

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANIEL LUÍS LEPKA

MACROFAUNA DE PRAIAS ARENOSAS COM DIFERENTES GRAUS DE
MORFODINAMISMO NO PARQUE ESTADUAL DA ILHA DO CARDOSO, SP,
BRASIL

CURITIBA
2008

DANIEL LUÍS LEPKA

MACROFAUNA DE PRAIAS ARENOSAS COM DIFERENTES GRAUS DE
MORFODINAMISMO NO PARQUE ESTADUAL DA ILHA DO CARDOSO, SP,
BRASIL

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas
área de concentração Zoologia, ao Programa de Pós-
Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia, Setor de
Ciências Biológicas da Universidade Federal do
Paraná.

Nome da Orientadora: Setuko Masunari

CURITIBA
2008

Dedico este trabalho a meus pais, minha esposa e a todos aqueles que acreditaram que eu era capaz.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Ecologia de Crustacea da UFPR, na pessoa da Prof^a Dra. Setuko Masunari, pela orientação e oportunidade de realizar minha pesquisa. Aos meus colegas de laboratório, Alexandre Kassuga, Jéferson Nagata, André Marafon, pelo companherismo, amizade e pelo apoio e esforços a mim dedicados, em campo, sala de aula e laboratório. Além desses, M.Sc. André Masunari Pladas pelo auxílio na coleta de campo de inverno.

À Capes pela bolsa concedida durante todo período do curso.

Ao Programa de Pós-graduação em Zoologia da UFPR, pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos e propiciar um ambiente de incentivo a pesquisa.

Aos Drs. Paulo Lana, Carlos Benvenuti e Janete Dubiaski da Silva, membros da banca examinadora do meu projeto, pelas consistentes considerações feitas ao meu trabalho.

Ao Parque Estadual da Ilha do Cardoso, na pessoa de Marcos Campolim, por gentilmente abrir suas portas e incentivar a pesquisa científica, fornecendo todo o apoio necessário para realização do meu trabalho.

Ao Instituto Florestal de São Paulo, na pessoa de Nilse Kasue Shimura Yokomizo, da Comissão Técnico Científica, e ao IBAMA - SISBIO, pelas licenças de coleta concedidas.

À Prof^a. Dra. Maria Teresa Valério Berardo, da Universidade Presbiteriana Mackenzie-SP, pela presteza em me auxiliar na identificação das espécies de anfípodes encontrados e por toda sua atenção. Bem como a Verônica Maria de Oliveira, do Centro de Estudos do Mar da UFPR, pelo auxílio na identificação dos poliquetas.

À Frederico Monteiro Neves, por sua atenção em me ensinar a elaborar os gráficos de distribuição das espécies (*Kite diagrams*).

Ao laboratório de análises físicas do CEM-UFPR, na pessoa de Sirlei Guizi, pela rapidez e empenho no processamento das amostras de sedimento.

À Deus, que renovou minhas forças e minha sabedoria a cada manhã, me capacitando para realizar e concluir mais essa etapa de minha vida.

Ao meu porto seguro, minha amada esposa, Kamyla Tolentino, por toda sua paciência e compreensão durante o atribulado e corrido período de curso. Por suas palavras afetuosas nas horas em que mais precisei, por seu amor, apoio, confiança e incentivo, os quais me fizeram enxergar além e me deram forças para sempre continuar.

À minha querida mãe, Emilce Roloff, por ter me ensinado as verdadeiras bases e princípios da vida, contribuindo na minha formação pessoal, acadêmica e profissional.

Ao meu prezado pai, Luis Mario Lepka, por todo incentivo e por me ensinar a sempre lutar por meus objetivos, mostrando a mim o caminho do sucesso profissional.

À minha estimada irmã, Liana Mara Lepka, que mesmo longe fisicamente nesses últimos anos, me mostrou a vontade de lutar e encarar os desafios da vida.

A Rodrigo Alúzio e Anna Martins por todo auxílio extra-oficial, pelo tempo e atenção a mim dedicados, pelas discussões e longos e-mails de esclarecimentos quando mais precisei.

Ao Instituto de Pesquisa e Conservação da Natureza – Idéia Ambiental, na pessoa de Rodrigo de Almeida, Fernando Matsuno Ramos, Louri Klemman Jr. e Marco Antônio Gomes Souto, por toda confiança em mim depositada, compreensão, incentivo e apoio extraoficial durante todo o período de curso.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUÇÃO	14
MATERIAIS E MÉTODOS	23
ÁREA DE ESTUDO	23
PLANEJAMENTO AMOSTRAL	27
Variáveis abióticas	28
Variáveis biológicas	30
PROCESSAMENTO DOS DADOS	32
RESULTADOS	32
VARIÁVEIS ABIÓTICAS	33
Perfil topográfico e Lençol freático	33
Sedimento	36
Morfodinâmica.....	37
Análise dos Componentes Principais (PCA)	38
DESCRITORES DA COMUNIDADE DA MACROFAUNA BENTÔNICA	40
Variabilidade espacial e temporal das espécies.....	42
Análise de proximidade	46
Análise de similaridade e dissimilaridade.....	50
DISCUSSÃO	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	72

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Mapa do Complexo Estuarino de Cananéia - Ilha Comprida, Estado de São Paulo, destacando a Ilha do Cardoso. Fonte: Foto aérea Google earth, 2007. 23
- Figura 2. Praia de Itacuruçá, ao norte da Ilha do Cardoso, com a localização das Praias Intermediária e Dissipativa (pontos vermelhos). Fonte: Foto aérea Google earth, 2007..... 25
- Figura 3. Praia Intermediária, Ilha do Cardoso-SP. Vista parcial mostrando a última linha de detritos depositada (lado esquerdo) deixada pela maré alta mais recente. 26
- Figura 4. Praia Dissipativa, Ilha do Cardoso-SP. Vista parcial..... 26
- Figura 5. Praia Intermediária, Ilha do Cardoso-SP. Transecções perpendiculares à linha d'água, separados entre si por 2 metros. As estacas indicam os pontos de coleta..... 27
- Figura 6. Esquema do padrão de amostragem adotado mostrando a posição das transecções e dos pontos de amostragem ao longo da praia. A, B e C são as três transecções e -1 a 10 são os pontos de amostragem. A cor azul representa o mar, a marrom clara a faixa de areia e a verde a restinga, indicando respectivamente o infralitoral, o mesolitoral ou região entremarés e o supralitoral..... 28
- Figura 7. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. 1- Amostragem sedimentológica com o auxílio do “mini-corer”; 2- Caixa térmica com as amostras sedimentológicas acondicionadas. 29
- Figura 8. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Medida do perfil da praia pelo Método dos Vasos Comunicantes..... 30
- Figura 9. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Seqüência da metodologia utilizada para amostragem biológica: 1- Enterrando o corer de PVC; 2 e 3- Colocando o sedimento amostrado na peneira de 0,06mm de abertura de malha; 4-Peneirando “in situ” a amostra coletada; 5- Material retido após peneiragem; 6- Material que foi fixado em formalina 10% “in situ”...... 31
- Figura 10. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Perfil topográfico e profundidade do lençol freático da praia intermediária..... 34
- Figura 11. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Perfil topográfico e profundidade do lençol freático da praia dissipativa..... 35
- Figura 12. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise dos Componentes Principais (PCA) apresentando o grau de influência das variáveis abióticas nas duas praias amostradas, no inverno. I-intermediária; D- dissipativa. 39

Figura 13. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise dos Componentes Principais (PCA) apresentando o grau de influência das variáveis abióticas nas duas praias amostradas, no verão. I-intermediária; D- dissipativa.	40
Figura 14. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Padrão de distribuição espacial das espécies dominantes nas praias analisadas, no inverno.....	43
Figura 15. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Padrão de distribuição espacial das espécies dominantes nas praias analisadas, no verão.	45
Figura 16. <i>Kite diagrams</i> mostrando o padrão de distribuição geral das espécies, levando em consideração a densidade total dos organismos.	46
Figura 17. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional apresentando quatro grupos de similaridade entre os pontos de amostragem das duas praias, no inverno.....	47
Figura 18. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional apresentando os grupos de similaridade, com base nos pontos de amostragem das duas praias, no inverno.	48
Figura 19. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional apresentando dois grupos de similaridade na comunidade, com base nos pontos de amostragem das duas praias, no verão.	49
Figura 20. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional apresentando os grupos de similaridade, com base nas espécies em das duas praias, no verão.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Valores médios para profundidade e salinidade do lençol freático das praias analisadas.....	35
Tabela 2. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Resultados da análise granulométrica das praias analisadas em ambas as estações do ano. Os valores médios, mínimo e máximo do tamanho dos grãos e os valores médios do grau de seleção, da assimetria e da curtose (em valores de \emptyset) são apresentados, bem como os valores mínimos e máximos de matéria orgânica (%) e valores médios de CaCO_3 (%).	36
Tabela 3. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Valores médios de temperatura do sedimento à diferentes profundidades, para as praias analisadas, no inverno e verão.....	37
Tabela 4. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Valores médios de umidade de sedimento, para as praias analisadas, no inverno e verão.....	37

- Tabela 5. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Autovalores, variações total e acumulada para os três principais eixos obtidos pelo PCA no inverno, realizada com os dados estandardizados. 38
- Tabela 6. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Autovalores, variações total e acumulada para os três principais eixos obtidos pelo PCA no verão, realizada com os dados estandardizados..... 39
- Tabela 7. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Composição de espécies, densidade absoluta, riqueza e diversidade da fauna nas praias analisadas... 41
- Tabela 8. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Estatística da Análise de Similaridade (ANOSIM – *One way*, com Fator Praias: intermediária e dissipativa), com o valor do nível de significância da similaridade (%) entre os pontos de amostragem das praias, no inverno (Nível de significância <5%). .. 47
- Tabela 9. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Estatística da Análise de Similaridade (ANOSIM – *One way*, com Fator Praias: intermediária e dissipativa), com o valor do nível de significância (%) da similaridade entre as espécies das praias amostradas no inverno (Nível de significância <5%). 48
- Tabela 10. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Estatística da Análise de Similaridade (ANOSIM – *One way*, com Fator Praias: intermediária e dissipativa), com o valor do nível de significância (%) da similaridade entre os pontos de amostragem das praias, no verão (Nível de significância <5%). 49
- Tabela 11. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Estatística da Análise de Similaridade (ANOSIM – *One way*, com Fator Praias: intermediária e dissipativa), com o valor do nível de significância (%) da similaridade entre os pontos de amostragem e as praias amostradas no verão (Nível de significância <5%). 50
- Tabela 12. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Teste SIMPER, mostrando a % de contribuição das espécies dominantes da macrofauna para a similaridade entre as praias no verão..... 51
- Tabela 13. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Teste SIMPER, mostrando a % de contribuição das espécies dominantes da macrofauna para a similaridade entre as praias no verão..... 51
- Tabela 14. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Teste SIMPER, mostrando a % de contribuição das espécies dominantes da macrofauna para a dissimilaridade entre as praias no verão. 51
- Tabela 15. Quadro comparativo da morfodinâmica praias nas diferentes estações climáticas e dos principais descritores da comunidade da macrofauna bentônica das praias arenosas do sul e sudeste do Brasil..... 57

Tabela 16. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Matriz de densidade das espécies (indivíduos m^{-2}) no inverno utilizada para realização do n-MDS e para elaboração dos kite diagrams. P- Protegida; E- Exposta. 73

Tabela 17. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Matriz de densidade das espécies (indivíduos m^{-2}) no verão utilizada para realização do n-MDS e para elaboração dos *kite diagrams*. P- Protegida; E- Exposta 73

Tabela 18. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Matriz das variáveis abióticas do inverno utilizada no PCA. P- Protegida; E- Exposta..... 74

Tabela 19. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Matriz das variáveis abióticas do verão utilizada no PCA. P- Protegida; E- Exposta, 75

RESUMO

Macrofauna de praias arenosas com diferentes graus de morfodinamismo no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP, Brasil.

Uma descrição comparativa das comunidades da macrofauna bentônica foi realizada em duas praias arenosas com diferentes graus de morfodinamismo localizadas no Parque Estadual da Ilha do Cardoso-SP. As coletas foram realizadas durante a maré baixa de sizígia na região entremarés das Praias Intermediária e Dissipativa de Itacuruçá, no inverno de 2007 e verão de 2008. Em cada praia foram estabelecidas três transecções perpendiculares à linha da costa, separados entre si por dois metros, desde a última deposição de detrito até o limite físico do ambiente praias com a planície de maré. Doze pontos amostrais eqüidistantes (de -1 à 10) foram estabelecidos ao longo de cada transecção. Amostras sedimentológicas foram coletadas nos pontos amostrais de apenas uma transecção, com um corer de 4 cm de diâmetro, enterrado a 12 cm de profundidade. Amostras biológicas foram coletadas nos pontos amostrais das três transecções, com um corer de 0,05 m² de área, enterrado a 20 cm de profundidade, as quais foram peneiradas “in situ” com malhas de 0,6mm e o material biológico retido, fixado em formalina 10%. As variáveis abióticas como perfil, granulometria, temperatura do sedimento em quatro profundidades, profundidade e salinidade do lençol freático e umidade do sedimento foram analisadas. As praias selecionadas para o presente estudo não apresentaram diferenças extremas com relação a suas principais características físicas e biológicas, entretanto, a praia Intermediária mostrou um perfil topográfico mais íngreme que a Dissipativa. A composição específica da macrofauna foi praticamente a mesma nas duas praias amostradas, com 15 espécies, sendo as dominantes o poliqueto *Scolelepis goodbodyi*, o anfípodo *Puelche orensanzi* e o isópodo *Excirrolana*. A riqueza variou de 8 (Intermediária verão) a 12 (Intermediária inverno) espécies e a diversidade de 0,90 (Intermediária verão) a 1,37 (Dissipativa inverno). A densidade foi o fator que mais discriminou as duas comunidades nas duas estações do ano, a qual variou de 355 ind.m⁻² (Dissipativa inverno) a 2018,88 ind.m⁻² (Dissipativa verão). A estreita semelhança observada nas comunidades que vivem em praias de estados morfodinâmicos distintos confirma a tolerância destes

animais à ampla variação das variáveis abióticas. As praias do presente estudo diferem das demais referidas para o sul e sudeste do Brasil com relação aos descritores da comunidade da macrofauna bentônica.

Palavras-chave: Praias arenosas; Macrofauna bentônica; Morfodinâmica praial; Zonação; Ilha do Cardoso-SP.

ABSTRACT

Macrofauna from sandy beaches with different morphodynamism degree at State Park of Ilha do Cardoso, São Paulo State, Brazil.

A comparative description of the communities of the benthic macrofauna was carried out at two sandy beaches with different morphodynamism degree located in the State Park of Ilha do Cardoso, São Paulo State, Brazil. Two sites along Itacuruçá Beach were chosen, one Intermediate and other Dissipative, from which samples were collected in the intertidal zone, during low spring tide, in the winter of 2007 and summer of 2008. Three transects, with two meters distance were established across these beaches, from the last debris deposition to the physical limit of the beaches with the tide plain. Twelve equidistant collection points (from -1 to 10) were established along each transect. Samples of sediment were collected only along one transect, with a corer of 4 cm diameter and 12 cm depth. Biological samples were collected from all collection points, with a corer of 0.05 m² area and 20 cm depth; they were sieved "in situ" with 0.6mm mesh sieves and the retained material was fixed in formalin 10%. The following abiotic variables were analyzed: beach profile, sediment composition and humidity, temperature of the sediment at four depths, water table depth and its salinity. The beaches did not present extreme differences related to the main physical and biological characteristics, however, the Intermediate Beach showed a steeper topographical profile than the Dissipative one. The specific macrofauna composition was almost the same in these beaches, summing up 15 species, from these, the dominants were: the polychaete *Scolelepis goodbodyi*, the amphipod *Puelche orensanzi* and the isopod *Excirrolana armata*. The richness varied from 8 (Intermediate summer) to

12 (Intermediate winter) species and the diversity from 0.90 (Intermediate summer) to 1.37 (Dissipative winter) decits. The most discriminating factor between the two communities in both seasons was the density, that varied from 355.00 (Dissipative winter) to 2,018.88 (Dissipative summer) ind.m⁻². The strong similarity between these communities occurring in beaches with quite different morphodynamic states confirms the tolerance of them to a wide range of oscillation of physical variables. The beaches of the present study are different from the others occurring in the southern and southeastern Brazil, due to their distinct community descriptors.

Key-words: Sandy beaches; Benthic macrofauna; Beach morphodynamics; Zonation; Itacuruçá Beach-São Paulo, Brazil

INTRODUÇÃO

Praias estão presentes em todas as costas, latitudes e climas ao redor do mundo, apresentando um amplo espectro de tamanhos, morfologias, grau de exposição e condições oceanográficas, juntamente com uma alta diversidade de características biológicas. São um dos ecossistemas costeiros mais dinâmicos e resilientes, devido à sua capacidade de absorver a energia das ondas (Rodil & Lastra, 2004).

Apesar da diversidade de definições existentes, praias podem ser consideradas como depósitos de sedimentos inconsolidados dominados primariamente por ondas e limitados internamente pelos níveis máximos de ação de ondas de tempestade ou pelo início da ocorrência de dunas, e externamente pelo início da zona de arrebentação, onde ainda ocorrem processos significativos de transporte de sedimentos (Hoefel, 1998).

Os substratos inconsolidados das praias arenosas formam verdadeiros mosaicos heterogêneos devido ao intenso retrabalhamento e à variação nas propriedades texturais e de massa, como a permeabilidade e a porosidade. Nesses ambientes, apesar do constante movimento de água e de areia, a maior parte dos filos animais está representada, seja no espaço intersticial ou como membros da macrofauna, os quais apresentam uma série de adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais (McLachlan & Brown, 2006).

Um dos principais problemas metodológicos enfrentados por pesquisadores da área é a caracterização física dos ambientes estudados. Durante muito tempo, as praias arenosas foram classificadas apenas como expostas e protegidas, existindo uma grande confusão na interpretação dessa terminologia. Foi a partir de trabalhos de Short & Wright (1983), que surgiu o conceito de morfodinamismo, o qual determina a classificação das praias arenosas de maneira objetiva, através de índices ecológicos, que são considerados base de comparação entre pesquisadores de todo o mundo. As interações entre regimes de maré, tamanho das ondas e tipo de sedimento determinam os tipos morfodinâmicos das praias (Defeo & McLachlan, 2005). De acordo com o grau de intensidade desses fatores físicos, as praias podem ser classificadas em dois estados extremos, dissipativas e refletivas, e quatro

intermediários (Short & Whight, 1983). O estado dissipativo caracteriza-se por baixa declividade, perfil suave e uma extensa zona de surfe com ondas quebrando longe da faixa entremarés, se dissipando por toda essa área. O estado refletivo caracteriza-se por acentuada declividade e forte exposição ao hidrodinamismo, com ondas quebrando diretamente na faixa entremarés. Além das variações morfodinâmicas que ocorrem numa praia entre os extremos refletivo e dissipativo, foram descritas variações que ocorrem quando numa praia começa a predominar o efeito das marés sobre a ação das ondas (Masselink & Short, 1993). Nestes casos, um novo tipo de estado morfodinâmico é descrito, considerados intermediários já que possuem características intermediárias entre as praias dominadas por ondas e as planícies intermareais dominadas por marés (Masselink & Short, 1993).

Quanto ao grau de exposição, as praias arenosas podem ser identificadas desde muito expostas a muito protegidas, sendo a variabilidade física resultante da combinação de parâmetros básicos como característica das ondas e granulometria do sedimento (McLachlan, 1990). Em estuários e baías protegidas, a diminuição da influência da ação de ondas geradas por ventos locais de período curto, determina a presença de praias com características morfológicas distintas das praias expostas. Por outro lado, a amplitude de maré ganha importância relativa à altura das ondas, o que condiciona a largura e morfologia da praia devido à distribuição vertical da energia das ondas, geralmente formando um perfil composto de uma praia superior íngreme e uma planície inferior de declive suave (Masselink & Short 1993; Borzone et al., 1996; Barros et al., 2001).

Por muito tempo, as abordagens e os métodos de estudo em praias expostas e protegidas foram bastante diferenciados. As relações entre os processos geomorfológicos da praia e a fauna receberam grande ênfase em estudos com praias expostas (Short & Hesp, 1999 *apud* Pagliosa, 2006), enquanto que as interações entre espécies foram o principal foco em praias protegidas (Reise, 1985 *apud* Pagliosa, 2006). Hoje em dia, além desses, os atributos das comunidades macrobentônicas de praias arenosas tais como riqueza, densidade, abundância, biomassa e as variáveis abióticas têm sido amplamente usados na comparação entre praias de diferentes tipos. Uma das primeiras demonstrações da relação físico-biológica foi feita por McLachlan et

al. (1981) em praias da África do Sul, onde uma série de relações abordando a macrofauna, tamanhos da partícula de areia e perfil praial foi realizada.

Durante o primeiro simpósio internacional de praias arenosas, em 1983, as pesquisas sobre a ecologia e ecofisiologia da macrofauna de ecossistemas praias estavam em uma fase de transição entre os aspectos qualitativos e os quantitativos. Estudos sobre o fluxo de energia e ciclagem de nutrientes nestes ecossistemas permaneceram como tema dominante durante toda a década de 80. Na década de 90, a maioria das pesquisas sobre praias arenosas focou na ecologia de comunidades e de populações. Essas pesquisas não progrediram tanto quanto os estudos em outros ambientes costeiros e, mais do que isso, faltavam teorias para direcionar os estudos (Defeo & McLachlan, 2005).

Embora menos estudadas do que a maioria dos sistemas costeiros em todo o mundo, as praias estão melhor caracterizadas na presente década. Um acervo significativo de conhecimento se acumulou e uma variedade de conceitos, hipóteses e padrões a respeito dos ecossistemas praias e de suas comunidades bentônicas foi desenvolvida.

McArdle & McLachlan (1992) analisaram um total de 10 praias em um gradiente refletivo a dissipativo na África e nos Estados Unidos da América do Norte. Concluíram que o efeito das condições árduas da zona de arrebentação (*swash climate*) influenciam a distribuição da macrofauna de maneira distinta nas diferentes praias estudadas, sendo considerada a altura das ondas a variável que mais influencia a macrofauna nas praias dissipativas, enquanto que o perfil topográfico da praia, assume maior peso nas praias refletivas e intermediárias.

Jaramillo & McLachlan (1993) observaram que o tamanho do grão foi a variável que melhor se correlacionou com as variações da abundância da macrofauna nas praias chilenas. Para essas praias, além do tamanho do grão, a inclinação da praia e o parâmetro de *Dean* foram positivamente relacionados com a densidade da macrofauna.

Brazeiro (2001) procurou relacionar riqueza com morfodinâmica e fatores físicos, através de um estudo de dois anos em 12 praias expostas chilenas. Obteve como resultado que a riqueza diminui significativamente com o aumento da inclinação da praia, e propôs que não somente um, mas vários

fatores, destacando a erosão, controlam a comunidade da macrofauna bentônica.

Rodil & Lastra (2004), ao analisar 10 praias intermediárias, quanto ao morfodinamismo, no nordeste da costa da Espanha, confirmaram o padrão que relaciona negativamente a riqueza de espécies com a taxa de exposição e o tamanho dos grãos. Quanto maior o tamanho dos grãos e mais alta a taxa de exposição da praia, menor a densidade de macrofauna devido aos efeitos das ondas nessas praias expostas. Nesse estudo, foi concluído que o número de espécies é melhor explicado pela taxa de exposição da praia do que pelo parâmetro de *Dean* ou até mesmo pela inclinação, enquanto a biomassa é afetada apenas pelo tamanho dos grãos.

Dugan et al.(2004) estudaram as interações competitivas da macrofauna de praias arenosas expostas, as quais são capazes de afetar biologicamente a abundância e a distribuição de algumas espécies em uma série de escalas. Segundo os autores, competição por espaço pode aumentar a exposição dos organismos aos processos físicos, como a ação das ondas, e atuar excluindo competidores inferiores ou até mesmo comunidades inteiras.

Incera et al. (2006) investigaram o efeito das condições árduas da zona de arrebentação e da disponibilidade de alimento sobre a macrofauna em 11 praias arenosas ao longo da costa da Península Ibérica. A disponibilidade de alimento, medida através da concentração de biopolímero de carbono, densidade, número de espécies e biomassa foram significativamente relacionadas à inclinação da praia, sendo maior em praias dissipativas. Esse resultado suporta a Hipótese de Exclusão (*Swash Exclusion Hypotesis*), que dita que as espécies que não toleram estresse hidrodinâmico podem ser excluídas pelas condições árduas em praias refletivas.

No Brasil, estudos voltados às praias arenosas têm crescido nas últimas décadas e muitos pesquisadores têm contribuído para enriquecer o conhecimento específico sobre esses ecossistemas.

Trabalhos realizados no Canal de São Sebastião, SP, analisaram a macrofauna em praias denominadas pelos autores como praias protegidas ou dominadas por maré (Omena & Amaral, 2003). Segundo este trabalho, a abundância e a riqueza das espécies da macrofauna aumentam de uma praia refletiva, de maior energia, para uma praia dissipativa, de menor energia. Os

autores fizeram uma relação do tipo de sedimento ou tamanho do grão com a abundância e distribuição de poliquetas ao longo dessas praias arenosas e concluíram que em sedimentos mais finos e úmidos, a abundância é maior.

Borzone et al. (2003) analisaram variações na comunidade de macrofauna bentônica em duas praias de Pontal do Paraná, PR, com diferentes graus morfodinâmicos. Observaram que, devido à proximidade das praias amostradas, não houve diferenças na composição da macrofauna, o que mostrou serem habitats relativamente estáveis, apesar da variação da influência das ondas nas praias. Concluíram que importantes diferenças físicas e biológicas podem ser encontradas quando uma praia dominada por ondas se torna um hábitat dominado por maré. Uma das principais mudanças observadas foi a distribuição descontínua dos organismos, aliada a uma perda na zonação graduada ao longo do gradiente físico.

Veloso et al. (2003) estudaram 15 praias expostas no Rio de Janeiro visando determinar a composição, riqueza, densidade, biomassa e zonação da macrofauna bentônica. Concluíram que a riqueza se relacionou positivamente com o grau morfodinâmico das praias e a biomassa com o perfil topográfico praias. Sugeriram que o grau morfodinâmico das praias foi o melhor indicador da variabilidade na composição da comunidade macrofaunal.

Um outro estudo, realizado na Baía de Paranaguá (Lepka, 2004), investigou a macrofauna bentônica em seis praias protegidas ao longo de um gradiente de salinidade, com o objetivo de comparar e relacionar a composição, abundância e diversidade da macrofauna bentônica nestas diferentes praias com as suas principais características físicas em duas estações climáticas, verão e inverno. O autor observou que as seis praias estudadas não apresentaram variações importantes entre as estações do ano nas suas principais características físicas analisadas. Entretanto, a riqueza, a densidade e a diversidade de espécies variaram entre as estações do ano e ao longo do gradiente salino. A salinidade foi o fator físico que certamente determinou a composição e a distribuição da macrofauna bentônica nas diferentes praias protegidas estudadas. Grande parte da macrofauna bentônica de praias protegidas é composta por formas marinhas que conseguem se adaptar e penetrar estuário adentro, ao passo que, poucas são as espécies de água doce que conseguem se adaptar e se estender para dentro do estuário.

Algumas espécies encontradas no estuário são as mesmas ocorrentes em praias expostas do litoral do Paraná.

Veloso et al. (2006) compararam sazonalmente a macrofauna bentônica do entremarés de praias protegidas e praias urbanizadas, no Rio de Janeiro. Observaram que a riqueza apresentou pequena variação entre as praias, enquanto que a densidade de algumas espécies foi menor nas praias urbanizadas, mostrando a relação negativa entre urbanização e densidade de espécies.

Fernandes & Gomes (2006) compararam a estrutura da comunidade da macrofauna bentônica em duas praias arenosas no Rio de Janeiro, e concluíram que o tamanho dos grãos e o período de condições árdias (*swash climate*) são os fatores físicos que mais controlam as comunidades de macrofauna bentônica.

Martins (2007) avaliou os padrões morfodinâmicos e a variabilidade da macrofauna em duas situações, verão e inverno, ao longo do arco praias com distintos graus de exposição no Parque Nacional de Superagüi, PR. Os resultados mostram uma marcada variabilidade nas características físicas e biológicas ao longo da costa exposta do referido parque. A riqueza de espécies foi determinada principalmente pelos crustáceos e a abundância por uma espécie dominante de poliqueta - *Scolelepis goodbodyi*. As praias do Parque apresentam maior abundância e riqueza da comunidade macrofaunal em comparação com algumas praias antropizadas do Paraná. No entanto, esta variação também pode estar associada a oscilações interanuais naturais das populações. Este trabalho apresentou dados espaciais e temporais restritos, porém serve como base para a identificação das principais espécies que ocupam este habitat e suas abundâncias relativas.

Brauko (2008) avaliou os efeitos de distúrbios físicos causados pela passagem de sistemas frontais sobre as associações macrofaunais de duas praias do Estado do Paraná e comparou as respostas da macrofauna à passagem de tais sistemas em dois ambientes distintos, uma praia mais exposta dominada por ondas, Atami, e outra mais abrigada dominada por marés, Ponta do Poço. As modificações nos padrões de densidade, variabilidade espacial e dominância da macrofauna encontradas em três diferentes estratos ou zonas da porção subaérea da praia mais exposta de

Atami, sugerem que os sistemas frontais associados a incrementos no estado de ondas e a ao empilhamento de água sobre a costa ocasionaram a erosão do perfil topográfico, que por sua vez refletiu-se em efeitos negativos sobre a fauna. As alterações nos descritores da macrofauna da praia mais abrigada da Ponta do Poço aparentemente não se relacionaram à passagem das frentes, mas sim ao complexo e intenso dinamismo do local.

Crustacea, Polychaeta e Bivalvia são os táxons mais comuns que representam a macrofauna bentônica de praias arenosas (McLachlan & Brown, 2006). A macrofauna pode ser caracterizada como uma comunidade com baixa diversidade biológica, reduzida riqueza e elevada dominância numérica de poucas espécies, quando comparada com a de regiões submersas.

A distribuição da macrofauna bentônica em praias arenosas costuma ser relacionada a diversos fatores, tais como inclinação da praia; tamanho, teor de matéria orgânica, temperatura e umidade do sedimento; salinidade; disponibilidade de alimento e, com menor importância, a competição e a predação. Embora seja difícil verificar a influência destes fatores isoladamente, acredita-se que a estrutura da comunidade seja freqüentemente determinada pela morfodinâmica, na qual os fatores físicos são predominantes (Borzzone et al., 2003; Dugan et al., 2004). A disponibilidade de alimento é um potencial determinante da abundância em comunidades naturais (Hunter & Price, 1992; Menge, 1992) e a densidade e taxa de crescimento dos consumidores podem estar positivamente correlacionadas com a quantidade de alimento em uma série de habitats (Polis & Hurd, 1995, 1996; Dahlhoff & Menge, 1996).

Para a maioria das espécies, oscilações sazonais na densidade das populações são normais, e são relacionadas a muitos fatores como dinâmica reprodutiva e flutuações das variáveis abióticas (Souza & Gianuca, 1995). Muitas espécies conseguem tolerar um amplo espectro de variação morfodinâmica, mantendo populações abundantes tanto em praias refletivas como em dissipativas (Veloso et al., 2006).

As peculiares demandas ou tolerâncias de cada espécie aos diferentes fatores ecológicos resultam em uma distribuição vertical de organismos em zonas características, o que é conhecido por zonação (Neves et al., 2007). A zonação entremarés tem sido um dos interesses dos biólogos marinhos, primeiramente porque constitui o ecossistema marinho mais acessível e,

segundo, porque forma uma interface entre as áreas marinha e terrestre, na qual organismos originados de ambos os ambientes migraram para essa região. Devido ao gradiente de características marinhas e terrestres, promovido pelo ciclo de marés nesta interface, organismos se adaptaram diferentemente a esta condição intermediária, a qual resultou na formação de zonas de distribuição (Bally, 1983).

Vários autores tentaram estabelecer um esquema padrão de zonação para macrofauna bentônica ao longo da praia, porém, apenas dois deles são os mais citados. Dahl (1952) definiu três zonas biológicas, levando em consideração a distribuição dos crustáceos em cada região: uma franja subterrestre ocupada por anfípodes talitrídeos e/ou caranguejos ocypodídeos, uma zona mesolitoral com isópodes cirolanídeos, e uma franja infralitoral com várias espécies. Por outro lado, Salvat (1964) dividiu a praia em quatro zonas, baseado na umidade do sedimento: uma, no topo da praia, caracterizada por areia seca; abaixo desta, a zona de retenção de água, que é levemente úmida na baixa mar; a seguir uma zona de ressurgência, onde a água flui e reflui no sedimento de acordo com a maré; e finalmente, a zona inferior, que é permanentemente saturada e ocorre pouca troca de água durante o ciclo de marés. Esses cenários representam a posição durante a maré baixa e, devido à grande mobilidade da macrofauna, tais zonas não apresentam fronteiras e, às vezes, há sobreposição de zonas cuja amplitude pode variar de acordo com as interações inter e intra-específicas (Degraer et al., 1999). Recentemente, pesquisadores apontaram as dificuldades em se estabelecer zonas biológicas na região entremarés (Velooso et al., 2003) e sugeriram que apenas um esquema de zonação seria aplicável, aquele proposto por Brown & McLachlan (1990), o qual reconhece duas zonas: uma porção superior e um porção inferior.

Souza & Guianuca (1995) analisaram a zonação sazonal da macrofauna bentônica na região entremarés da praia exposta de Barrancos, PR, e verificaram variações significantes na densidade das populações e na riqueza de espécies entre o inverno e verão, sugerindo o recrutamento das espécies no verão.

Barros et al. (2001) estudaram seis praias expostas próximas à Baía de Guaratuba, PR, analisando a zonação vertical da macrofauna bentônica,

relacionando as diferenças sazonais com as principais variáveis abióticas, elencando as características granulométricas como uma das principais influências na distribuição dos organismos. Observaram também que os crustáceos foram o grupo mais diverso em todas as praias.

Neves & Bemvenuti (2006) investigaram a distribuição espacial da macrofauna bentônica em três praias dissipativas no nordeste da costa do Rio Grande do Sul e encontraram um padrão de zonação da macrofauna semelhante ao de Dahl (1952): supralitoral, caracterizado pela presença de crustáceos, zona litorânea, caracterizada por isópodos e poliquetas, e o sublitoral, ocupado por bivalves.

Pagliosa (2006) investigou a variação espacial da macrofauna do entremarés ao sublitoral de uma praia protegida da Baía da Babitonga, SC, e concluiu que a estrutura de associações bênticas local está relacionada principalmente com as diferenças nos sedimentos.

Neves et al. (2007) estudaram a zonação da macrofauna na Praia do Cassino, RS, durante um ano, e observaram que a zonação foi variável ao longo do ano, sendo que esta variabilidade refletiu, principalmente, a maior instabilidade da zona inferior da praia, que compreendeu o mesolitoral inferior e a zona de arrebentação interna. Isto ficou evidenciado sazonalmente, com a formação de distintos grupos faunísticos de acordo com a peculiaridade de cada estação do ano. A formação desses grupos foi fortemente influenciada pelas flutuações das densidades, decorrentes dos recrutamentos de juvenis e migrações de adultos da infauna e da sobreposição da distribuição dos organismos, devido às ressacas.

Neves et al. (2008) analisaram a variabilidade temporal da macrofauna bentônica novamente na Praia do Cassino, RS, e observaram que a variação temporal da abundância da macrofauna pôde ser atribuída a efeitos positivos decorrentes dos picos de recrutamento e migração de determinadas espécies para a zona de varrido, a efeitos negativos como a migração de algumas espécies para águas mais profundas e, além disso, a mortalidade por causas naturais e antrópicas.

Vários motivos justificam o marcado interesse pelo conhecimento da fauna de praias, pois, muitas espécies têm importância econômica direta, como é o caso dos crustáceos e moluscos utilizados na alimentação humana ou

como isca para pesca. Adicionalmente existe uma importância ecológica, os poliquetas constituem rica fonte de alimento para juvenis e adultos de peixes, crustáceos e aves. Além disso, estudos têm demonstrado a relevância da utilização de comunidades bentônicas na avaliação da qualidade ambiental (Amaral & Morgado, 1994) e da conservação de ecossistemas (Veloso et al., 2006).

O presente projeto tem como objetivo principal a comparação descritiva das comunidades macrobentônicas em duas praias arenosas com diferentes graus de morfodinamismo no Parque Estadual da Ilha do Cardoso-SP. Nesse sentido, buscou-se caracterizar fisicamente os dois biótopos, bem como biologicamente, quanto à sua composição, densidade, riqueza e distribuição das espécies de macrofauna bentônica, em duas situações climáticas contrastantes, inverno de 2007 e verão de 2008.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Criado pelo Decreto Estadual Nº. 40.319/62, o Parque Estadual da Ilha do Cardoso ($25^{\circ}03'05''\text{S}/48^{\circ}05'42''\text{W}$ e $25^{\circ}18'18''\text{S}/48^{\circ}53'48''\text{W}$) com uma área aproximada de 151 km², localiza-se no litoral sul do Estado de São Paulo na divisa com o Estado do Paraná, separado do continente pelo canal do Ararapira e a Baía de Trapandé (Fig. 1).

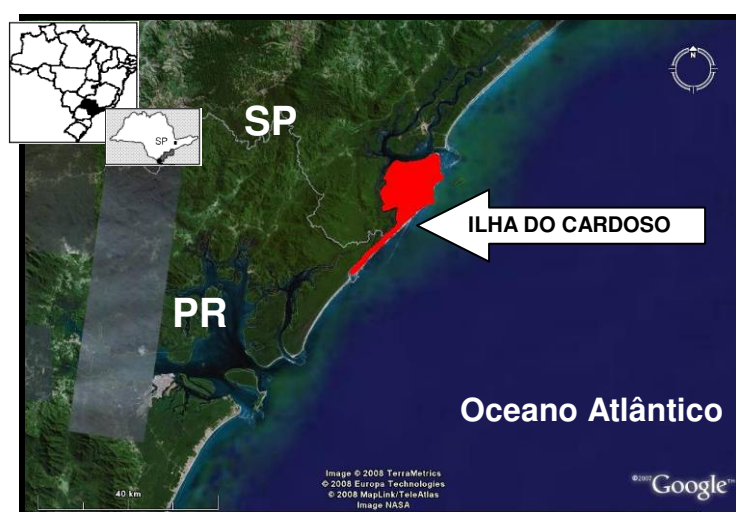


Figura 1. Mapa do Complexo Estuarino de Cananéia - Ilha Comprida, Estado de São Paulo, destacando a Ilha do Cardoso. Fonte: Foto aérea Google earth, 2007.

A Ilha do Cardoso faz parte do Sistema Estuarino Cananéia-Iguape-Ilha Comprida, o qual possui quatro ilhas principais (Cardoso, Cananéia, Comprida e Iguape) separadas por canais lagunares e rios que se comunicam com o Oceano Atlântico.

A topografia da ilha é predominantemente montanhosa, com a parte central dominada por elevações acima de 814 m. Na geologia destaca-se uma faixa setentrional, onde predominam rochas de natureza sienito-monzoníticas intrusivas em rochas metamórficas de baixo grau, representadas por metarritmitos xistoso-quartzoso intercalados por lentes de quartzitos, e depósitos sedimentares em ambiente flúvio-marinho-lagunar e de retrabalhamento eólico (SMA, 2001).

A área enquadra-se na classificação de clima subtropical úmido com pequena ou nenhuma estação seca definida. Nas estações primavera e verão, a intensidade da pluviosidade, e o calor dos verões, são acentuados (SMA, 2001).

A região apresenta valores pluviométricos máximos de janeiro a março, com média mensal de 266,9 mm e mínimos em julho e agosto, com média mensal de 95,3 mm, sendo 2300 mm a precipitação anual total. A temperatura média anual é de 23,8°C, sendo a temperatura média mensal mais alta em fevereiro, de 27,8°C, e a média mensal mais baixa em julho, de 19,8°C (Silva, 1989). A maré é do tipo mista, com amplitude média de 0,8m (SMA, 2001).

Com relação às feições costeiras, a Ilha do Cardoso apresenta grandes diferenças entre sua porção leste, marinha, e sua porção oeste, estuarina. Na porção marinha, há um predomínio de extensas praias de baixa declividade e granulometria fina a média. Essas praias são intercaladas por costões rochosos que ocupam uma pequena parte da área costeira da ilha. Ainda na margem marinha da ilha, ocorrem manguezais associados à desembocadura de alguns rios. Já no lado estuarino, ao longo das margens do Canal de Ararapira predominam manguezais, dominados por *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* (Wieczorek, 2006).

Existe uma forte correnteza junto a costa marinha da Ilha, proveniente da desembocadura das águas da Gamboa do Perequê nas águas oceânicas. Isso é visível somente na parte norte da Ilha, e restrita à praia de Itacuruçá, estendendo-se até a Ponta do Perigo.

A ocupação humana atual não é homogênea ao longo da ilha. As planícies são as áreas mais densamente povoadas, sendo a Vila de Marujá a mais expressiva tanto em número de moradores locais quanto de veranistas com segunda residência (SMA, 2001). A maioria dos moradores vive principalmente da pesca artesanal (redes pequenas, gerival, cerco, redes de espera e lanceamento), sendo a agricultura a segunda opção de renda (Milanelo, 1997). Atualmente, o turismo vem desenvolvendo um papel importante na economia, principalmente no período da alta temporada.

A caracterização da cobertura vegetal foi detalhada por De Grande & Lopes (1981) e Noffs & Baptista-Noffs (1982), que identificaram cinco tipos principais de formações vegetais na Ilha do Cardoso: vegetação pioneiras de duna, vegetação de restinga, floresta pluvial tropical da planície litorânea, floresta pluvial tropical da Serra do Mar e vegetação de mangue.

O presente estudo está restrito à Praia de Itacuruçá que possui uma extensão total de aproximadamente 7 km e está situada na parte nordeste da ilha. Dois trechos com diferentes graus de morfodinamismo às ondas foram selecionados: o primeiro situado na parte mais ao norte, com características morfodinâmicas intermediárias, e o segundo, mais ao sul, com características dissipativas, classificadas de acordo com Short & Wright (1983) (Figs. 2, 3 e 4). Estas praias foram denominadas como Intermediária e Dissipativa, respectivamente.

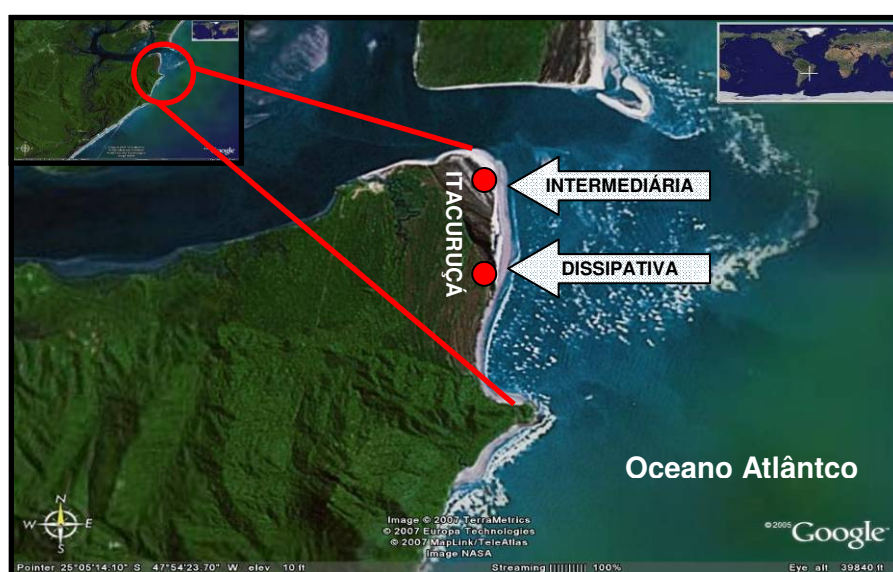


Figura 2. Praia de Itacuruçá, ao norte da Ilha do Cardoso, com a localização das Praias Intermediária e Dissipativa (pontos vermelhos). Fonte: Foto aérea Google earth, 2007.



Figura 3. Praia Intermediária, Ilha do Cardoso-SP. Vista parcial mostrando a última linha de detritos depositada (lado esquerdo) deixada pela maré alta mais recente.



Figura 4. Praia Dissipativa, Ilha do Cardoso-SP. Vista parcial.

Planejamento amostral

As coletas das amostras foram realizadas na região entremarés das praias selecionadas, durante a maré baixa de sizígia, em duas condições contrastantes: inverno (setembro de 2007) e verão (fevereiro de 2008). A altura da maré mínima nos dias de coleta foi de -0,06m no inverno e 0,04 m no verão. As condições do vento e a ocorrência de tempestades nos dias anteriores as coletas não foram computadas.

Baseado em Borzone et al. (1996) e Schoeman et al. (2003), em cada praia foram estabelecidas três transecções perpendiculares à linha da costa, separadas entre si por dois metros de distância. Em cada transecção foram estabelecidos 12 pontos de amostragem com áreas fixas, distribuídos de maneira eqüidistante desde a penúltima deposição de detrito (ponto -1), determinado pela linha de detritos (*drift line*), até o início do infralitoral, (ponto 10), determinado pela planície de maré (Figs. 5 e 6).

As coordenadas geográficas de cada ambiente praiial foram obtidas com o auxílio de um GPS e computadas em UTM, com o objetivo de padronizar os locais de coletas nas duas estações climáticas.

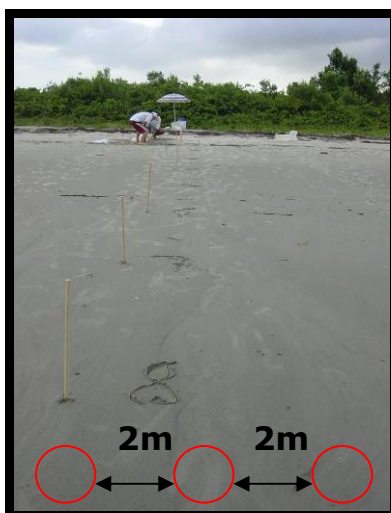


Figura 5. Praia Intermediária, Ilha do Cardoso-SP. Transecções perpendiculares à linha d'água, separados entre si por 2 metros. As estacas indicam os pontos de coleta.

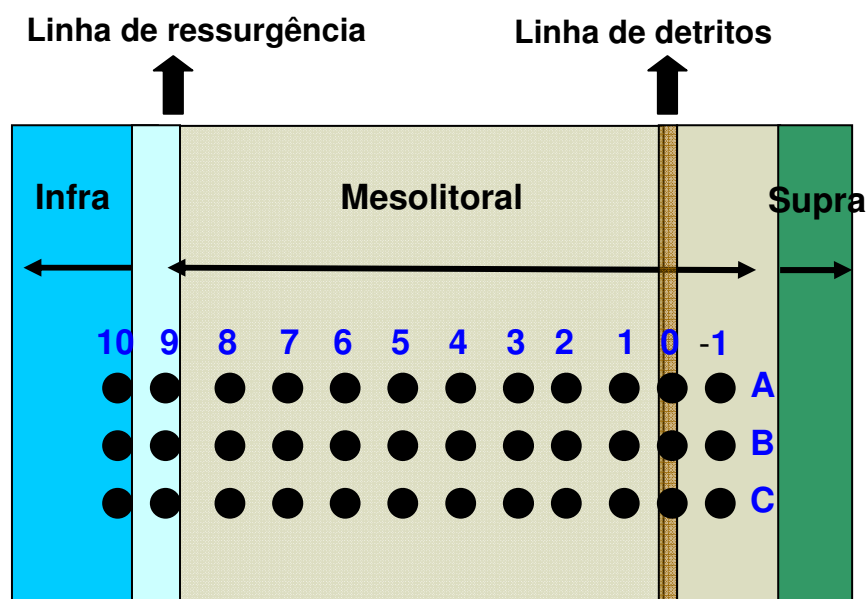


Figura 6. Esquema do padrão de amostragem adotado mostrando a posição das transecções e dos pontos de amostragem ao longo da praia. A, B e C são as três transecções e -1 a 10 são os pontos de amostragem. A cor azul representa o mar, a marrom clara a faixa de areia e a verde a restinga, indicando respectivamente o infralitoral, o mesolitoral ou região entremarés e o supralitoral.

Variáveis abióticas

Sedimento

Para o estudo do sedimento foi utilizada apenas uma das transecções estabelecidas em cada praia, paralela às amostras biológicas. Desta forma, foram coletadas 12 amostras sedimentológicas por praia em cada estação climática, totalizando 48 amostras. Foi determinada uma área fixa de amostragem, as quais realizadas com um “mini corer” de PVC, com 4 cm de diâmetro, enterrado a uma profundidade de 12cm. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos adiabáticos e imediatamente armazenadas em uma caixa térmica para evitar a perda de água, uma vez que a umidade do sedimento foi um dos fatores analisados (Fig.7).

Em laboratório, as amostras de sedimento foram pesadas em uma balança de precisão 0,01g e transferidas para uma estufa onde permaneceram por 24 horas, a uma temperatura constante de 80 °C, para secagem. Após este período, as amostras foram pesadas novamente e o teor de umidade do sedimento correspondeu à diferença do peso antes e depois da secagem, computada em porcentagem. Após este procedimento, as mesmas foram enviadas ao Laboratório de Análises Físicas do CEM, para realização das

análises granulométricas, onde foram processadas através de técnicas padrões de peneiramento (Suguio, 1973). Os dados obtidos foram computados de acordo com o Método da Medida dos Momentos (Tanner, 1995) e os resultados foram expressos em valores ϕ ("phi" = $-\log_2$ diâmetro mm). A determinação do teor de matéria orgânica e de carbonato biodetrítico foi feita com técnicas de combustão, seguindo o método de Dean (1974). Características como curtose e tamanho do grão de sedimento também foram analisados.



Figura 7. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. 1- Amostragem sedimentológica com o auxílio do "mini-corer"; 2- Caixa térmica com as amostras sedimentológicas acondicionadas.

Perfil topográfico

O perfil topográfico das praias foi obtido através do Princípio dos Vasos Comunicantes (Fig. 8), decorrente da Lei de Stevin. Os dados altimétricos da diferença entre cada ponto de amostragem foram computados para cada praia e estação climática e representados por gráficos elaborados com o auxílio do programa STATISTICA 7.0. A altura do ponto nove correspondeu à linha de maré mais baixa nos dias de coleta.



Figura 8. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Medida do perfil da praia pelo Método dos Vasos Comunicantes.

Temperatura do sedimento e Morfodinâmica

A temperatura do sedimento foi obtida na superfície, a 5, 10 e 15 cm de profundidade com o auxílio de um termômetro de solo e a temperatura da água com termômetro de mercúrio comum. As profundidades e salinidades da água do lençol freático de cada ponto de amostragem foram obtidas respectivamente com o auxílio de uma fita métrica e um refratômetro, em apenas uma das transecções para cada praia e estação climática.

O estado morfodinâmico modal de cada praia foi determinado de acordo com Short & Wright (1983), seguindo o parâmetro de *Dean*, determinado pela seguinte fórmula: $\Omega = H_b / W_s \cdot T$, onde H_b é a altura da onda (m), estimada através de uma régua; T intervalo médio de tempo de quebra das ondas (s); e o W_s é a velocidade de deposição da areia (m/s), obtido a partir do tamanho do sedimento, segundo Gibbs et al. (1971). A classificação foi feita segundo Masselink & Short (1993) onde $\Omega < 2$ caracteriza praias refletivas, $\Omega > 5$ define as dissipativas e $2 < \Omega < 5$ caracteriza praias intermediárias.

Variáveis biológicas

Foram estabelecidas áreas fixas de amostragem, utilizando-se as três transecções. Baseado em Bally (1983) e Palacio et al. (2001), os quais mostraram que as maiores abundâncias da macrofauna são encontradas nos primeiros 15 a 20 cm de profundidade, foi obtida, em cada ponto de

amostragem, uma amostra com um "corer" de PVC, com 25 cm de diâmetro enterrado a uma profundidade de 20 cm (0,05 m² de área superficial). A areia contida neste volume foi passada "in situ" em peneiras com 0,6mm de abertura de malha e o material biológico nelas retido foi fixado em formalina 10% (Fig. 9).

Devido ao fato do corer, mesmo enterrado, permanecer 2 cm acima da superfície, pode-se dizer que não houve migração de organismos nem para dentro nem para fora do corer durante as amostragens.



Figura 9. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Seqüência da metodologia utilizada para amostragem biológica: 1- Enterrando o corer de PVC; 2 e 3- Colocando o sedimento amostrado na peneira de 0,06mm de abertura de malha; 4-Peneirando "in situ" a amostra coletada; 5- Material retido após peneiragem; 6- Material que foi fixado em formalina 10% "in situ".

Em laboratório, o material biológico fixado foi triado e a macrofauna bentônica, identificada ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio de um microscópio óptico. Após identificado, o material biológico foi conservado em álcool 70%, e depositado no Laboratório de Ecologia de Crustacea da UFPR.

Processamento dos dados

Os resultados da granulometria do sedimento foram analisados com o auxílio do programa Sysgran, pelo qual, a partir do peso de cada fração granulométrica, calculou-se o valor médio do tamanho do grão e da seleção.

Para descrever as tendências da variação das variáveis abióticas foi aplicada uma análise de ordenamento linear em componentes principais (PCA), através de uma matriz com réplicas somadas e os dados normalizados, separados em inverno e verão (vide anexo Tabs. 16 e 17), realizadas com o auxílio do programa PRIMER 6.0. A PCA foi aplicada considerando os seguintes fatores como fontes potenciais de variabilidade ambiental: perfil topográfico, profundidade e salinidade do lençol freático, temperatura do sedimento a quatro diferentes profundidades, granulometria e umidade do sedimento.

Para descrever as tendências de variação das variáveis biológicas e para testar a significância estatística desta variabilidade foram utilizadas técnicas multivariadas. A partir dos dados de densidade total de organismos para cada ponto de amostragem foram construídas matrizes de similaridade entre as amostras usando o índice de Bray-Curtis, com os dados transformados pela raiz quarta (vide anexo Tabs. 18 e 19). A transformação nesse caso tem o papel de balancear a importância de espécies raras e espécies numericamente dominantes na determinação da similaridade entre duas amostras, reduzindo o peso de cada espécie na composição do índice (Clarke & Warwick, 2001). A visualização gráfica da matriz de similaridade entre praias foi obtida pela análise de proximidade ou escalonamento multidimensional (nMDS), para cada estação climática. O valor do stress abaixo de 0,05, considerando duas dimensões, corresponde a uma excelente representação sem chances reais de uma interpretação enganosa, segundo Clarke & Warwick (2001). Para testar as possíveis diferenças entre as praias foi utilizada uma análise de similaridade (ANOSIM), do pacote estatístico PRIMER (versão 6.0). A ANOSIM é baseada na comparação via permutação das similaridades entre amostras ranqueadas. O nível de significância que essa análise fornece corresponde ao grau de similaridade entre os grupos tratados.

Para que existam grupos realmente diferentes esse índice deve estar abaixo de 5%, caso contrário os grupos são similaridades.

A medida escolhida para avaliar mudanças nos padrões de dominância das populações macrofaunais foi a contribuição relativa das espécies calculada pela análise SIMPER em cada data amostral.

Para descrição da comunidade da macrofauna bentônica, foram calculados os valores de densidade individuais, por ponto de amostragem (vide anexo Tabs 16 e 17), dividindo o valor bruto por 0,15 m² (valor da soma da área das três réplicas), e totais (vide Tab. 7), por praia, dividindo o valor bruto por 1,8 m² (valor da soma da área total de amostragem por praia), desta forma transformando ambos para n° de indivíduos.m⁻². Além desses, riqueza (n° de espécies) e diversidade (Índice de Shannon & Winner).

A variabilidade espacial e temporal da distribuição das espécies ao longo das duas praias foi analisada para cada situação sazonal, a partir de uma matriz de pontos de amostragens (réplicas somadas) e densidade das espécies (divididas por dois). Para as espécies dominantes foram elaborados diagramas de distribuição (*kite diagrams*), sendo a escala específica para cada diagrama e expressa em indivíduos.m⁻².

RESULTADOS

Variáveis Abióticas

Perfil topográfico e Lençol freático

O perfil da Praia Intermediária no inverno apresentou uma inclinação de 1/23,45 m, com um comprimento total de 38 m. O lençol freático esteve a 0,60 m de profundidade no ponto -1, aproximando-se gradativamente da superfície até o local de ressurgência, a 34,20 m de comprimento da praia. No verão, apresentou uma inclinação de 1/21,48 m, com um comprimento total de 33,33 m. O lençol freático esteve a 0,67 m de profundidade no ponto -1, aproximando-se da superfície até o local de ressurgência, a 30 m de comprimento da praia (Fig. 10).

A Praia Dissipativa apresentou no inverno uma inclinação de 1/49,42 m e um comprimento total de 128 m. O lençol freático esteve a 0,32m de profundidade o ponto 0, aproximando-se gradativamente da superfície até o local de ressurgência, a 115,20 m de comprimento da praia. No verão, apresentou uma inclinação de 1/40,27 m, com um comprimento total de 72,50 m. No ponto 0 o lençol freático esteve a 0,35m de profundidade, aproximando-se gradativamente da superfície até o local de ressurgência, a 65,30 m de comprimento da praia. (Fig. 11).

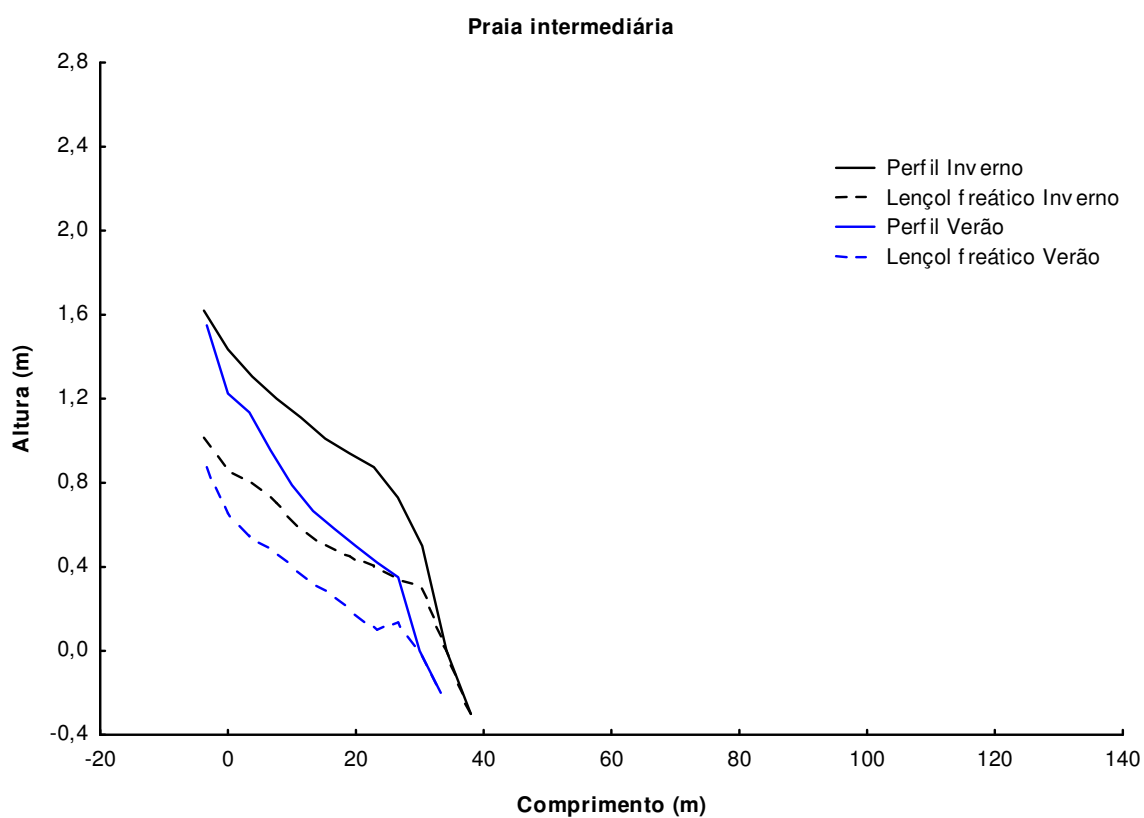


Figura 10. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Perfil topográfico e profundidade do lençol freático da Praia Intermediária.

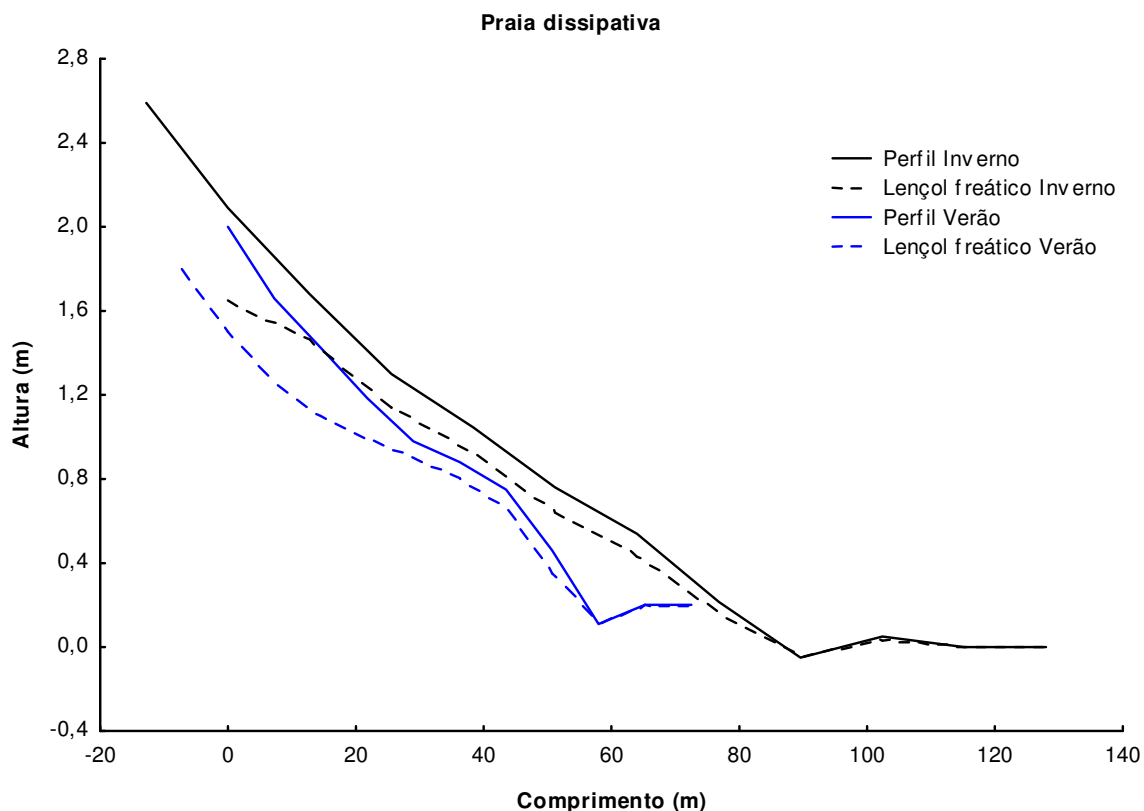


Figura 11. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Perfil topográfico e profundidade do lençol freático da Praia Dissipativa.

A profundidade do lençol freático, bem como sua salinidade, foram diferentes entre as praias, apresentando maiores valores maior na Dissipativa. Observa-se também, maiores valores no inverno que no verão para ambas as praias. A salinidade na praia intermediária variou de 16 a 33 no inverno e de 15 a 28 no verão, enquanto que dissipativa variou de 18 a 32 no inverno e de 16 a 30 no verão. Entretanto, não foi observado um gradiente desta variável ao longo do comprimento da praia (vide anexo Tabs. 18 e 19). Os valores médios da profundidade e salinidade do lençol freático estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Valores médios para profundidade e salinidade do lençol freático das praias analisadas.

LENÇOL FREÁTICO			
Praia	Estação climática	Profundidade média (m)	Salinidade média
Intermediária	Inverno	$0,47 \pm 0,37$	$26 \pm 6,68$
	Verão	$0,31 \pm 0,29$	$22 \pm 4,51$
Dissipativa	Inverno	$0,72 \pm 0,76$	$27 \pm 4,14$
	Verão	$1,02 \pm 0,74$	$24,5 \pm 5,53$

A salinidade da água do mar não apresentou variação no inverno, sendo o valor de 32 para ambas as praias. Já no verão, foram registrados 28 para a Intermediária e 32 para a Dissipativa.

Sedimento

Foram coletadas 12 amostras de sedimento em cada praia e estação climática (verão de 2008 e inverno de 2007), totalizando 48 amostras, abrangendo uma área total de 0,012m².

Granulometria

A análise granulométrica do sedimento da praia Intermediária, no inverno, indicou areia fina a muito fina, bem selecionada a muito bem selecionada, com distribuição variando de platicúrtica a mesocúrtica e assimetria positiva a negativa. No verão, a areia foi classificada como fina, com distribuição variando de platicúrtica a leptocúrtica e os demais parâmetros idênticos ao do inverno. Para a Praia Dissipativa, no inverno, a análise granulométrica indicou areia fina a muito fina, moderadamente selecionada a muito bem selecionada, com distribuição variando de platicúrtica a leptocúrtica e assimetria negativa a aproximadamente simétrica. No verão, apresentou areia fina a muito fina, bem selecionada a muito bem selecionada, com distribuição variando de platicúrtica a muito leptocúrtica e assimetria muito negativa a aproximadamente simétrica. O teor de matéria orgânica contida no sedimento foi sempre inferior a 1% e o de carbonato de cálcio variou de 1,43 a 3,41 % (Tab. 2).

Tabela 2. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Resultados da análise granulométrica das praias analisadas em ambas as estações do ano. Os valores médios, mínimo e máximo do tamanho dos grãos e os valores médios do grau de seleção, da assimetria e da curtose (em valores de \emptyset) são apresentados, bem como os valores mínimos e máximos de matéria orgânica (%) e valores médios de CaCO₃ (%).

Praia	Tamanho do grão		Seleção	Assimetria	Curtose	Mat.Orgânica		CaCO ₃
	Média	Mín.- Máx.				Mín.- Máx.		
Intermediária Inverno	2,93	2,87-3,03	0,34	0,05	0,87	0,0-0,36	1,43	
Dissipativa Inverno	2,87	2,53-3,05	0,42	-0,11	0,95	0,17-0,37	1,61	
Intermediária Verão	2,87	2,66-2,96	0,35	0,06	0,97	0,0-0,36	1,75	
Dissipativa Verão	2,90	2,63-3,04	0,39	-0,06	0,97	0,0-0,35	3,41	

Os valores de Φ variaram de 2,87 a 3,03 no inverno e 2,66 a 2,96 no verão para Intermediária, e de 2,53 a 3,05 no inverno e 2,63 a 3,04 no verão para a Dissipativa.

Temperatura

A temperatura do sedimento de superfície, a 5 cm, 10 cm e a 15 cm de profundidade apresentaram diferenças entre as praias, sendo a dissipativa a de maiores valores tanto no inverno quanto no verão. Ambas as praias apresentaram maiores valores no verão do que no inverno (Tab.3).

Tabela 3. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Valores médios de temperatura do sedimento à diferentes profundidades, para as praias analisadas, no inverno e verão.

TEMPERATURA DO SEDIMENTO (°C)				
	INVERNO		VERÃO	
	Intermediária	Dissipativa	Intermediária	Dissipativa
Temp.superficial	18,79	22,09	22,91	23,96
Temp. a 5cm	18,9	21,7	23,1	24,5
Temp. a 10cm	19,01	21,40	23,08	25,20
Temp. a 15 cm	19,51	21,35	23,34	25,95

Umidade

O teor de umidade variou de 2,77% (ponto -1 da Dissipativa, no verão) a 19,28% (ponto 9 da Intermediária, no inverno). A Praia Dissipativa apresentou a menor média no verão (15,5%) e a maior no inverno (16,3%) (Tab 4).

Tabela 4. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Valores médios de umidade de sedimento, para as praias analisadas, no inverno e verão.

UMIDADE MÉDIA DO SEDIMENTO (%)		
PRAIAS	INVERNO	VERÃO
Intermediária	15,94 ± 1,63	15,81 ± 3,49
Dissipativa	16,32 ± 3,04	15,53 ± 5,04

Morfodinâmica

A Praia Intermediária apresentou no inverno um grau morfodinâmico (Ω) de 2,25, com altura média das ondas de 20 cm e período de quebra das ondas de 6,5 s. No verão, apresentou um $\Omega = 2,19$, com altura média das ondas de 18 cm e período de quebra das ondas de 6 s.

Já a Praia Dissipativa apresentou no inverno um $\Omega = 6,97$, com altura média de onda de 40 cm e período de quebra das ondas de 42 s. No verão, apresentou um $\Omega = 5,49$, com altura média de onda de 30 cm e período de quebra das ondas de 40s.

Análise dos Componentes Principais (PCA)

A Análise dos Componentes Principais (PCA) aplicado para as variáveis abióticas das duas praias no inverno mostrou que 83,3% da variação foi explicada pelos dois primeiros eixos (Tab.5). O primeiro eixo apresentou 53,2% de variação total com as variáveis umidade do sedimento, salinidade do lençol freático, e as temperaturas do sedimento (superfície, a 5 cm, a 10 cm e a 15 cm de profundidade) associados à região negativa do eixo. As variáveis perfil topográfico e profundidade do lençol freático ficaram associadas à região positiva do eixo (Fig.12). O segundo eixo apresentou 30,1% da variação total, com as variáveis umidade do sedimento e salinidade do lençol associadas a região positiva do eixo. As variáveis perfil topográfico, profundidade do lençol e temperatura do sedimento (superfície, a 5cm, a 10cm e a 15cm de profundidade) mais associadas a região negativa do eixo.

A maioria dos pontos de amostragem referentes à Praia Intermediária ficou localizada na região positiva do primeiro eixo, o que foi melhor explicado pelo padrão de oscilação da umidade do sedimento e da salinidade do lençol freático. Por outro lado, os pontos da Praia Dissipativa ficaram localizados na região negativa do primeiro eixo, e foram melhor explicados pelo padrão de oscilação das mesmas variáveis acima, acrescidas da temperatura do sedimento. Deve-se observar também a influência negativa dos vetores opostos aos pontos de amostragem de cada praia estudada.

Tabela 5. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Autovalores, variações total e acumulada para os três principais eixos obtidos pelo PCA no inverno, realizada com os dados estandardizados.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	4,26	2,41	0,85
Porcentagem de variação	53,20	30,10	10,70
Porcentagem acumulada	53,20	83,30	94,00

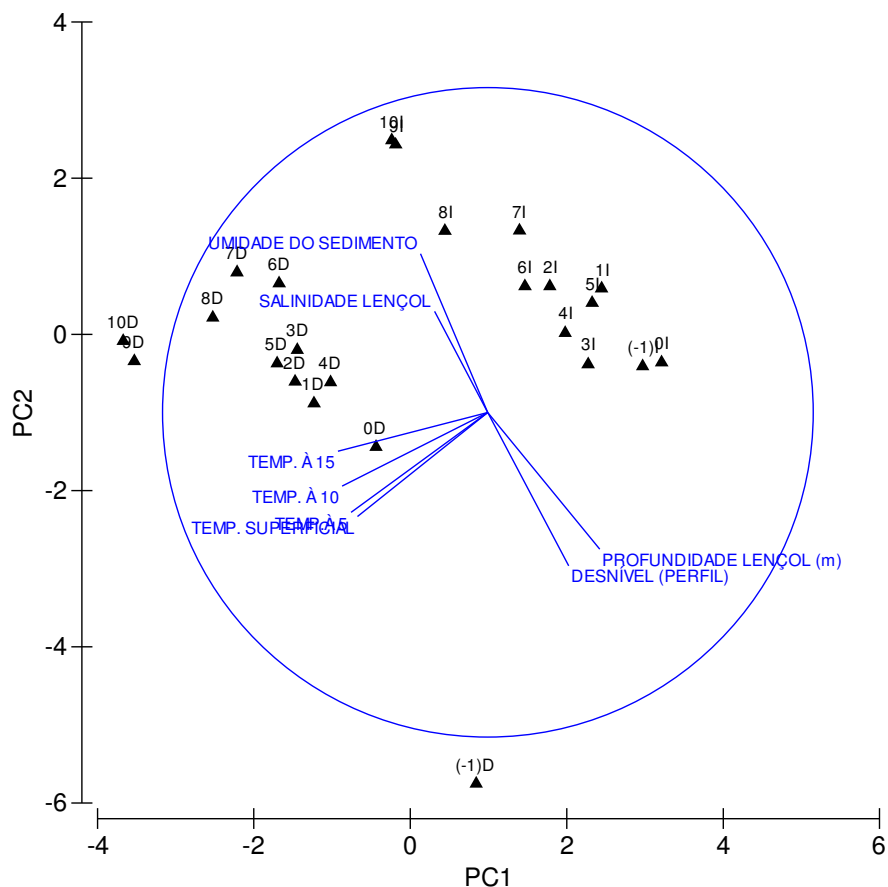


Figura 12. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise dos Componentes Principais (PCA) apresentando o grau de influência das variáveis abióticas nas duas praias amostradas, no inverno. I-intermediária; D- dissipativa.

Da mesma forma, no verão, o PCA mostrou que 86,3 % da variação foi explicada pelos dois primeiros eixos (Tab.6). Os mesmos parâmetros de inverno estiveram associados às respectivas regiões dos dois eixos (Fig.13).

A maioria dos pontos de amostragem da Praia Intermediária ficou localizada na região positiva do primeiro eixo, e foi melhor explicada pela umidade do sedimento enquanto que a maioria dos pontos da Praia Dissipativa ficou localizada na região negativa do primeiro eixo, e foi melhor explicada pelas oscilações da salinidade do lençol freático e da temperatura do sedimento. Deve-se observar também a influência negativa dos vetores opostos aos pontos de amostragem de cada praia estudada.

Tabela 6. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Autovalores, variações total e acumulada para os três principais eixos obtidos pelo PCA no verão, realizada com os dados standardizados.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	5,23	1,68	0,54
Porcentagem de variação	65,30	21	6,80
Porcentagem acumulada	65,30	86,30	93,10

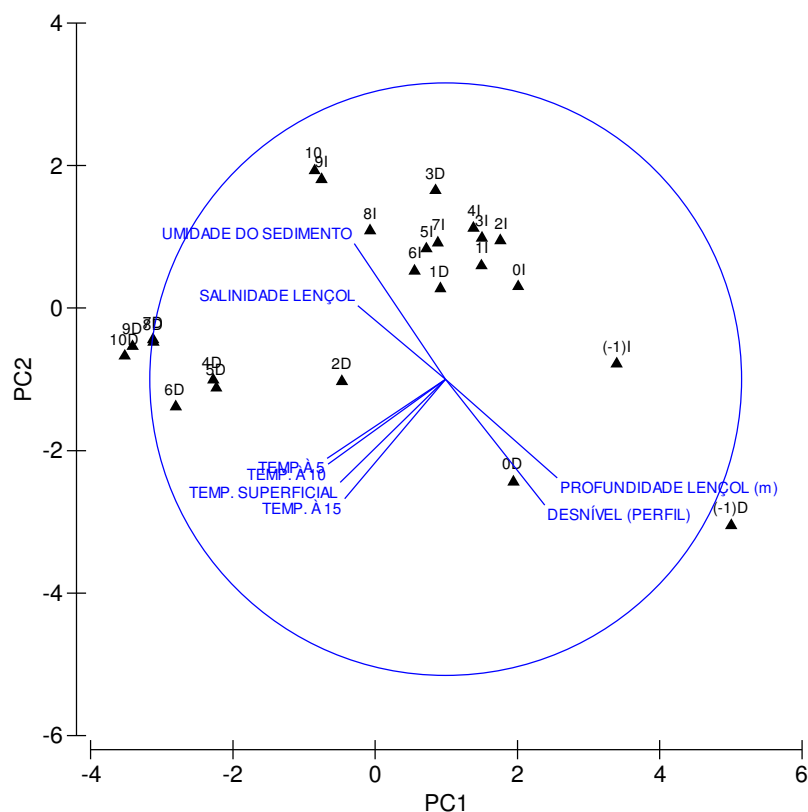


Figura 13. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise dos Componentes Principais (PCA) apresentando o grau de influência das variáveis abióticas nas duas praias amostradas, no verão. I-intermediária; D- dissipativa.

Descritores da comunidade da macrofauna bentônica

Foram coletadas 36 amostras biológicas em cada praia nas duas estações climáticas, totalizando 144 amostras, abrangendo uma área total de 7,2 m².

Os grupos taxonômicos mais numerosos da macrofauna foram os poliquetas, seguidos dos anfípodos e isópodos nas duas praias. Foram identificados 15 táxons, dos quais apenas uma espécie a nível de gênero e outra a nível de família (Tab. 7).

Destas espécies, dez estiveram presentes em ambas as praias, três exclusivamente na Intermediária – *B. caribaeum*, *Capitella sp.* e *H.cinerea*, e duas exclusivamente na Dissipativa – *A. paretii* e a larva de Elateridae. A maioria das espécies mais numerosas ocorreu em ambas as estações climáticas, nas duas praias.

No inverno, a densidade total foi de 771,11 ind.m⁻² na praia Intermediária e 355 ind.m⁻² na Dissipativa. No verão, a densidade foi 1621,11 ind.m⁻² na Intermediária e 2018,88 ind.m⁻² na Dissipativa.

O poliqueta *S. goodbodyi*, o anfípodo *P. orensanzi* e o isópodo *E. armata* foram as espécies de maior densidade nas duas praias amostradas, em ambas as estações climáticas.

A Praia Intermediária apresentou a maior riqueza (12 espécies) no inverno e a menor no verão (8 espécies). Por outro lado, o maior diversidade de Shannon-Winner (1,37) foi observado no inverno da Dissipativa, e a menor (0,63), no verão da mesma praia.

Tabela 7. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Composição de espécies, densidade absoluta, riqueza e diversidade da fauna nas praias analisadas.

	Intermediária		Dissipativa	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Anomura				
<i>Albunea paretii</i> Guérin-Méneville, 1853	0	0	1,67	0
Cephalochordata				
<i>Branchiostoma caribaeum</i> Sundevall, 1853.	0,56	0	0	0
Amphipoda				
<i>Atlantorchestia brasiliensis</i>	0	1,11	0,56	1,67
<i>Vadosiapus copacabanus</i> Barnard & Thomas, 1988.	1,11	0	9,44	0
<i>Puelche orensanzi</i> Barnard e Clark, 1982	381,11	306,11	97,78	297,22
Isopoda				
<i>Exciorolana armata</i> (Dana, 1853)	39,44	161,11	13,33	62,22
<i>Tholozodium rhombofrontalis</i> (Giambiagi, 1922)	11,67	23,89	11,11	9,44
Polychaeta				
<i>Capitella</i> sp. (Fabricius, 1740)	0,56	0	0	0
<i>Euzonus furciferus</i> (Ehlers, 1897)	4,44	5,56	6,67	7,78
<i>Glycinde multidentis</i> Muller, 1858	0,56	2,22	0	0,56
<i>Scolecopsis goodbodyi</i> (Jones, 1962)	311,11	1120,56	185,56	1634,44
Bivalve				
<i>Donax hanleyanus</i> Philippi, 1842	10	0,56	25	4,44
Gastropoda				
<i>Hastula cinerea</i> (Born, 1778)	3,33	0	0	0
Mysidacea				
<i>Metamysidopsis neritica</i> Bond-Buckup and Tavares, 1992	7,22	0	3,33	0
Coleoptera (Elateridae)				
larva	0	0	0,56	1,11
Densidade (N° de ind.m⁻²)	771,11	1621,11	355	2018,88
Riqueza (N° de espécies)	12	8	11	9
Diversidade de Shannon-Winner	1,11	0,90	1,37	0,63

A densidade apresentou maiores valores no verão enquanto que a diversidade a no inverno respectivamente.

A Intermediária apresentou 12 espécies enquanto que a Dissipativa 11, no inverno. No verão, essa relação mudou para 8 e 9 respectivamente.

Variabilidade espacial e temporal das espécies

A distribuição das espécies dominantes no inverno está representada na Figura 14. *E. armata* dominou no mesolitoral superior, enquanto *P. orensanzi* no mesolitoral médio e inferior, e *S. goodbodyi*, o mesolitoral inferior da Praia Intermediária. Por outro lado, na Dissipativa, *D. hanleyanus* dominou no limite entre o mesolitoral inferior e o infralitoral, *P. orensanzi* no mesolitoral superior e nas faixas próximas à linha d'água e *S. goodbodyi* nos pontos 2 e 3 da transecção; *V. copacabanus* mostrou uma distribuição irregular desde o ponto 1 até o infralitoral.

Quanto às demais espécies, observou-se uma tendência de algumas se concentrarem nos pontos mais próximos da água do mar, como é o caso de *G. multidentis*, *Capitella sp.*, *M. neritica*, *D. hanleyanus*, *H. cinerea*, *B. lanceolatum* e *V. copacabanus*, na Praia Intermediária; e *M. neritica*, *D. hanleyanus* e *V. copacabanus* na Dissipativa. Assim como existem outras que se concentram nos pontos mais altos, próximos à restinga, como é o caso da larva de coleóptera, *A. braziliensis* e *E. armata* na praia Dissipativa. *E. furciferus* e *T. rhombofrontalis* foram as espécies que se concentraram no mesolitoral de ambas as praias.

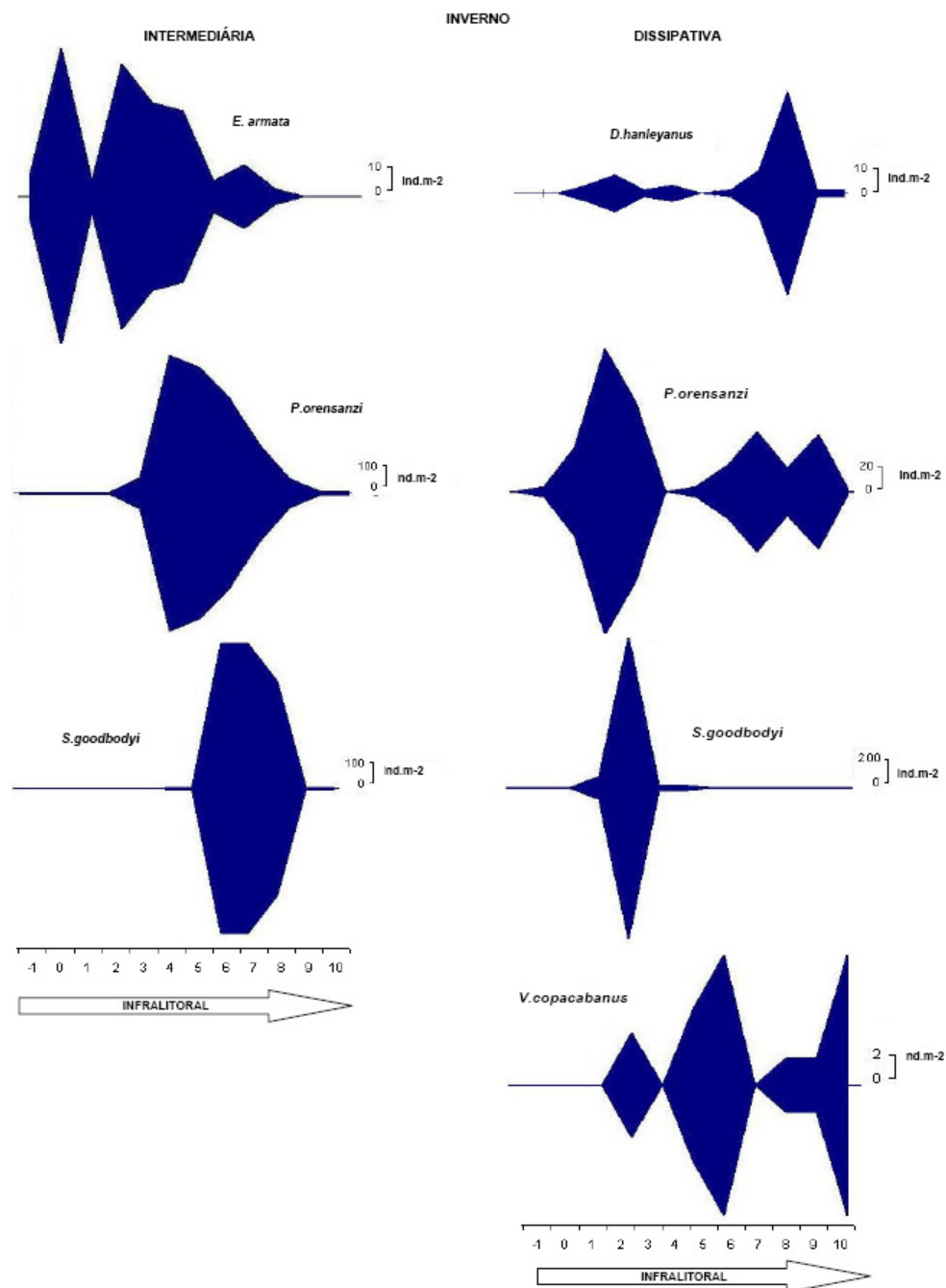


Figura 14. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Padrão de distribuição espacial das espécies dominantes nas praias analisadas, no inverno.

No verão, *E. armata* apresentou distribuição ao longo do mesolitoral da Intermediária, porém na Dissipativa restringiu-se aos pontos do mesolitoral superior. *P. orensanzi* apresentou picos de densidade no mesolitoral inferior da Intermediária e na Dissipativa, apresentou picos no mesolitoral superior e próximo ao infralitoral. Altas densidades de *S. goodbodyi* foram registradas nos pontos do mesolitoral inferior e próximo ao infralitoral, enquanto que na Dissipativa, ao longo de todo mesolitoral e próximo ao infralitoral (Fig. 15).

As demais espécies, observa-se uma tendência de algumas se concentrarem nos pontos mais próximos da água do mar, como é o caso de *G. multidentis* e *D. hanleyanus* em ambas as praias. Assim como existem outras que tendem a se concentrar nos pontos mais altos, próximos à restinga, como é o caso de *A. braziliensis* na praia Intermediária, e na Dissipativa, além dessa, a larva de coleóptera. *E. furciferus* e *T. rhombofrontalis* foram novamente as espécies que se concentraram no mesolitoral em ambas as praias.

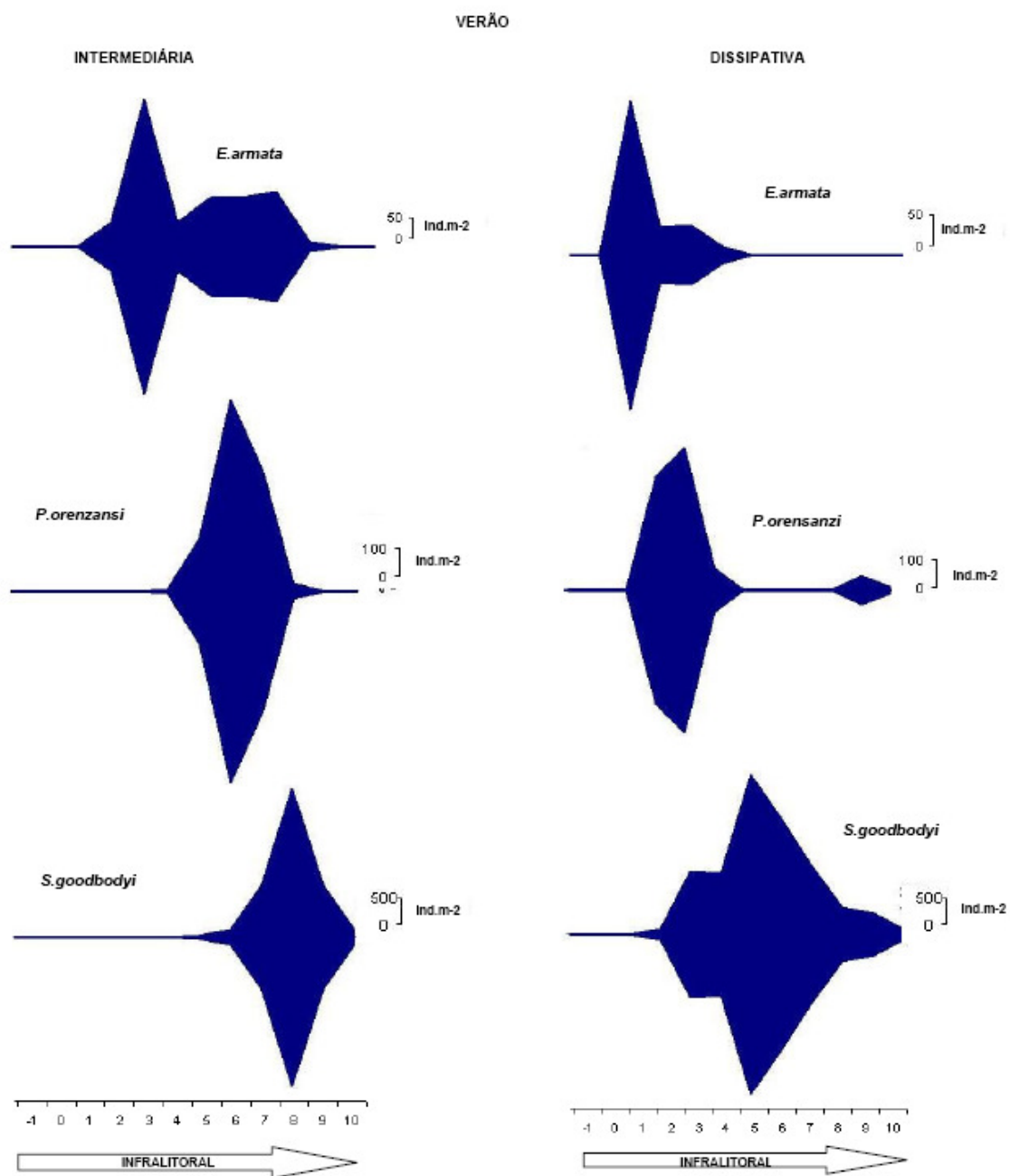


Figura 15. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Padrão de distribuição espacial das espécies dominantes nas praias analisadas, no verão.

De uma forma geral, o padrão de distribuição da macrofauna ao longo das praias foi estabelecido pelas espécies dominantes e representado na Figura 16. No inverno, observa-se a ocorrência de maiores densidades no mesolitoral inferior e próximo ao infralitoral na praia Intermediária enquanto que na Dissipativa, no mesolitoral superior, mais afastadas da água do mar. No

verão, o padrão é semelhante na Intermediária, com picos de densidades no mesolitoral inferior, porém apresentando as maiores densidades próximo ao infralitoral, na praia Intermediária. Na Dissipativa, observa-se uma distribuição ao longo de toda a praia, com picos de densidade no mesolitoral (superior e inferior), até próximas à água do mar.

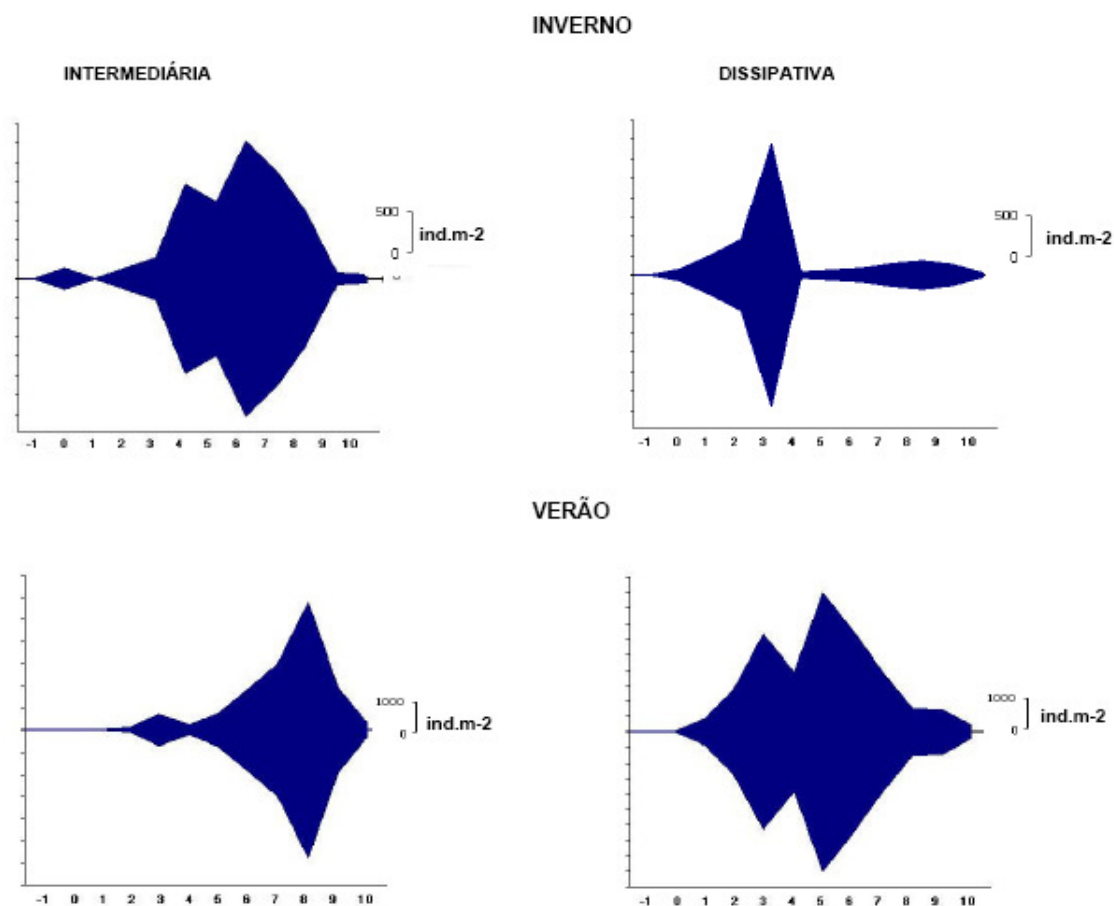


Figura 16. *Kite diagrams* mostrando o padrão de distribuição geral das espécies, levando em consideração a densidade total dos organismos.

Análise de proximidade

A Análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional (n-MDS) indicou para o inverno que os pontos de amostragem das duas praias não se distinguiram de uma maneira clara, em grupos de similaridade, ou seja, não houve a separação evidente de grupos distintos de pontos similares levando em consideração a presença e a densidade das espécies, o que mostra um

alto grau de similaridade entre das duas praias. A Análise de Similaridade (ANOSIM) confirma essa similaridade, apresentando um nível de significância de 9,1% (Tab. 8).

Entretanto, levando em consideração a presença de espécies em comum nos pontos de amostragem, foi possível verificar a existência de quatro grupos de similaridade nas duas praias, no inverno: O Grupo A devido à presença do poliqueta *S. goodbodyi*, o Grupo B pelo anfípode *P.orensanzi*, o Grupo C pela presença destas duas espécies e o Grupo D pela ausência de espécies (Fig.17).

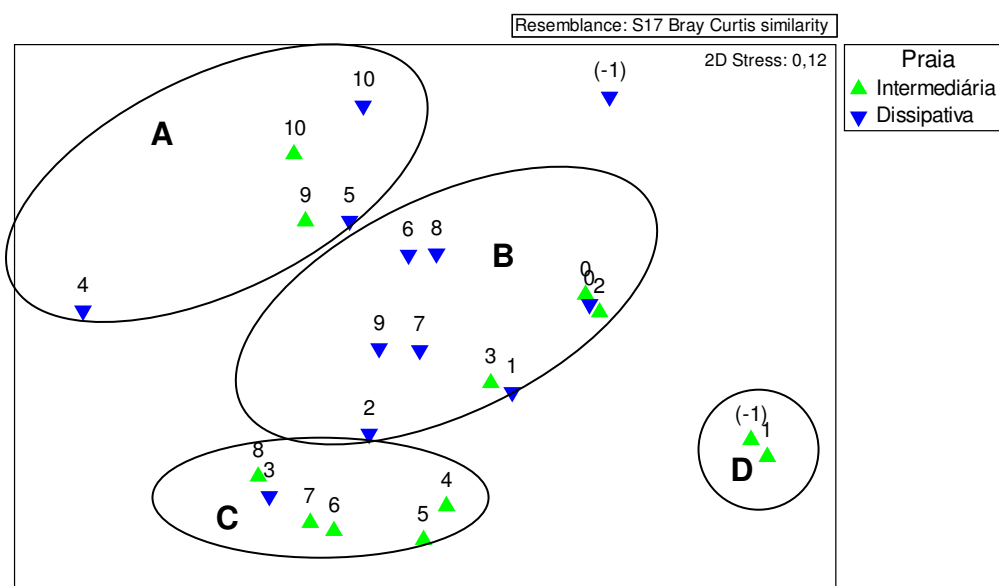


Figura 17. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional apresentando quatro grupos de similaridade entre os pontos de amostragem das duas praias, no inverno.

Tabela 8. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Estatística da Análise de Similaridade (ANOSIM – One way, com Fator Praias: intermediária e dissipativa), com o valor do nível de significância da similaridade (%) entre os pontos de amostragem das praias, no inverno (Nível de significância <5%).

R	Nível de significância	Permutações realizadas
0,079	9,1%	999

O n-MDS que representou no inverno a similaridade entre as espécies, levando em consideração apenas a presença nas duas praias, indicou uma distinção mais clara entre grupos semelhantes. O ANOSIM confirma essa similaridade apresentando o nível de significância para o grupo Intermediária, Dissipativa de 20%. Esses grupos individuais (Intermediária, Dissipativa)

comparados ao grupo Intermediária e Dissipativa apresentaram diferenças, conforme os níveis de significância expressos na Tabela 9, de 1,8 e 0,2 respectivamente. Isso mostra e reforça a existência de espécies exclusivas da Praia Intermediária e outras exclusivas da Dissipativa. Desta forma, observou-se um grupo de espécies que apareceu somente na Intermediária, composto por *H. cinerea*, *B. lanceolatum*, *Capitella sp.* e *G. multidentis*, um segundo grupo de ocorrência exclusiva na Dissipativa, composto por *A. paretii*, *A. braziliensis* e larva de coleóptera, e um terceiro grupo formado por espécies registradas em ambas as praias - *V. copacabanus*, *P. orensanzi*, *E. armata*, *E. furciferus*, *T. rhombofrontalis*, *S. goodbodyi*, *M. neritica* e *D. hanleyanus* (Fig.18).

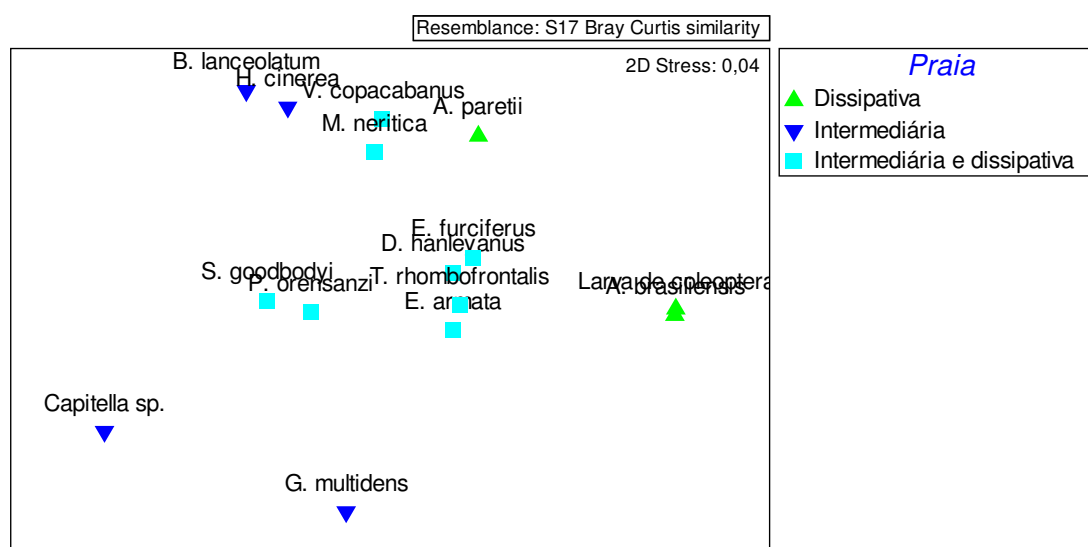


Figura 18. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional apresentando os grupos de similaridade, com base nos pontos de amostragem das duas praias, no inverno.

Tabela 9. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Estatística da Análise de Similaridade (ANOSIM – *One way*, com Fator Praias: intermediária e dissipativa), com o valor do nível de significância (%) da similaridade entre as espécies das praias amostradas no inverno (Nível de significância <5%).

Grupos	R	Nível de significância (%)	Permutações realizadas	Obs.
Intermediária,Dissipativa	0,222	20	35	7
Intermediária, Intermediária e Dissipativa	0,586	1,8	165	3
Dissipativa, Intermediária e Dissipativa	0,559	0,2	495	1

No verão, o n-MDS novamente indicou que os pontos de amostragem das duas praias não se distinguiram de uma maneira clara, em grupos de similaridade, ou seja, não houve qualquer evidência de separação de grupos de pontos similares levando em consideração a presença e a densidade das espécies. O ANOSIM confirma essa similaridade, apresentando um nível de significância de 27,4% (Tab. 10). Entretanto foi possível verificar a existência de um grande grupo de similaridade (Grupo A), devido à presença das espécies em comum, *E. armata* e *S. goodbodyi* na grande maioria dos pontos de amostragem das duas praias. O grupo B foi caracterizado pela ausência de espécies (Fig. 19). O menor número de grupos formados mostra um grau de similaridade maior entre as duas praias, em relação ao inverno.

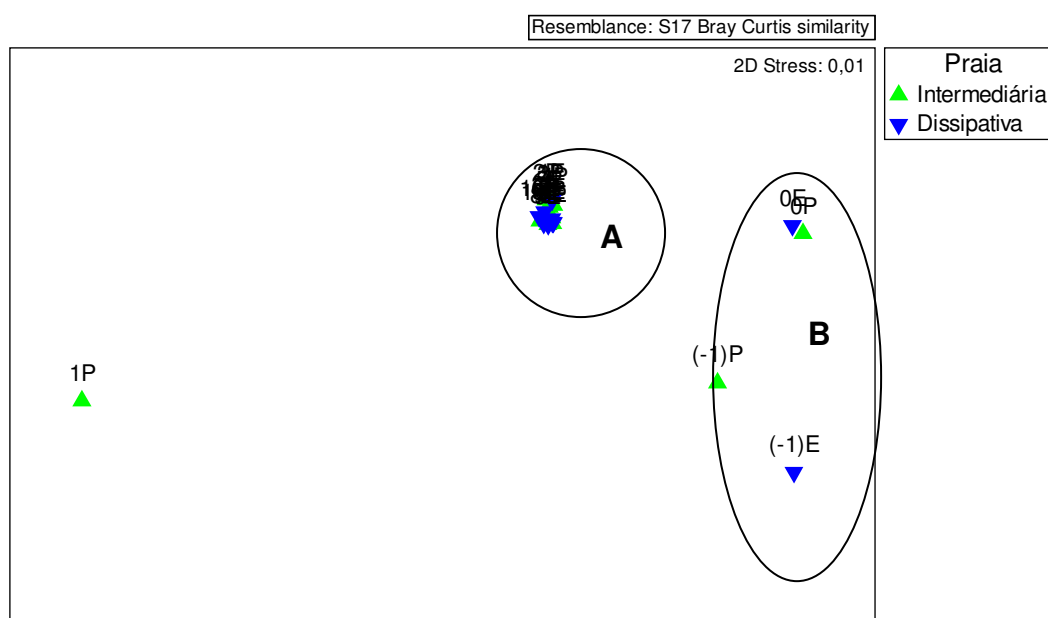


Figura 19. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional apresentando dois grupos de similaridade na comunidade, com base nos pontos de amostragem das duas praias, no verão.

Tabela 10. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Estatística da Análise de Similaridade (ANOSIM – One way, com Fator Praias: intermediária e dissipativa), com o valor do nível de significância (%) da similaridade entre os pontos de amostragem das praias, no verão (Nível de significância <5%).

R	Nível de significância	Permutações realizadas
0,016	27,4%	999

O n-MDS que representou a similaridade entre as espécies das duas praias, no verão, indicou novamente uma distinção de grupos semelhantes (Fig. 20). O ANOSIM confirma essa similaridade, através de um nível de significância de 22,2% (Tab. 11). Um grupo apareceu somente na Praia

Dissipativa e foi composto pela larva de coleóptera somente, e o outro, apareceu em ambas as praias e foi composto por *A. brasiliensis*, *S. goodbodyi*, *P. orensanzi*, *E. armata*, *D. hanleyanus*, *G. multidentis*, *T. rhombofrontalis* e *E. furciferus* (Fig. 29). Não houve a formação de grupos exclusivos da Praia Intermediária nessa estação climática.

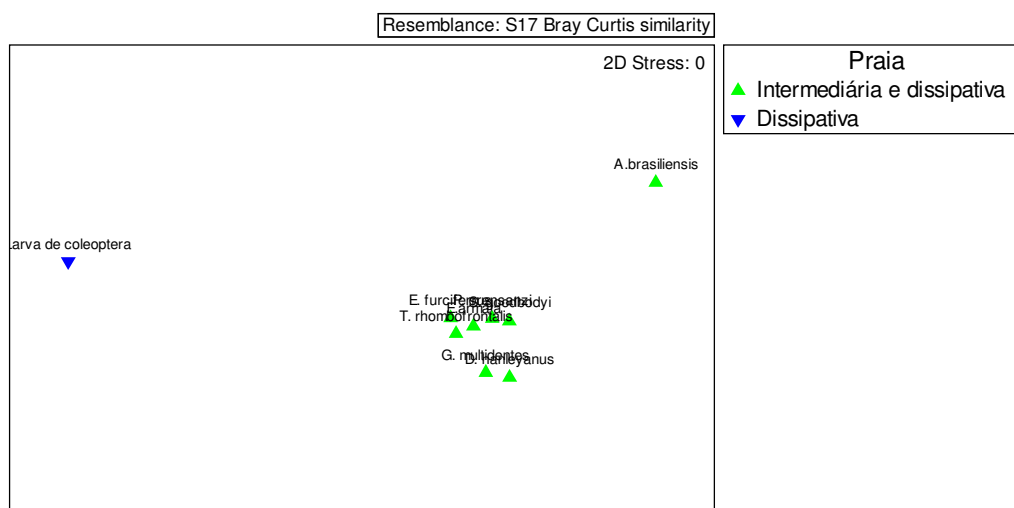


Figura 20. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional apresentando os grupos de similaridade, com base nas espécies em das duas praias, no verão.

Tabela 11. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Estatística da Análise de Similaridade (ANOSIM – One way, com Fator Praias: intermediária e dissipativa), com o valor do nível de significância (%) da similaridade entre os pontos de amostragem e as praias amostradas no verão (Nível de significância <5%).

R	Nível de significância	Permutações realizadas
0,607	22,2%	9

Análise de similaridade e dissimilaridade

As Tabelas 12, 13 e 14 apresentam os valores médios de abundância e de similaridade das espécies mais numerosas, bem como as porcentagens de contribuição específica e acumulativa de cada uma, para o cálculo da similaridade e dissimilaridade médias de cada praia nas duas estações climáticas.

No inverno, o anfípode *P. orensanzi*, contribuiu com 41,78%, o isópode *E. armata*, com 31,26%, e o poliqueta *S. goodbodyi*, com 18,95% na Praia Intermediária. Juntos, eles representaram um acumulado de 92,00% do total de espécies encontradas para essa praia. Já na Dissipativa, os anfípodas *P. orensanzi* e *V. copacabanus*, contribuíram com 61,6% e 10,81%

respectivamente, o bivalve *D. hanleyanus*, com 14,44% e o poliqueta *Scolelepis goodbodyi*, com 7,74%. Juntos, eles representaram 94,59% do total de espécies (Tab. 12).

Tabela 12. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Teste SIMPER, mostrando a % de contribuição das espécies dominantes da macrofauna para a similaridade entre as praias no verão.

Praia	Espécies	Abundância média	Similaridade média	Contribuição (%)	Acumulativa (%)
Intermediária	<i>Puelche orensanzi</i>	381,11	6,95	41,78	41,78
	<i>Excirolana armata</i>	39,44	5,20	31,26	73,05
	<i>Scolelepis goodbodyi</i>	311,11	3,15	18,95	92,00
Dissipativa	<i>Puelche orensanzi</i>	97,78	11,99	61,60	61,60
	<i>Donax hanleyanus</i>	25,00	2,81	14,44	76,04
	<i>Vadosiapus copacabanus</i>	9,44	2,11	10,81	86,85
	<i>Scolelepis goodbodyi</i>	185,56	1,51	7,74	94,59

No verão, o poliqueta *S. goodbodyi* contribuiu com 41,98%, o isópode *E. armata*, com 39,17%, e o anfípode *P. orensanzi*, com 13,03%, na Intermediária. Juntos, eles representaram um acumulado de 94,17% do total de espécies encontradas para essa praia. Já na Dissipativa, somente o poliqueta *S. goodbodyi* representou 90,99% do total de espécies (Tab. 13).

Tabela 13. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Teste SIMPER, mostrando a % de contribuição das espécies dominantes da macrofauna para a similaridade entre as praias no verão.

Praia	Espécies	Abundância média	Similaridade média	Contribuição (%)	Acumulativa (%)
Intermediária	<i>Scolelepis goodbodyi</i>	1120,56	4,69	41,98	41,98
	<i>Excirolana armata</i>	161,11	4,38	39,17	81,14
	<i>Puelche orensanzi</i>	306,11	1,46	13,03	94,17
Dissipativa	<i>Scolelepis goodbodyi</i>	1634,44	20,15	90,99	90,99

Com relação à dissimilaridade, as principais espécies que contribuíram para esse índice estão apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Teste SIMPER, mostrando a % de contribuição das espécies dominantes da macrofauna para a dissimilaridade entre as praias no verão.

Praia	Estação climática	Espécies	Abundância média	Abundância média	Dissimilaridade	Contribuição (%)	Acumulativa (%)
Intermediária e Dissipativa	Inverno	<i>Puelche orensanzi</i>	381,11	97,78	31,17	36,34	36,34
		<i>Scolelepis goodbodyi</i>	311,11	185,56	24,48	28,55	64,89
		<i>Excirolana armata</i>	39,44	13,33	11,37	13,25	78,14
		<i>Donax hanleyanus</i>	10	25	5,33	6,22	84,36
		<i>Vadosiapus copacabanus</i>	1,11	9,44	3,42	3,98	88,35
		<i>Metamysidopsis neritica</i>	7,22	3,33	3,09	3,6	91,95
	Verão	<i>Scolelepis goodbodyi</i>	1120,56	1634,44	49,4	59,55	59,55
		<i>Puelche orensanzi</i>	306,11	297,22	14,88	17,93	77,48
		<i>Excirolana armata</i>	161,11	62,22	11,66	14,06	91,54

DISCUSSÃO

Vários estudos apontam o perfil topográfico praias como uma das variáveis físicas que influenciam os principais descritores da comunidade da macrofauna bentônica de praias arenosas. Por exemplo, McLachlan et al. (1993) propuseram que perfis mais íngremes das praias determinam uma redução progressiva na diversidade e abundância da macrofauna e podem causar, em situações extremas, a completa exclusão de espécies no entremarés (*Swash Exclusion Hypothesis*). Além disso, Defeo & Martinez (2003) postularam que em praias refletivas, geralmente de perfis mais íngremes, o ambiente mais árduo força organismos a dedicar mais tempo e energia na sua manutenção, resultando em altas taxas de mortalidade (*Habitat Harshness Hypothesis*). Da mesma forma, Brazeiro (2001), através de um estudo de dois anos em 12 praias chilenas, observou que a riqueza diminuiu significativamente com o aumento da inclinação da praia, e propôs que não somente um, mas vários fatores controlam a comunidade da macrofauna bentônica (*Hypothesis of Multicausal Environmental Severity*). No presente estudo, a Praia Intermediária mostrou um perfil topográfico mais íngreme, e a Dissipativa, com um perfil mais suave. Os padrões acima citados foram observados nas praias amostradas somente no verão, quando a praia Intermediária apresentou valores de densidade e riqueza menores, porém, de diversidade maior do que a Dissipativa (vide Tab. 7). A diferença visível entre os perfis pode ser atribuída à existência de uma forte correnteza proveniente da Gamboa do Perequê, podendo ser a causa do perfil mais íngreme da Intermediária.

A literatura não apresenta freqüentemente estudos específicos sobre a influência da profundidade do lençol freático nos descritores da comunidade da macrofauna bentônica e uma comparação nesse sentido com outras praias tornou-se inviável. Borzone et al. (1997 e 2003) levaram em consideração a profundidade do lençol como uma das variáveis abióticas a serem analisadas, porém, não inferiram influência direta sobre os descritores da comunidade. Observa-se que a profundidade do lençol freático na praia intermediária de Pontal do Sul (PR) (Site A), analisada por Borzone et al. (2003), foi menor em relação ao encontrado no inverno da Intermediária do presente estudo, e

apresentou uma densidade total maior (1130 ind.m^{-2}), mostrando uma possível influência dessa variável especificamente nesse descritor. Da mesma forma, no presente estudo, esse padrão foi observado na Intermediária no inverno, onde a água do lençol freático esteve mais acessível às espécies, apresentando maiores densidades que a Dissipativa para mesma estação climática. Sendo assim, como os demais descritores das comunidades (riqueza e diversidade) do presente estudo não mostraram qualquer evidência de que a profundidade do lençol freático tenha exercido alguma influência direta em seus valores acredita-se que a umidade existente no sedimento foi suficiente para evitar eventuais dessecações, sem a necessidade de gastos adicionais de energia na busca deste recurso no lençol freático.

Poucas espécies ocorrem em áreas de grande oscilação de salinidade da água intersticial, por outro lado, densidades altas ocorrem onde a taxa de variação da mesma é baixa (Johnson, 1967). No presente estudo, a salinidade intersticial variou numa amplitude de 14 unidades na Praia Intermediária (média de $24,4 \pm 5,75$) e de 11 unidades na Dissipativa (média de $24,77 \pm 5,09$). Por outro lado, embora as altas salinidades tenham ocorrido nos pontos próximos ao infralitoral, aquelas observadas nos pontos 1 e 2 da Protegida no inverno (30 e 33) podem ter sido consequência da retenção da água do mar entre os grãos de areia, sem sofrer diluição, uma vez que, nesta estação do ano as chuvas são menos freqüentes (vide anexo Tabs. 18 e 19). A salinidade intersticial foi maior na Dissipativa possivelmente devido à maior influência marinha nesse ambiente.

Segundo Lercari & Defeo (2006) e Lepka (2004), os índices dos descritores da macrofauna diminuem à medida que as águas se tornam menos salinas e as variações na salinidade e na temperatura na zona entremarés constituem o maior obstáculo para a distribuição de espécies marinhas em ambientes protegidos. Para o presente estudo, no inverno, a salinidade não apresentou variação alguma entre as praias amostradas, sendo, portanto, difícil de se estabelecer algum padrão. Somente no verão, foi possível observar uma redução na densidade e riqueza de acordo com a redução da salinidade da Praia Dissipativa para Intermediária.

A granulometria tem sido apontada como a principal característica sedimentológica na distribuição da macrofauna de praias de outros locais

(Defeo et al., 1992; Jaramillo & McLachlan, 1993; Brazeiro, 1999; Rodil & Lastra, 2004; McLachlan & Dorvlo, 2005; Rodil et al., 2006; Fernandes & Gomes, 2006 e Lercari & Defeo, 2006). Por outro lado, McLachlan (1990) e McLachlan et al (1993) subestimaram essa característica, principalmente quanto ao papel do tamanho dos grãos no estabelecimento da riqueza de espécies ao longo de um gradiente morfodinâmico. Os autores sugeriram que os organismos de praias arenosas têm capacidade de viver em uma ampla gama de tamanhos de partículas encontradas na natureza e não somente na areia. Entretanto, mais tarde, Defeo et al. (1997) demonstraram experimentalmente que duas espécies de isópodos possuem uma amplitude ótima e outra restrita de sobrevivência. Adicionalmente, funções comportamentais, como cavar e se locomover, podem ser afetadas pelo tamanho médio de sedimento (Brown & McLachlan, 1990). Como a habilidade de um animal de praia arenosa de evitar predadores depende da taxa e capacidade de cavar e se enterrar, certamente, o tipo de sedimento pode alterar as taxas de mortalidade de algumas espécies e conseqüentemente sua densidade e distribuição. Em função da semelhança na composição granulométrica das duas praias analisadas no presente estudo, não foi possível identificar mudanças e tendências sazonais desta variável, porém, algumas inferências a respeito dos agentes de transporte e ambiente de deposição puderam ser feitas. As características do sedimento de ambas as praias refletiram a existência de alta energia e a presença de agentes de seleção, transporte e deposição do sedimento em ambas as estações climáticas: no caso da Praia Dissipativa, a constância das ondas, e no da Intermediária, mais uma vez, a intensidade da correnteza proveniente da Gamboa do Perequê. A manutenção das características granulométricas nas duas estações climáticas, para ambas as praias, permite sugerir que são ambientes altamente resilientes, em que as diferenças sazonais não foram suficientes para modificar o estado morfodinâmico das praias e, conseqüentemente, as suas características granulométricas. Desta forma, não se pôde inferir influência da granulometria nos diferentes valores de densidade, riqueza e diversidade, justamente devido à semelhança no tamanho e composição dos mesmos.

A literatura novamente não apresenta freqüentemente estudos específicos sobre a influência da temperatura do sedimento em diferentes

profundidades nos descritores da comunidade da macrofauna bentônica e uma comparação nesse sentido com outras praias tornou-se inviável. A temperatura do sedimento em diferentes profundidades foi um fator diferente entre as estações climáticas, o que de certa forma é óbvio, pois, no verão, as temperaturas tendem a ser maiores que no inverno. Desta forma, esta variável possivelmente esteve relacionada aos altos valores de riqueza e diversidade registrados no inverno e as altas densidades no verão em ambas as praias. As temperaturas médias do sedimento foram menores na Intermediária, em ambas as estações climáticas e em todas as profundidades amostradas, podendo ser explicadas pelo fato desta praia estar sob direta influência dos rios que desembocam na Gamboa do Perequê, cujas águas tendem a ser mais frias. Por outro lado, a maior estabilidade da temperatura do sedimento foi observada nesta mesma praia, o que pode explicar em parte, as maiores densidades e riqueza no inverno neste local.

A umidade do sedimento é uma característica que favorece os parâmetros biológicos das comunidades praias (Howard & Dorjes, 1972; Omenal & Amaral, 1997; Borzone et al. 2003). Além disso, uma granulometria fina favorece a retenção de água durante as marés baixas, promovendo o desenvolvimento de populações densas de poliquetas (Omena & Amaral, 2000 *apud* Omena & Amaral, 2003). No presente estudo, ambas as praias apresentaram populações densas de poliquetas, confirmando a alta capacidade deste substrato em reter a umidade.

Estudos demonstram que existe uma tendência generalizada de diminuição da densidade, riqueza e diversidade de praias dissipativas para as praias refletivas (McLachlan & Dorvlo, 2005; Brazeiro, 1999; McLachlan, 1990, Defeo et al., 1992; Lercari & Defeo, 2006). As praias do presente estudo apresentaram padrões morfodinâmicos diferentes entre si, mostrando pouca variação nos seus índices de energia entre as estações climáticas.

A Tabela 15 apresenta uma comparação dos principais descritores da comunidade da macrofauna bentônica de praias arenosas com diferentes estados morfodinâmicos, no sul e sudeste do Brasil. A maioria destes estudos foi realizada em praias expostas, das quais, as intermediárias e dissipativas apresentaram maiores densidades e riquezas que as refletivas.

As praias listadas nessa tabela, com exceção de Pontal-RJ, Tucuns-RJ, Foguete-RJ e Atami-PR, apresentaram maiores valores de densidade total no verão do que no inverno, o que foi corroborado pelo presente estudo. Valores de densidade total acima de 10.000 ind.m⁻² foram registrados somente no litoral do Rio Grande do Sul, enquanto os do presente estudo estão entre os menores e, portanto, mais próximos às praias do Rio de Janeiro. Esta grande amplitude de variação da densidade pode estar relacionada, aos diferentes esforços amostrais temporal e espacial, bem como da metodologia de coleta, da abrangência do local da mesma em relação ao nível da maré e, sobretudo, ao alto grau de influência hidrodinâmica sobre substratos inconsolidados.

A riqueza variou de 2 a 21 espécies, apresentando uma tendência de aumento no número de espécies à medida que a latitude do local da praia aumenta. Entretanto, a alta riqueza registrada na Praia de Barrancos-PR (Souza & Gianuca, 1995) pode ter sido uma consequência da abrangência das amostragens até níveis infralitorais.

A diversidade variou de 0,39 a 1,87, com índices mais altos na Praia de Atami-PR.

As espécies dominantes das praias estudadas no sul e sudeste do Brasil limitaram-se a 23 espécies: *Armandia sp.*, *Bathyporeiapus ruffoi*, *C. brasiliensis*, *Donax hanleyanus*, *Diopatra sp.*, *Exciroлана armata*, *E.braziliensis*, *Emerita brasiliensis*, *Euzonus furciferus*, *Glycera oxycephala*, *Mesodesma mactroides*, *Mellita quinquiesperforata*, *Metamysidopsis neritica*, *Puelche orensanzi*, *Platyichhnopidae*, *Puelche sp.*, *Puelche sp. A*, *Puelche sp.B*, *Strigilla carnaria*, *Scolelepis gaucha*, *S. goodbodyi*, *Tholozodium rhombofrontalis*, *Tharyx sp.* Pelo menos uma das espécies dominantes do presente estudo – a foi nas praias de outros estados, com exceção da Figueira do Pontal-SC. Este fato confirma a resiliência da macrofauna de praias já observada por outros autores (Fernandez & Gomes, 2006; Veloso et al., 2003, 2006; Neves & Bemvenuti, 2006; Pagliosa, 2006; Neves et al., 2007; Souza & Gianuca, 1995; Borzone & Souza, 1997; Borzone et al., 2003), pois algumas das espécies dominantes são comuns em uma extensão de mais de 1.500 km (distância entre o Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul).

Tabela 15. Quadro comparativo da morfodinâmica praias nas diferentes estações climáticas e dos principais descritores da comunidade da macrofauna bentônica das praias arenosas do sul e sudeste do Brasil.

Nº	Nome da Praia (coordenadas)	Morfodinamismo	Estação climática	Espécies dominantes	Espécies em comum com o presente estudo	Densidade (nºInd.m²)	Densidade Total (Ind.m²)	Riqueza	Diversidade	Autor e ano
1	Pontal-RJ (22º57'S,42º07'W)	Exposta/Dissipativa	Inverno	<i>S. goodbodyi</i> <i>E. brasiliensis</i> <i>E. armata</i>	<i>E. armata</i>	2400	7290	7	1,23	Fernandez & Gomes, 2006
					<i>D. hanleyanus</i>	5				
			<i>S. goodbodyi</i>		3140					
			Verão		<i>E. armata</i>	955	7140	6	1,05	
					<i>S. goodbodyi</i>	4545				
2	Costa Azul-RJ (22º52'S,42º05'W)	Exposta/Refletiva	Inverno	<i>E. brasiliensis</i> <i>E. brasiliensis</i> <i>D. hanleyanus</i>	<i>D. hanleyanus</i>	750	2740	8	1,47	
			Verão			700	3655	6	1,25	
3	Ipanema-RJ (22º59'S,43º12'W)	Refletiva	Inverno	<i>P. indica</i>	<i>D. hanleyanus</i>	-	10	2	0,56	Veloso et al., 2006
			Verão	<i>E. brasiliensis</i> <i>D. hanleyanus</i>		12,5	67,5	6	1,33	
4	Copacabana-RJ (22º58'S,43º'W)	Refletiva-Intermediária	Inverno	<i>E. brasiliensis</i>		2,5	12,5	4	1,33	
			Verão	<i>P. testacea</i>		2,5	31	5	1,36	
5	Barra (Reserva)-RJ (23º49'S,43º23'W)	Intermediária	Inverno	<i>E. brasiliensis</i> <i>P. brasiliensis</i>		5	435	5	0,95	
			Verão	<i>E. brasiliensis</i> <i>P. brasiliensis</i> <i>E. brasiliensis</i>	-	3690	0,55			
6	Urca-RJ (22º56'S,43º09'W)	Exposta/Refletiva	Inverno	<i>P. brasiliensis</i> <i>E. brasiliensis</i>	<i>E. armata</i>	0,6	78,8	8	1,45	Veloso et al., 2003
					<i>D. hanleyanus</i>	0,3				
			Verão		<i>E. armata</i>	0,4	543,2		0,54	
					<i>D. hanleyanus</i>	0,3				
7	Tucuns-RJ (22º47'S,41º55'W)	Exposta/Refletiva	Inverno	<i>E. brasiliensis</i>	<i>D. hanleyanus</i>	9,4	83,4	6	0,94	
			Verão	<i>P. brasiliensis</i>	<i>H. cinerea</i>	0,3	34,2	8	1,39	
					<i>D. hanleyanus</i>	6,3				
8	Foguete-RJ (22º55'S,42º02'W)	Exposta/Refletiva	Inverno	<i>E. brasiliensis</i> <i>E. brasiliensis</i>	<i>D. hanleyanus</i>	2,2	755,9	6	0,39	
					Verão	<i>E. furciferus</i>	12,8	194,8	8	0,82
			<i>S. goodbodyi</i>			6,8				
					<i>D. hanleyanus</i>	1,7				

Nº	Nome da Praia (coordenadas)	Morfodinamismo	Estação climática	Espécies dominantes	Espécies em comum com o presente estudo	Densidade (nºInd,m²)	Densidade Total (Ind.m²)	Riqueza	Diversidade	Autor e ano
9	Itacuruçá - Ilha do Cardoso-SP	Protegida / Intermediária (25°03' S,47°54'W)	Inverno	<i>P.orensanzi</i> <i>S. goodbodyi</i>	-	-	771,11	12	1,11	Dados presentes
			Verão	<i>E. armata</i>			1621,11	8	0,90	
		Exposta / Dissipativa (25°04'S,47°54"W)	Inverno	<i>S. goodbodyi</i> <i>P.orensanzi</i>			355	11	1,37	
			Verão	<i>S. goodbodyi</i> <i>P.orensanzi</i> <i>E. armata</i>			2018,88	9	0,63	
10	Barrancos-PR (25°57'S,48°24'W)	Exposta/Dissipativa	Setembro (inverno)	<i>E. furciferus</i> <i>T.rhombofrontalis</i> <i>S. goodbodyi</i>	<i>T.rhombofrontalis</i>	69,97	356,26	21	-	Souza & Gianuca, 1995
					<i>E. armata</i>	18,67				
					<i>E. furciferus</i>	111,82				
					<i>D. hanleyanus</i>	1,65				
			Janeiro (Verão)	<i>S. goodbodyi</i> <i>T. rhombofrontalis</i>	<i>T.rhombofrontalis</i>	80,14	489,36	12	-	
					<i>E. armata</i>	40,89				
					<i>E. furciferus</i>	47,99				
					<i>D. hanleyanus</i>	4,96				
11	Atami-PR (25°35'S,48°22'W)	Exposta/Dissipativa	Inverno	<i>Puelche sp.A</i> <i>B.ruffoi</i> <i>Puelche sp.B</i> <i>E. furciferus</i>	<i>S. goodbodyi</i>	575	3250,91	16	1,69	Borzzone & Souza, 1997
					<i>E. furciferus</i>	1383				
					<i>E. armata</i>	631				
					<i>T.rhombofrontalis</i>	164,54				
					<i>D. hanleyanus</i>	70,12				
		Exposta/ Intermediária	Verão	<i>M. quinqueperforata</i> <i>S. carnaria</i>	<i>S. goodbodyi</i>	479	1420,45	15	1,87	
					<i>E. furciferus</i>	142,68				
					<i>E. armata</i>	200,74				
					<i>T.rhombofrontalis</i>	331,50				
					<i>D. hanleyanus</i>	84,62				
12	Pontal do Sul-PR	Exposta (Site A)/ Intermediária (25°57'S,48°40'W)	Outubro	<i>E. armata</i> <i>S. goodbodyi</i> <i>B.ruffoi</i> <i>M.neritica</i> <i>E.furciferus</i> <i>Puelche sp.</i>	<i>E. armata</i> <i>S. goodbodyi</i> <i>M.neritica</i> <i>E.furciferus</i>	-	~1130	7	~0,82±0,76	Borzzone et al., 2003

Nº	Nome da Praia (coordenadas)	Morfodinamismo	Estação climática	Espécies dominantes	Espécies em comum com o presente estudo	Densidade (nºInd,m²)	Densidade Total (Ind.m²)	Riqueza	Diversidade	Autor e ano	
12	Pontal do Sul-PR	Protegida (Site B)/ Refletiva (25º55'S,48º42'W)	Outubro	<i>E. armata</i> <i>S. goodbodyi</i> <i>B.ruffoi</i> <i>M.neritica</i> <i>T.rhombofrontalis</i> <i>Armandia sp.</i>	<i>M.neritica</i> <i>T.rhombofrontalis</i> <i>E. armata</i> <i>S. goodbodyi</i>	-	~24600	20	~1,29±0,54	Borzzone et al., 2003	
13	Figueira do Pontal-SC (26º11'S,48º36'W)	Protegida/refletivo- intermediário	Setembro (inverno)	<i>C. brasiliensis</i> , <i>Tharyx sp.</i> <i>Diopatra sp.</i> <i>G. oxycephala</i>	-	-	45750	14	-	Pagliosa, 2006	
14	Tramandaí-RS (30º00'S,50º07'W)	Exposta/Dissipativa	Abril	<i>D. hanleyanus</i> <i>E. armata</i>	<i>E. armata</i>	-	256,45	17	-	Neves & Bemvenuti,2006	
15	Harmonia-RS (29º54'S,50º05'W)	Exposta/Dissipativa			<i>S.gauchia</i>						<i>D. hanleyanus</i>
											<i>E. furciferus</i>
16	Jardim do Éden- RS (30º05'S,50º10'W)	Exposta/Dissipativa			<i>D. hanleyanus</i> <i>E. armata</i>						<i>P.orensazi</i>
				<i>E. armata</i>							
17	Cassino-RS (32º15'S,52º14'W)	Exposta/Intermediária		Inverno	<i>D. hanleyanus</i>						
			<i>E. furciferus</i>								
17	Cassino-RS (32º15'S,52º14'W)	Exposta/Intermediária	Verão	<i>E. armata</i>							
				<i>S. gaúcha</i>							
17	Cassino-RS (32º15'S,52º14'W)	Exposta/Intermediária	Verão	<i>M. mactroides</i>							
				<i>E. armata</i>							

Os crustáceos apresentaram a maior riqueza de espécies e os poliquetas, a maior densidade nas duas praias, assim como encontrado na maioria das praias do litoral paranaense (Souza & Gianuca, 1995; Borzone et al., 1996; Borzone & Souza, 1997; Barros et al., 2001). Dominância numérica de poliquetas, também, é conhecida em praias do litoral do Estado de São Paulo (Omena & Amaral, 1997 e 2003).

Dentre os crustáceos, a dominância do anfípodo *P. orensanzi* e do isópodo *E. armata* na Praia Intermediária do presente estudo, pode estar diretamente ligada à maior estabilidade morfodinâmica desta praia, longe da ação mecânica das ondas fortes. Por outro lado, o poliqueto *S. goodbodyi* apresentou-se em maiores densidades na Dissipativa, corroborando o encontrado nas praias expostas com características intermediárias a dissipativas do Estado do Paraná (Souza & Gianuca, 1995; Borzone et al., 1996; Borzone & Souza, 1997; Barros et al., 2001; Borzone et al., 2003). Das dez praias estudadas por Borzone et al. (1996), oito apresentaram a referida espécie como dominante.

A ocorrência de espécies somente em uma estação climática específica, como é o caso de *V. copacabanus* que foi registrado exclusivamente no verão, e *A. paretii*, *A. braziliensis*, *B. lanceolatum*, *Capitella sp.*, *H. cinerea* e *M. neritica*, somente no inverno, pode estar relacionada com o respectivo período de recrutamento (Souza & Gianuca, 1995).

As maiores densidades totais encontradas no verão, principalmente na praia Dissipativa, estão associadas à presença dominante de *S. goodbodyi* neste período. Martins (2007) e Souza & Gianuca (1995) também encontraram uma maior densidade de *S. goodbodyi* durante o verão e associaram ao recrutamento desta espécie durante este período. No entanto, a riqueza não apresentou diferença significativa entre verão e inverno. Essa semelhança observada, aliada à dominância de *S. goodbodyi* no verão influenciou os índices sazonais de diversidade (Shannon - Winner). No inverno, houve menor dominância de espécies, o que refletiu numa distribuição mais equitativa e maior diversidade de espécies.

Os trabalhos realizados no Paraná até 2003 classificaram todos os exemplares do gênero *Scolecopsis* encontrados como *S. squamata*, contudo, apenas recentemente esta situação foi reavaliada (MacCord & Amaral, 2007). Análises com duas populações de *Scolecopsis*, comumente classificadas no Brasil como *S. squamata*, revelou que estas são compostas por espécies diferentes: *S. goodbodyi* e

S. (cf.) chilensis. A espécie *S. goodbodyi* apresenta glândulas branquiais posicionadas na parte mediana ou subdistal da margem externa das brânquias, enquanto *S. squamata* não as possui (MacCord & Amaral, 2007).

É sabido que o anfípode *Atlantorchestia braziliensis* tem suas maiores densidades e ocorrências em praias refletivas (Defeo & Gómez, 2005). A ocorrência esporádica desta espécie no presente estudo pode estar relacionada à ausência desse tipo de praia na região selecionada, aliada ao aporte de material refratário devido à influência estuarina em ambas as praias estudadas. Este resultado, também, foi encontrado por Borzone et al. (1996); Barros et al. (2001), Souza & Gianuca (1995) e Aluizio (2007).

O gastrópode *Hastula cinerea* é uma espécie carnívora que se alimenta de poliquetas (Rios, 1994), sendo encontrado no presente estudo exclusivamente na praia Intermediária. Entretanto, ele é registrado também em praias dissipativas do Estado do Paraná (Souza & Gianuca, 1995; Borzone et al., 1996; Barros et al., 2001).

Esquemas de zonação propostos para explicar os padrões de distribuição da macrofauna ao longo das praias são ainda motivo de controvérsia, e um modelo ainda não foi encontrado (Rafaelli et al., 1991) e dificilmente vai existir. Um dos motivos é a metodologia de coleta que muitas vezes é pontual, como é o caso do presente projeto. O efeito de migrações sazonais e preferências dissimilares de algumas espécies podem ser mascarados por esse tipo de coleta instantânea sazonal (Brazeiro & Defeo, 1996).

O padrão de três zonas, nas duas praias e em ambas as estações climáticas, encontrado no presente estudo corrobora o descrito por Neves & Benvenuti (2006) e proposto originalmente por Dahl (1952). Embora a zona supralitoral e infralitoral deste último autor não tenham sido analisadas no presente estudo, o mesolitoral está bem caracterizado. Difere de Borzone & Souza (1997) que observaram um padrão de quatro zonas, proposto originalmente por Salvat (1964), e de Veloso et al. (2003), que apresentaram um padrão de apenas duas zonas, conforme proposto por Brown & McLachlan (1990).

Baseado na densidade das espécies do presente estudo, pode-se dizer que o mesolitoral superior de ambas as praias é caracterizado pela presença de *E. armata*, o médio pelo *P. orensanzi* e o inferior pelo *S. goodbodyi*, em ambas as estações do

ano, embora na Praia Exposta, este padrão não esteja muito claro no verão (vide Figs. 23 e 24).

Euzonus furciferus e *Excirolana armata* caracterizaram a zona do mesolitoral superior das praias estudadas, em ambas as estações climáticas, assim como o observado por Neves et al. (2007) na Praia do Cassino-RS. *D. hanleyanus* caracterizou a zona do mesolitoral inferior, de acordo com Neves et al. (2006) e Cardoso & Veloso (2003).

Os isópodes *Excirolana armata* e *Tholozodium rhombofrontalis* constituíram algumas das espécies mais freqüentes nesse estudo. De hábito carniceiro e escavadora especialista, *E. armata* é comumente restrita às praias dissipativas (Yannicelli et al. 2001, 2002) e, como um outro Cirolanidae congênere, *E. braziliensis*, às zonas intermediárias da praia (Veloso et al. 2003), o que foi corroborado pelo presente estudo. Quanto à *T. rhombofrontalis*, pouco se conhece da biologia desta espécie, mas ele parece seguir a mesma distribuição de *E. armata*. Tanto *E. armata* quanto *T. rhombofrontalis* são espécies características de zonas do mesolitoral superior em outras praias do Paraná (Souza & Gianuca 1995).

Algumas das espécies identificadas neste trabalho não são típicas da região onde foram encontradas, tais como *M. neritica*, *P. orensanzi* e *A. paretii*, encontrados ao longo do mesolitoral médio e superior, sendo característicos da zona próxima ao infralitoral (Barros et al. 2001). A presença destes organismos nessa região, ainda que em baixa densidade, se deu provavelmente pelo transporte passivo com a maré ou com o detrito, quando presente, antes de suas eventuais deposições.

A distribuição espacial das espécies dominantes ao longo das praias do presente estudo mostra uma possível repartição de recurso, no caso, de espaço. Nas duas praias e nas duas estações climáticas, estas espécies ocuparam predominantemente um dos terços da zona do mesolitoral, mostrando que, possivelmente, esta estratégia seja eficaz na redução da competição pelo referido recurso. As espécies pouco numerosas puderam compartilhar as mesmas faixas ao longo do mesolitoral.

As análises multivariadas reforçaram e evidenciaram que as variáveis abióticas tiveram influência, ainda que pequena, sobre as diferenças encontradas entre as duas praias.

O PCA, o qual relaciona apenas os fatores físicos, mostrou que as mesmas variáveis abióticas que no inverno discriminam as duas praias, o fizeram no verão.

Percebe-se que a umidade do sedimento foi a variável que mais influenciou a praia Intermediária e que a salinidade do lençol freático e temperatura do sedimento a diferentes profundidades foram as variáveis que mais influenciaram a Praia Dissipativa, em ambas as estações climáticas. Além disso, observou-se que essa análise apresentou uma segregação clara de grupos exclusivos da Praia Intermediária e grupos da Dissipativa. Uma comparação dos resultados obtidos com os de outros trabalhos fica comprometida pela ampla variação na seleção das variáveis abióticas analisadas e das ferramentas estatísticas selecionadas. Salinidade do lençol freático e temperatura do sedimento a diferentes profundidades são as variáveis dificilmente avaliadas.

Por outro lado, o MDS, que relaciona apenas as variáveis biológicas, mostrou um alto grau de similaridade entre as comunidades das duas praias, não evidenciando a segregação de grupos de similaridade específicos de cada praia.

Na comparação com as demais praias do sul e sudeste do Brasil, observou-se que os valores das variáveis biológicas são influenciados por fatores como a latitude e estado de conservação dos ecossistemas. A latitude foi analisada por McLachlan & Dorvlo (2007), os quais concluíram que a influência desse fator na densidade é fraca, porém no tamanho corpóreo dos indivíduos é significativa. O estado de conservação também foi avaliado por Veloso et al. (2006) e Martins (2007), os quais observaram a relação direta da conservação dos ambientes com os descritores das comunidades de macrofauna bentônica de praias arenosas.

As praias amostradas no presente estudo diferiram entre si em relação a maioria das principais variáveis abióticas analisadas, no caso, perfil topográfico, profundidade e salinidade do lençol freático, temperatura do sedimento nas diferentes profundidades e no estado morfodinâmico praias. Entretanto essas diferenças não foram suficientes para influenciar de maneira distinta os principais descritores da macrofauna bentônica nas praias analisadas.

Devido ao fato de muitas espécies da macrofauna de praias arenosas apresentarem uma alta plasticidade fisiológica, sendo capazes de viver em diferentes tipos de praias (Dugan et al., 1991, 1994, 2004; Gómez & Defeo, 1999), é irrelevante correlacionar diferenças nas comunidades com as variáveis abióticas, individualmente. Variações na estrutura da comunidade são mais fáceis e lógicas de serem visualizadas entre extremos morfodinâmicos (Veloso et al., 2003; Defeo & McLachlan, 2005; Mcardle & Mclachlan, 1992; Mclachlan & Dorvlo, 2005). Como

essas características extremas não foram observadas nas praias do presente estudo, padrões claros de influência das variáveis abióticas nos descritores da comunidade biológica também não foram registrados e a comparação entre esses ambientes foi limitada. Além disso, como as amostragens tiveram caráter pontual, tanto espacial quanto temporal, não se pôde inferir padrões ecológicos mas sim obter um retrato dos ambientes nos dias das coletas.

O uso de amostragens rápidas em ecologia de praias arenosas é amplamente criticado (Defeo & Rueda, 2002). O esforço amostral espacial considerado eficiente, é aquele que contempla um área superficial de amostragem de pelo menos 12 m², para garantir a presença de mais de 90% das espécies, representantes da comunidade macrobentônica de determinado local (Schoeman et al., 2003). Entretanto, para um diagnóstico rápido e pontual, dos padrões ecológicos em larga escala, amostragens intensas nas áreas selecionadas poderiam não ter sentido e comprometeriam o tempo de execução do projeto. Desta forma amostragens rápidas, cobrindo uma pequena amplitude de diferentes ambientes foi considerado o mais apropriado para esse diagnóstico proposto, ficando claro a necessidade de maior esforço espacial para diagnosticar a comunidade da melhor maneira.

Com relação ao esforço de amostragem temporal, não se deve caracterizar as estações de inverno e verão pelos resultados alcançados neste estudo, pois eles são pontuais e não contemplam uma continuidade dos dados para representar um diagnóstico das praias analisadas, mas sim um retrato da situação encontrada nos dias de coleta.

Estudos ecológicos posteriores são extremamente necessários para consolidar e melhor entender a dinâmica das associações bênticas macrofaunais entre as praias analisadas, tanto em larga como em pequena escala, aconselhando-se um estudo mensal de no mínimo um ano (Brazeiro & Defeo, 1996; Neves et al., 2007).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aluizio, Rodrigo. (2007). Análise comparativa da fauna associada às linhas de detritos em duas praias estuarinas da Ilha do Mel (Paraná-Brasil). Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Zoologia da UFPR. 60p.
- Amaral, A.C.Z. & Morgado, E.H. (1994). Efeitos da poluição de origem doméstica sobre a macrofauna benthica de praias do litoral paulista. II Congresso de Ecologia do Brasil **2**: 623.
- Bally, R. (1983). Intertidal zonation on sandy beaches of the west coast of South Africa. Cahiers de Biologie Marine **24**: 85-103.
- Barros, F., Borzone, C.A., Rosso, S. (2001). Macroinfauna of six beaches near Guaratuba bay, southern Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology **44** (4): 351–364.
- Borzone, C.A.; Souza, J.R.B.; Soares, A.G. (1996). Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. Revista Chilena de História Natural **69**: 567-577.
- Borzone, C.A.; Souza, J.R.B. (1997). Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. Oecologia Brasiliensis **3**:197-212.
- Borzone, C.A.; Melo, S.G.; Rezende, K.V.; Vale, R.; Krul, R. (2003). Macrobenthic intertidal communities from wave to tide dominated beach environments. A case study in two Brazilian beaches. Journal of Coastal Research **35**: 472-480.
- Brauko, M.K. (2008). Efeitos da passagem de sistemas frontais sobre a macrofauna benthica de praias arenosas do Paraná (Brasil). Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Zoologia da UFPR. 75p.
- Brazeiro, A. & O. Defeo (1996). Macroinfauna zonation in microtidal sandy beaches: is it possible to identify patterns in such variable environments? Estuarine, Coastal and Shelf Science **42**: 523-536.
- Brazeiro, A. & Defeo, O. (1999). Effects of harvesting and density dependence on the demography of sandy beach populations: the yellow clam *Mesodesma mactroides* of Uruguay. Marine Ecology Progress Series **182**: 127 – 135.
- Brazeiro, A. (2001). The relationship between species richness and morphodynamics in sandy beaches: which are the underlying factors? Marine Ecology Progress Series **224**:35–44.
- Brown, A.C.; McLachlan, A.M. (1990). Ecology of sandy shores. Amsterdam: Elsevier, 328p.

- Cardoso, R.S. & Veloso, V.G. (2003). Population dynamics and secondary production of the wedge clam *Donax hanleyanus* (Bivalvia: Donacidae) on a high-energy, subtropical beach of Brazil, Marine Biology **142**:153–162.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2ed. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory.
- Dahl, E. (1952). Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. Oikos **4**: 1-27.
- Dahlhoff, E. & B. A. Menge (1996). "Influence of phytoplankton concentration and wave expose on the ecophysiology of *Mytilus californianus*. Ecology **144**: 97-107
- De Grande, D.A. & Lopes, E.A. (1981). Plantas da Restinga da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil). Hoehnea **9**: 1-22.
- Dean, W. E. (1974). Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition; comparison with other methods. Journal of Sedimentary Research **44**(1): 242-248.
- Defeo, O.; Gómez, J.; Lercadi, D. (1992). Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. Marine Ecology Progress Series **212**: 159 – 170. 2001.
- Defeo, O.; Brazeiro, A.; de Alava, A.; Riestra, G. (1997). Is sandy beach macroinfauna only physically controlled? Role of substrate and competition in isopods. Estuarine and Coastal Shelf Science **45**:453-462.
- Defeo, O. & Martinez, G. (2003). The habitat harshness hypothesis revisited: life history of the isopod *Excirrolana brasiliensis* in sandy beaches with contrasting morphodynamics. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom **83**: 331 – 340.
- Defeo, O. & J. Gómez (2005). Morphodynamics and habitat safety in a sandy beaches: life-history adaptations in a supralittoral amphipod. Marine Ecology Progress Series **293**: 143-153.
- Defeo, O. & McLachlan, A. (2005). Patterns, process and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. Marine Ecology Progress Series **295**: 1-20.
- Degraer, S.; Mounton, I.; De Neve, L.; Vincx, M. (1999). Community structure and intertidal zonation of the macrobenthos on a macrotidal, ultra- dissipative sandy beach: summer-winter comparison. Estuaries **22** (38): 742-752.
- Dexter, D.M. (1992). Sandy beach community structure: the role of exposure and latitude. Journal of Biogeography **19**:59-66.

- Dugan, J. E., Hubbard, D. M. & Wenner, A. M. (1991). Geographic variation in the reproductive biology of the sand crab, *Emerita analoga* Stimpson) on the California coast. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **150**, 63–81.
- Dugan, J.E.; Hubbard, D.M.; Wenner, A.M. (1994). Geographic variation in life history of the sand crab, *Emerita analoga* (Stimpson) on the California coast: relationships to environmental variables. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **181**: 255-278.
- Dugan, J. E.; Jaramillo, E.; Hubbard, D.M; Contreras, H.; Duarte,C. (2004). Competitive interactions in macroinfaunal animals of exposed sandy beaches. Oecologia **139**: 630–640.
- Fernandes, R.S.R. & Gomes, A.S. (2006). Community structure of macrobenthos in two tropical sandy beaches with different morphodynamic features, Rio de Janeiro, Brazil. Marine Ecology **27**: 160-169.
- Gibbs, R.J., Matthews, M.D., Link, D.A. (1971). The relationship between sphere size and settling velocity. Journal of Sedimentary Petrology **41** (1): 7-18.
- Gómez, J.; Defeo, O. (1999). Life history of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda) in sandy beaches with contrasting morphodynamics. Marine Ecology Progress Series **182**: 209–220.
- Hoefel, F. G. (1998). Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica. Editora da Univali: Itajaí, 92 p.
- Howard, J.D. & Dorjes, J. (1972). Animal-sediment relationships in two beach-related tidal flats, Sapelo Island, Georgia. Journal of Sedimentology and Petrology **42** (3): 608-623.
- Hunter, M. D. & P. W. Price (1992). Playing chutes and ladders: heterogeneity and the relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities. Ecology **73**: 724-732.
- Incera, M; Lastra, M.; López, J. (2006). Effect of swash climate and food availability on sandy beach macrofauna along the NW coast of the Iberian Peninsula. Marine Ecology Progress Series **314**:28-33.
- Jaramillo, E. & McLachlan, A. (1993). Community and population response of the macroinfauna to physical factors over a range of exposed sandy beaches in south-central Chile. Estuarine, Coastal and Shelf Science **37**: 615-624.
- Johnson, R. G. (1967). Salinity of intertidal water in a sandy beach. Limnology and Oceanography **12**: 1-7.
- Lepka, Daniel, Luís. (2004). Comparação da macrofauna bentônica em praias estuarinas ao longo de um gradiente de salinidade na baía de Paranaguá, PR, Brasil. Monografia apresentada ao Curso de Ciências Bilógicas da UFPR.36p.

- Lercari, D. & Defeo, O. (2006). Large-scale diversity and abundance trends in sandy beach macrofauna along full gradients of salinity and morphodynamics. Estuarine, Coastal and Shelf Science **68**(1-2): 27-35.
- MacCord, F. S.; Amaral, A. C. Z. (2007) The reproductive cycle of *Scolelepis goodbodyi* (Polychaeta, Spionidae). Marine Biology **151**(3): 1009-1020.
- Martins, Ana Luisa Gandara. (2007). A macrofauna bentônica das praias arenosas expostas do Parque Nacional de Superagüi – PR: Subsídios ao Plano de Manejo. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ecologia da UFPR. 77p.
- Masselink, G. & Short, A.D. (1993). The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. Journal of Coastal Research **9** (3): 785-800.
- McArdle, S.B.; McLachlan, A. (1992). Sand beach ecology: swash features relevant to the macrofauna. Journal of Coastal Research. **8** (2): 398-407.
- McLachlan, A.; Wooldridge; Dye, A.H. (1981). The Ecology of sandy beaches in southern Africa. South African Journal of Zoology, Pretoria, **16**:219-231.
- McLachlan, A. (1990). Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands. Journal of Coastal Research **1**: 57-71.
- McLachlan, A.; Jaramillo, E.; Donn, E. and Wessels, F.(1993). Sandy beach macrofauna communities and their control by the physical environment: a geographical comparison, Journal of Coastal Research **15**: 27–38.
- McLachlan, A. & Dorvlo, A. (2005). Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. Journal of Coastal Research **21**(4): 674 – 687.
- McLachlan, A. & A. Brown (2006). *The Ecology of Sandy Shores*. San Diego, Academic Press.
- McLachlan, A. & Dorvlo, A. (2007). Global patterns in sandy beach macrobenthic communities: biological factors. Journal of Coastal Research **23**: 1081-1087.
- Menge, B. A. (1992). Community regulation: under what conditions are bottom-up regulation factors important on rocky shores? Ecology **69**: 297-330.
- Milanelo, M. (1997). Caracterização da ocupação humana e suas atividades: documento síntese. São Paulo, Planos de Gestão Ambiental do Projeto de Preservação da Mata Atlântica (PPMA; SMA/KfW). (Relatório de consultoria relativo ao processo do Plano de Gestão Ambiental fase 1 do Parque Estadual da Ilha do Cardoso).
- Neves, F.M. & Bemvenuti, C.E. (2006) Spatial distribution of macrobenthic fauna on three sandy beaches from northern Rio Grande do Sul, Southern Brazil. Brazilian Journal of Oceanography, **54**(2):135-145.

- Neves, L. P.; Da Silva, P. R.; Bemvenuti, C.E. (2007). Zonation of benthic macrofauna on Cassino Beach, southernmost Brazil. Brazilian Journal of Oceanography, **55** (4).
- Neves Luciano P. das; Silva Pedro de S. R. da; Bemvenuti Carlos E. (2008). Temporal variability of benthic macrofauna on Cassino beach, southernmost Brazil. Iheringia, Sér. Zool. 98(1): 36-44.
- Noffs, M.S. & Batista-Noffs, L.J. (1982). Mapa da vegetação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso - as principais formações. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATURAIS. Campos do Jordão. Anais. Campos do Jordão. p. 613-619.
- Omena, E. P. & Amaral, A. C. Z. (1997). Distribuição espacial de polychaeta (Annelida) em diferentes ambientes entremarés de São Sebastião (SP). Oecologia Brasiliensis **3**:183-196.
- Omena, E.P. & Amaral, A.C.Z. (2003). Sandy Beach Morphodynamic and the Polychaete. Fauna in Southeast Brazil. Journal of Coastal Research **35**: 431-439.
- Pagliosa. P. R. (2006). Distribuição da macrofauna bêntica do entremarés ao sublitoral em uma praia protegida da Baía da Babitonga, Sul do Brasil. Biotemas **19**(1): 25-33.
- Palacio, J., Lastra, M., Mora, J., (2001). Distribución vertical de la macroinfauna intermareal en la ensenada de Lourizán (Ría de Pontevedra). Thalassas **9**: 49– 62.
- Polis, G. A. & S. D. Hurd (1995). Extraordinary high spider densities on islands: flow of energy from marine to terrestrial food webs and absence of predation. Proceedings of the National Academy of Sciences **92**: 4382-4386.
- Polis, G. A. & S. D. Hurd (1996). Linking marine and terrestrial food webs: allochthonous input from the ocean supports high secondary productivity on small island and coastal land communities. American Naturalist **147**: 396-423.
- Raffaelli, D., Karakassis, I., Galloway, A. (1991). Zonation schemes on sandy shores. A multivariate approach. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **148**: 241-253.
- Rios, E. (1994). **Seashells of Brazil**. 2 ed. Rio Grande: Editora da FURG.
- Rodil, I.F. & Lastra, M. (2004). Environmental factors affecting benthic macrofauna along a gradient of intermediate sandy beaches in northern Spain. Estuarine, Coastal and Shelf Science **61**: 37–44.
- Rodil, I.F., Lastra, M., Sanchez-Mata, A.G. (2006). Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in intermediate sandy beaches in temperate

- latitudes: North coast of Spain. Estuarine, Coastal and Shelf Science **67**: 267-279.
- Salvat, B. (1964). Les conditions hydrodynamiques interstitielle des sediment meubles intertidaux et la répartition verticale de la jeune endogée. C.R. Academie Sciences **259**: 1567-1579.
- Schoeman, D.S.; Wheeler, M.; Wait, M. (2003). The relative accuracy of standard estimators for macrofaunal abundance and species richness derived from selected intertidal transect designs used to sample exposed sandy beaches. Estuarine, Coastal and Shelf Science **58**: 5-16.
- Short, A.D. & Wright, L.D. (1983). Physical variability of sandy beaches. In: McLachlan, A., Erasmus, T. (Eds.), Sandy Beaches as Ecosystems. Junk, The Hague, pp. 133-144.
- Short, A.D. (1996). The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. Revista Chilena de Historia Natural **69**: 589-604.
- Silva, J. F. (1989). Dados climatológicos de Cananéia e Ubatuba (Estado de São Paulo). Bolm. Climatol. Inst. Oceanogra **6**: 1-21.
- SMA, Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo/CINIP/IF. (2001). Plano de Manejo Fase 2 do Parque Estadual da Ilha do Cardoso. São Paulo 120 p.
- Soares, C.R.; Borzone, C.A.; Souza, J.R.B. (1997). Variações morfológicas e sedimentológicas ao longo de um ciclo anual numa praia arenosa no sul do Brasil. Oecologia Brasiliensis **3**: 245-258.
- Souza, J.R.B. & Gianuca, N.M. (1995). Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. Scientia Marina **59**: 103–111.
- Suguió, K. (1973). Introdução à sedimentologia. São Paulo, EDUSP. 317p.
- Tanner, W. F. (1995). "Environmental clastic granulometry. Florida Global Survey, Special Publication **40**: 163.
- Veloso, V.G. & Cardoso, R.S. (2001). Effect of morphodynamics on the spatial and temporal variation of macrofauna on three sandy beaches, Rio de Janeiro state, Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom **81**: 369 – 375.
- Veloso, V.G.; Caetano, C.H.S.; Cardoso, R.S. (2003). Composition, structure and zonation of intertidal macroinfauna in relation to physical factors in microtidal sandy beaches in Rio de Janeiro state, Brazil. Scientia Marina **67**(4): 393 – 402.

- Veloso, V.G.; Silva, E.S.; Caetano, C.H.S.; Cardoso, R.S. (2006). Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro State, Brazil. Biological conservation **127**: 510-515.
- Wieczorek, A. (2006). Mapeamento de sensibilidade ambiental a derramamento de petróleo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso – PEIC e áreas do entorno. 2006. 143 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Yannicelli, B., R. Palacios & L. Giménez (2001). Activity rhythms of two cirrolanid isopods from an exposed microtidal sandy beach in Uruguay. Marine Biology **138**: 187-197.
- Yannicelli, B., R. Palacios & L. Giménez (2002). Swimming ability and burrowing time of two cirrolanid isopods from different levels of exposed sandy beaches. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **273**: 73-88

ANEXOS

Tabela 16. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Matriz de densidade das espécies (indivíduos m⁻²) no inverno utilizada para realização do n-MDS e para elaboração dos kite diagrams. I- Intermediária; D- Dissipativa.

Espécies/Pontos	-1I	0I	1I	2I	3I	4I	5I	6I	7I	8I	9I	10I	-1D	0D	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D
<i>A,braziliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A,paretii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,67	0	6,67	0	0	0	0	0	6,67	0
<i>B,lanceolatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Capitella sp,</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D,hanleyanus</i>	0	33,3	0	53	20	6,67	0	0	0	0	6,67	0	6,67	6,667	173	40	6,67	0	13,3	6,67	33,3	13,33	0	0
<i>E,armata</i>	20	127	13	113	80	73,3	13,3	26,7	6,67	0	0	0	0	80	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E,fulciferus</i>	0	0	0	6,7	40	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0	6,67	66,7	0	0	0	6,67	0	0	0	0
<i>G,multidens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H, cinerea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,67	33,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Larva de coleoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M,nerítica</i>	0	6,67	0	0	0	13,3	0	0	0	0	60	6,67	0	0	0	0	0	0	6,67	13,3	6,67	0	13,3	0
<i>P,orensanzi</i>	0	6,67	0	6,7	160	1440	1313	987	500	140	13,3	6,67	0	13,33	113	367	233	0	13,3	66,7	153	60	147	6,67
<i>S,goodbodyi</i>	0	0	0	0	0	6,67	6,67	1347	1353	1000	13,3	6,67	0	0	0	147	1993	46,7	40	0	0	0	0	0
<i>T,rhombofrontalis</i>	0	0	0	0	60	80	0	0	0	0	0	0	0	0	120	13,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>V,copacabanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,3	0	0	0	0	13,3	0	20	33,3	0	6,667	6,67	33,3

Tabela 17. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Matriz de densidade das espécies (indivíduos m²) no verão utilizada para realização do n-MDS e para elaboração dos kite diagrams. I- Intermediária; D- Dissipativa

	-1I	0I	1I	2I	3I	4I	5I	6I	7I	8I	9I	10I	-1D	0D	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D
<i>A, braziliensis</i>	0	13,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D, hanleyanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7	0	0	0	0	0	0	0	0	33,3	13,3	0	6,67
<i>E, fulciferus</i>	0	0	0	133	807	133	267	267	300	26,7	0	0	0	0	527	93,3	100	26,67	0	0	0	0	0	0
<i>E, armata</i>	0	0	0	6,67	46,7	6,67	6,67	0	0	0	0	0	0	0	86,7	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G, multdens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,67
<i>Larva de coleoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P,orensanzi</i>	0	0	0	0	0	13,3	520	1893	1173	73,3	0	0	0	0	6,67	1373	1720	266,7	0	0	0	0	167	33,3
<i>S, goodbodyi</i>	0	0	0	0	0	0	80	360	2553	7513	2573	367	0	0	0	200	2347	2287	5960	4293	2553	993	787	193
<i>T, rhombofrontalis</i>	0	0	0	0	53,3	113	107	6,67	0	6,67	0	0	0	0	0	100	6,67	0	6,67	0	0	0	0	0

Tabela 18. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Matriz das variáveis abióticas do inverno utilizada no PCA. I- Intermediária; D- Dissipativa.

PONTOS	DESNÍVEL	PROFUNDIDADE	SALINIDADE	TEMP	TEMP,A	TEMP, A	TEMP, A	UMIDADE
	(PERFIL)	LENÇOL (m)	LENÇOL	SUPERFÍCIE	5	10	15	DO SEDIMENTO
-1I	1,62	1,01	18	19,40	18,80	18,40	18,80	15,95
0I	1,43	0,86	16	18,50	18,70	18,50	18,80	15,15
1I	1,30	0,80	30	18,50	18,70	18,60	19,20	15,03
2I	1,20	0,70	33	18,80	19	19	19,70	15,09
3I	1,11	0,57	18	19,10	19,10	18,90	19,60	14,93
4I	1,01	0,50	26	19,30	19,10	19,10	19,40	14,24
5I	0,94	0,45	26,5	18	18,80	19,10	19,40	14,10
6I	0,87	0,40	31,1	18,80	19,20	19,40	19,80	15,07
7I	0,73	0,34	31,1	17,90	18,70	19,40	20,20	16,44
8I	0,5	0,30	28	19,60	19,20	19,70	20,20	17,69
9I	0	0	31	19,60	19,20	19,70	20,20	19,28
10I	-0,30	-0,30	32	19,60	19,20	19,70	20,20	18,30
-1D	2,59	2,15	23	22,80	22	21,80	21	6,73
0D	2,09	1,77	22,5	22,20	21,30	20,60	20,70	17,30
1D	1,68	1,46	28	22,80	21,60	20,80	20,80	17,48
2D	1,30	1,14	28	21,80	21,90	21,20	21	17,13
3D	1,04	0,92	28	21,80	21,40	21,10	21	17,42
4D	0,76	0,64	18	21,40	21,30	21	21	16,94
5D	0,54	0,43	22,5	22	21,60	21,20	21,30	17,22
6D	0,21	0,16	29	21,40	21,30	21	21	17,92
7D	-0,05	-0,05	32	22	21,50	21,30	21	17,30
8D	0,05	0,03	28	21,90	21,50	21,70	22	17,11
9D	0	0	27	22,50	22,30	22,60	22,70	16,75
10D	0	0	32	22,50	22,30	22,60	22,70	16,52

Tabela 19. Praia de Itacuruçá, Ilha do Cardoso-SP. Matriz das variáveis abióticas do verão utilizada no PCA. I- Intermediária; D- Dissipativa.

PONTOS	DESNÍVEL	PROFUNDIDADE	SALINIDADE	TEMP	TEMP,À	TEMP, À	TEMP, À	UMIDADE
	(PERFIL)	LENÇOL (m)	LENÇOL	SUPERFÍCIE	5	10	15	DO SEDIMENTO
-1I	1,55	0,87	15	22,40	22,50	22,60	23,10	7,25
0I	1,22	0,65	26	22,80	22,80	22,60	22,80	10,98
1I	1,13	0,54	26	22,80	22,80	23	23,30	15,11
2I	0,95	0,48	23	22	22,50	23,20	23,60	15,14
3I	0,79	0,40	21	22,30	22,80	23,10	23,40	15,80
4I	0,66	0,32	20	22,50	22,80	23	23,20	16,62
5I	0,58	0,25	20	23,20	23,50	23	23,30	17,55
6I	0,50	0,17	18	23,60	23,60	23,20	23,40	17,26
7I	0,42	0,10	16	22,90	23,20	23,40	23,50	18,54
8I	0,35	0,135	25	23,50	23,60	23,30	23,50	17,53
9I	0	0	28	23,50	23,60	23,30	23,50	18,96
10I	-0,20	-0,20	28	23,50	23,60	23,30	23,50	19,00
-1D	1,80	2,40	16	22,80	22	21,80	24,80	2,77
0D	1,50	2	16	24,30	24,10	23,70	23,50	7,30
1D	1,26	1,66	21	22,80	23,80	23,50	23,60	17,07
2D	1,10	1,42	21	23,50	24,20	25,30	26,50	17,80
3D	1	1,18	30	22,30	22,50	22,60	24,10	17,90
4D	0,90	0,98	26	24	25,30	26,50	27	17,29
5D	0,80	0,88	21	24,50	25,20	26,10	27	18,57
6D	0,66	0,75	23	24,80	25,70	26,80	27	17,85
7D	0,35	0,46	30	24,70	25	26,40	27	18,59
8D	0,11	0,11	30	24,60	25,20	26,30	27	16,25
9D	0,20	0,20	30	24,60	25,60	26,70	27	17,65
10D	0,20	0,20	30	24,70	25,80	26,80	27	17,34