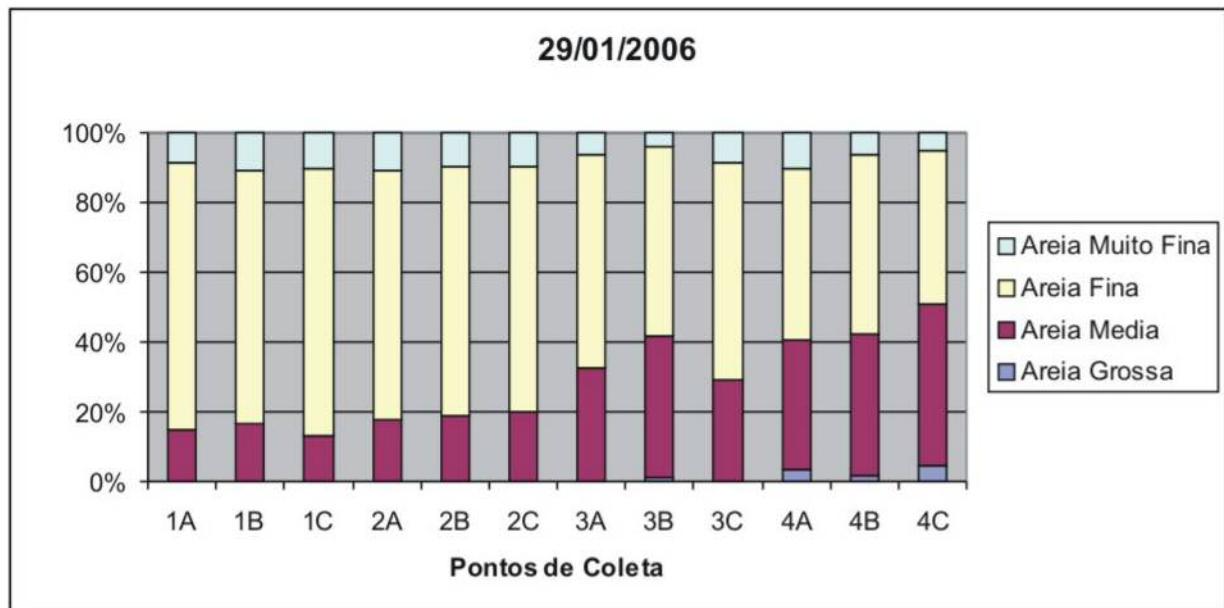


Figura 17: Granulometria da Praia em 29/01/2006.
Figure 17: Grain size classes' distribution of the beach on 29/01/2006.

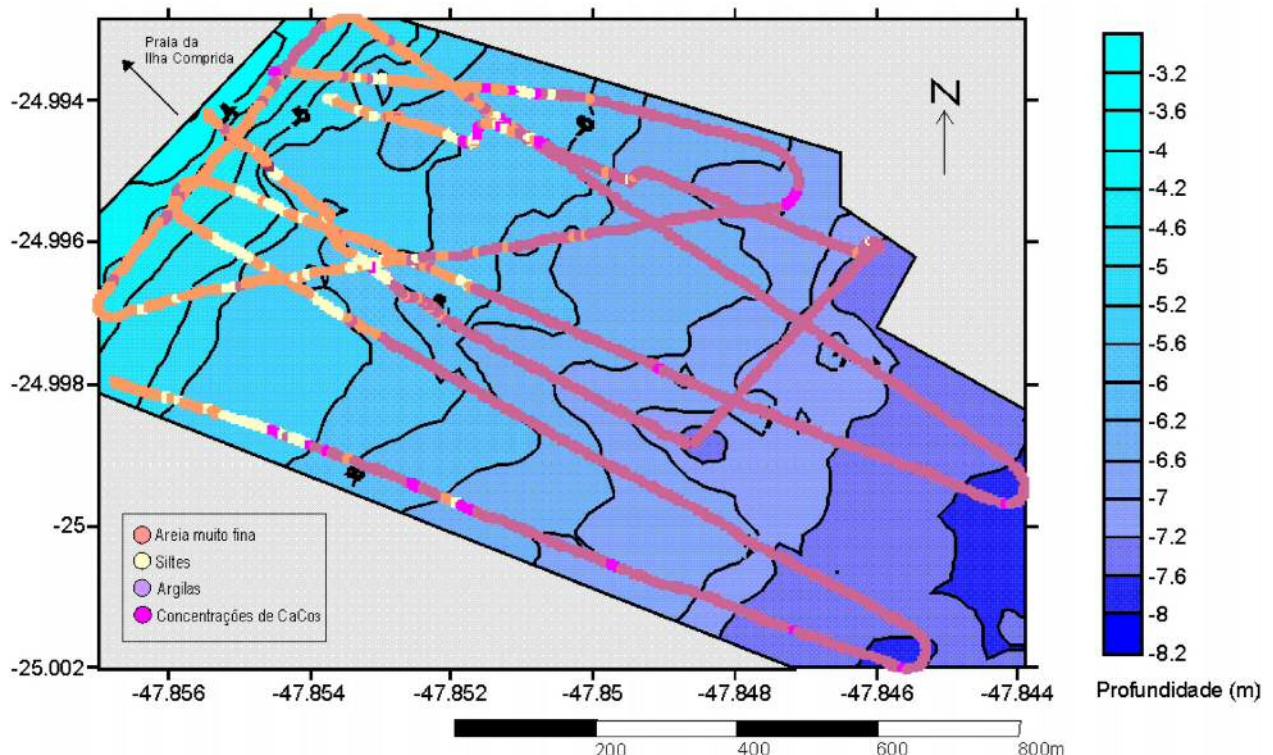


Figura 18: Caracterização de fundo, resultante de sistema Roxann, associado à batimetria, na porção submersa para o dia 03/08/2005, entre a face litorânea e costa afora adjacente à porção emersa da praia da Ilha Comprida.
Figure 18: Bottom characterization, based on Roxann data, coupled with bathymetry, for the foreshore, surveyed on 03/08/2005 in front of the study area.

mesma direção com Hs a partir de 1 m passaram a exercer papel erosivo no estoque de sedimentos. De forma inversa, as ondas de leste com Hs em até 1 m exerceram papel erosivo e a partir de 1 m, papel deposicional.

Esta tendência de erosão e de preenchimento de sedimentos, descritas anteriormente, não corrobora com os resultados observados por diversos autores, dentre os quais Barros & Tessler (2003), Calliari *et. al.* (2003) e Pereira & Calliari (2005).

Para Barros & Tessler, as ondas de leste são responsáveis por processos deposicionais prevalentes e as ondas de sul por processos erosivos em praias do norte paulista. Para Calliari *et. al.* (2003), as ondas de sul/sudeste com Tm acima de 9 s são as principais causadoras do processo erosivo observado no Farol da Conceição, na costa do Rio Grande do Sul (Brasil). Pereira & Calliari (2005) também observaram acreção do perfil praial na Praia do Cassino, Rio Grande do Sul, quando presentes ondas de sudeste e leste, com Hs menor que 0,75 m e Tp entre 9 s e 10 s.

Os resultados alcançados na presente pesquisa complementam os resultados adquiridos pelos autores acima mencionados. Pois, embora as ondas de sul e de leste, com Hs inferiores a 1 m, tenham atuado sobre o balanço sedimentar diferentemente do descrito pela literatura, as ondas acima de 1 m, tanto de sul como de leste, foram responsáveis diretamente pelas mudanças volumétricas da porção emersa da praia, com erosão e deposição respectivamente.

Algumas hipóteses podem ser levantadas para explicar estas diferenças de resultados das variações morfológicas e volumétricas, quando presentes ondas de sul e de leste de diferentes alturas.

As ondas de sul com Hs maior que 1 m e Tm entre 8 s e 10 s – registradas nas campanhas de maio e novembro de 2005 e janeiro de 2006, apresentam alta energia e acabam erodindo diretamente a porção emersa da praia. A energia destas ondas não se dissipava exclusivamente sobre a porção submersa da praia e, somada à maré meteorológica, a energia da onda – por meio do espraiamento – acaba por atingir porções bastante superiores da praia e por atuar no processo erosivo do trecho monitorado.

As ondas de sul com Hs em até 1 m e Tm entre 7 s e 8 s, registradas nas campanhas de agosto de 2005 e janeiro de 2006, são capazes de remobilizar

sedimentos na porção submersa da praia, mas não têm energia suficiente para erodir a porção emersa. Quando estas ondas estão presentes, o espraiamento somado às variações de maré parece ser responsável pela deposição na porção emersa da praia, deste sedimento re-suspensos pela ação das ondas.

As ondas de leste com Hs maior de 1 m e Tm entre 6 s e 7 s só foram registradas na campanha de novembro de 2005. Ao longo deste monitoramento foi observada a destruição do banco presente na porção mais inferior do sistema, e o sedimento deste banco parece ter sido transferido para a porção emersa da praia.

As ondas de leste com Hs inferiores a 1 m e Tm entre 6 s e 8 s foram registradas nas quatro campanhas e, em todas essas, a praia respondeu com processo erosivo. Uma hipótese para explicar reside no fato de a fonte potencial de sedimentos para este setor da costa encontrar-se nos bancos submersos, existentes a sul do setor analisado. Neste sentido, a despeito das condições hidrodinâmicas favoráveis, não há estoque sedimentar, no prisma praial submerso, disponível para permitir a recomposição do perfil praial.

Este aspecto é particularmente crítico para a gestão costeira deste trecho da costa, na medida em que reflete a fragilidade do arco praial ao sul da Ilha Comprida, para modificações antrópicas que possam refletir em alterações no balanço sedimentar.

Os dados granulométricos permitiram aferir a existência de um transporte de sedimentos tanto longitudinal, como transversal à linha de costa. Com respeito ao transporte longitudinal, foi aferida a predominância da corrente de deriva litorânea rumo NE, assim como observado por Tessler, 1988; Souza, 1997 e Nascimento Jr., 2006.

O transporte transversal também foi registrado em estudos efetuados em praias que ficam aproximadamente 200 km ao norte, que apresentam características geomorfológicas similares à da Ilha Comprida: praia de Cibratel por Cazzoli (1997) e de Bertioga por Martins (2000), ambas localizadas no litoral sudeste do Brasil.

Quanto à área submersa adjacente, a porção mais externa da zona de arrebentação do sistema encontra-se entre as isóbatas de -3 e -5 m de profundidade (figura 18). As informações obtidas, por meio dos dados do Roxann, sonar de varredura lateral e da coleta

de sedimentos, levam a supor que a troca de sedimentos da praia com a plataforma interna parece ser interrompida próxima à isóbata de -6 m, onde se verifica a ocorrência de sedimentos lamosos.

O estudo morfológico e volumétrico de praia é uma excelente ferramenta na identificação de um equilíbrio dinâmico, ou na identificação, por um lado, de alterações decorrentes de intervenções costeiras, e por outro, de alterações decorrentes de mudanças climáticas globais.

A análise de um estudo de morfologia de praia de longo prazo, conjugado com estudos do clima de ondas, permite aferir tendências das alterações locais frente às mudanças climáticas globais. Estas mudanças climáticas globais, responsáveis pela alteração da dinâmica climática terrestre, acabam por interferir no fluxo médio de energia que chega a praia e acabam por modificar, consequentemente, a planta da praia.

Além das alterações causadas pela mudança no fluxo médio de energia, diversos são os tipos de intervenções que podem afetar a dinâmica costeira, ainda mais em um espaço de tempo muito menor, o que acarreta em mudanças no balanço sedimentar das praias e consequentemente, em seu equilíbrio dinâmico. Alguns dos diferentes tipos são: espigões, quebra-mares, muros marinhos, aterros sobre o pós-praia (para a construção de loteamentos, avenidas, etc.), emissários, alimentação de praias, barragens, mudanças na orientação de desembocaduras fluviais ou lagunares (Alfredini, 2005).

Considerando a predominância de uma corrente longitudinal, sentido SW-NE e a presença de grandes bancos arenosos nos arredores da desembocadura, ressalta-se a importância do presente estudo como subsídio a uma gestão costeira sustentável, uma vez que os resultados alcançados com este estudo permitem aferir que a praia da Ilha Comprida apresentou-se, pelo menos para o trecho e ano monitorado, em equilíbrio morfodinâmico, com diferenças volumétricas inexpressivas entre a primeira e a última campanha.

CONCLUSÕES

Este estudo apresenta uma contribuição para o conhecimento da dinâmica de sedimentos na praia da Ilha Comprida, bem como fornece subsídios para orientar uma gestão costeira mais adequada à região,

permitindo, assim, uma ampliação do conhecimento sobre a área investigada.

A variação temporal de curto período da morfologia e do volume de sedimento no segmento da praia monitorado ocorreu de maneira bastante evidente, chegando à variação de 50% do total do volume do segmento da praia entre as campanhas de maio e agosto de 2005 e entre as de novembro de 2005 e janeiro de 2006.

Os dados granulométricos permitiram aferir a existência de um transporte de sedimentos tanto longitudinal, como transversal à linha de costa, na área de estudo.

Propõe-se que futuras intervenções neste trecho da costa considerem os estoques de sedimento que compõem toda a praia da Ilha Comprida. Além dos bancos arenosos nos arredores da barra de Cananéia, que parecem servir como fonte de sedimentos para a dinâmica longitudinal, para a dinâmica transversal, deve ser considerada como praia desde a primeira linha do campo de dunas, na porção emersa, até a isóbata de -6 m, na porção submersa. Nesse sentido, quaisquer intervenções, que venham a ser realizadas, devem respeitar essa faixa transversal, que compreende área intermitente nos processos de equilíbrio dinâmico entre mar e terra, bem como a faixa longitudinal de fluxo de sedimentos provenientes dos bancos arenosos presentes na desembocadura de Cananéia.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio à pesquisa, ao Prof. Dr. Valdir Inocentini (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), pela cessão dos dados referentes ao modelo WaveWatch III, aos funcionários da Base de Pesquisas Dr. João de Paiva Carvalho (Cananéia) e aos técnicos do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Edílson Soares e a tripulação do B Pq Albacora, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

BIBLIOGRAFIA

- Albino, J. (1999) - *Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga a Povoação, ES*. Dissertação de doutorado, 175p., Universidade de São Paulo, SP, Brasil

- Alfredini P. (2005) - *Obras e gestão de portos e costas. A técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental.* 720p., Editora Edgard Blü, São Paulo, SP, Brasil. (ISBN: 85-2120-356-X)
- Baptista, P; Bastos, L. C.; Bernardes, C. & Dias, A. (2002) - A GPS based system for monitoring sand movements – The Aveiro Coastine Case. *Littoral, The Changing Coast.* 347-351.
- Barros, M.O. de & Tessler, M.G. (2003) - Profile changes on Fazenda, Puruba and Itamambuca beaches, Ubatuba on the northern coast of São Paulo state, Brazil, as related to meteorological conditions. *Journal of Coastal Research.* 35:184-183.
- Brundsen, D. & Moore, R. (1997) - Engineering geomorphology on the coast: lessons from west Dorset. *Geomorphology.* 31(1/4):391-409. ([http://dx.doi.org/10.1016/S0169-555X\(99\)00082-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-555X(99)00082-3)).
- Calliari, L., Boukareva, I., Pimenta, F & Speranski, N. (2003) - Classification of the southern brazilian coast according to storm wave patterns and geomorphologic evidence of coastal erosion. *Journal of Coastal Research.* 35:339-342.
- Cazzoli, S.V. (1997) - *Dinâmica sedimentar atual das praias de Cibratel e Itanhém-Suarão, município de Itanhaém, Estado de São Paulo.* Dissertação de mestrado, 188p., Universidade de São Paulo, SP, Brasil
- Folk, R. L & Ward, W. C. (1957) - Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology,* 27(1): 3-26.
- Haxel, J. H. & Holman, R. A. (2004) - The sediment response of a dissipative beach to variations in wave climate. *Marine Geology.* 206(1/4):73-99. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2004.02.005>).
- Klein, A. H de F; Benedet filho, L. & Schumacher, D. H. (2002) - Short-term beach rotation processes in distinct headland bay beach systems. *Journal of Coastal Research.* 18: 442-458.
- Martins, C.C. (2006) - *Morfodinâmica de praia refletiva: estudo de caso na praia da Sununga, litoral norte do Estado de São Paulo.* Dissertação de doutorado, 209p., Universidade de São Paulo, SP, Brasil
- Martins C.C. (2000) - *Variações morfológicas e sedimentares de curto período em perfis praias, praia da Bertioga/SP.* Dissertação de mestrado, 161p., Universidade de São Paulo, SP, Brasil.
- Moraes, A. C. R. (1999) - *Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil.* Editora Hucitec, Edusp, 229p., São Paulo, SP, Brasil (ISBN: 8527104997)
- Morton, R. A.; Leach, M. P.; Paine, J. G & Cardoza, M. A. (1995) - Monitoring beach changes using GPS surveying techniques. 1995b. *Journal of Coast Research.* 9(3):702-720
- Nascimento Jr, D.R. (2006) - *Morfologia e sedimentologia ao longo do sistema praia-duna frontal de Ilha Comprida, SP.* Dissertação de Mestrado, 97p., Universidade de São Paulo, SP, Brasil.
- Nero, M. A. (2005) - *Propostas para o controle de qualidade de bases cartográficas com ênfase na componente posicional.* Dissertação de Doutorado, 490p., Universidade de São Paulo, SP, Brasil
- Pereira, p. s. & Calliari, L. J. (2005) - Variação morfodinâmica diária da praia do Cassino, RS, durante os verões de 2002/2003 no setor do terminal turístico. *Brazilian Journal of Aquatic Science Technology.* 9(1):7-11. (disponível em <http://siaiweb06.univali.br/seer/index.php/bjast/article/view/568/480>)
- Souza, C.R de G. (1997) - *As células de deriva litorânea e a erosão nas praias do Estado de São Paulo.* Dissertação de Doutorado, 2v., Universidade de São Paulo, SP, Brasil.
- Suguiio, K. & Martin, L. (1978) - Formações Quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. *International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary.* Special publication. 55p., Sociedade Brasileira de Geologia. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, SP, Brasil
- Tabajara, L. L., Martins, R. L & Almeida L. E. S. B. (2004) – Resposta e recomposição das praias e dunas após sequência de ciclones extratropicais. Gravel. 2:104-121, Porto Alegre, RS, Brasil. (disponível em http://www.ufrgs.br/ceco/gravel/2/CD/docs/Gravel_2_10.pdf)
- Tessler, M. G. (1988) – *Dinâmica sedimentar Quaternária no litoral sul paulista.* Dissertação de Doutorado, 277p., Universidade de São Paulo, SP, Brasil.
- Wright, L. D.; Short, A. D. (1984) - Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology.* 56(1/4):93-118. ([http://dx.doi.org/10.1016/0025-3227\(84\)90008-2](http://dx.doi.org/10.1016/0025-3227(84)90008-2)).