

ALEXANDRE GOULART SOARES

**ESTRUTURA ESPAÇO-TEMPORAL DAS ASSOCIAÇÕES
MACROBÊNTICAS DA ZONA DE ARREBENTÇÃO
INTERNA DA PRAIA DO CASSINO,
RIO GRANDE DO SUL – BRASIL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Gradua-
ção em Zoologia, Setor de Ciências Bio-
lógicas da Universidade Federal do Paraná,
como requisito parcial para a obtenção do
Título de Mestre.

CURITIBA

1992

ESTRUTURA ESPAÇO-TEMPORAL DAS ASSOCIAÇÕES MACROBÊNTICAS DA ZONA DE
ARREBENTÇÃO INTERNA DA PRAIA DO CASSINO,
RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

por

ALEXANDRE GOULART SOARES

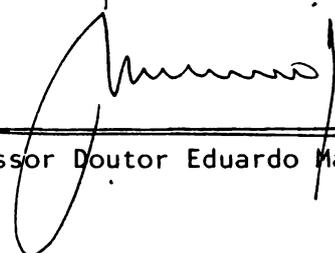
Tese aprovada como requisito parcial para obtenção
do Grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas-
Zoologia da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada
pelos professores



Professor Doutor Carlos Alberto Borzone



Professor Doutor Rodolfo Angulo



Professor Doutor Eduardo Marone

Aos amantes, loucos e poetas por
construírem toda a fantasia da qual
hoje faço parte.

Ciência

Padronização das variações

Variação dos padrões

Ordenação dos pensamentos

Turbilhão de palavras

Síntese do complexo

Complexidade do simples.

Frieza de idéias

Poesia dos loucos

Alimento do intelecto

Tolice dos homens

Busca do conhecimento

Manifestação do amor.

AGRADECIMENTOS

Aos Drs. Paulo da Cunha Lana e Norton Mattos Gianuca pela segura orientação deste trabalho, pelas calorosas mas construtivas discussões e pelas facilidades oferecidas, respectivamente, nos Laboratórios de Bentos (CBM - UFPR) e de Comunidades Bentônicas (Dep. de Oceanografia - FURG). Também pela amizade e enorme paciência durante os intermináveis momentos finais de redação.

A Eduardo Tavares Paes por ter sugerido e permitido a participação neste projeto, cedendo parte dos dados da sua tese de Mestrado, bem como pelas inúmeras discussões construtivas e principalmente pela amizade.

Amostragens na zona de arrebentação, na maioria das ocasiões, constituem tarefa difícil, principalmente quando é necessário mergulhar em condições de fortes correntes, elevada turbulência e baixas temperaturas no inverno. Estou profundamente agradecido às pessoas que participaram com dedicação e entusiasmo desta difícil etapa da tese, principalmente a Eduardo T. Paes, Vandick da Silva Baptista, Dr. Carlos A. Borzone, Paulo R. Pezzuto, Paulo J. P. dos Santos, Sérgio A. Netto, Maurício Camargo, Luiz E. Bonilha, Perpétuo G. de Oliveira, Ricardo R. de Oliveira (Clark), Clemente S. Hungria e Roberto Wahrlich.

A Paulo J. P. dos Santos, Dr. Carlos A. Borzone, Paulo R. Pezzuto, Luiz E. Bonilha, Sérgio A. Netto e Arno Blankensteyn pelas frutíferas discussões e idéias sobre o trabalho.

Aos amigos José R. B. de Souza e Maurício Camargo pela difícil tarefa de traduzir os manuscritos para digitação de várias partes da tese e pelas discussões e leitura crítica de suas inúmeras versões.

A Erminda C. G. Couto e Claudia Guiss pela obtenção de importantes referências bibliográficas.

A Marcus V.O Almeida e Paulo R. Pagliosa-Alves pelo auxílio na digitação de tabelas, leitura e discussão de várias partes da tese.

Ao Dr. Paulo Gianinni por colocar o Laboratório de Sedimentologia (Dep. de Geologia UFPR) à disposição para análises granulométricas.

A Arkadius Talaska pela orientação na escolha das variáveis meteorológicas que caracterizam a passagem de frentes frias.

Ao Dr. Eduardo Marone pela inestimável ajuda na execução e interpretação das análises espectrais, pela idealização de um índice de energia espectral para a pressão atmosférica e pela leitura da discussão do ambiente físico.

A Luiz E. Bonilha e Prof. José M. Andriguetto Fo. pelas discussões e idéias sobre o coeficiente de eliminação de espécies e a Renato R. Dutra pela obtenção do programa NTSYS.

Aos seguintes especialistas pela identificação taxonômica de vários grupos de invertebrados: Dr. Paulo C. Lana (Polychaeta), Dra. Ana M. S. Pires (Isopoda), Dra. Yoko Wakabara e Dr. Michael Thurston (Amphipoda), Dra Mônica Montú (Mysidacea e megalopas de Brachiura), Valéria Veloso (megalopas de Hippidae), Prof. Ivo Gloeden (Mysidacea).

Ao Dr. Henry L. Spach pela ajuda durante a fase "terminal" da tese.

Ao Dr. Frederico Brandini pela revisão do abstract.

À Rosemary A. Brogim, Valéria A. Bello, Daniela K. Carvalho, Vanessa Ottman e Cristine L. B. Moraes pelo auxílio na confecção dos gráficos.

À Inalda (BNDO - DHN) pela simpatia e agilidade no envio dos dados meteorológicos da Estação Costeira de Mostardas da DHN.

Ao Prof. Marcos A. Marchiori e Ana Z. Segatto (Dep. de Oceanografia FURG) pela cessão de dados de salinidade e temperatura da água.

Ao Dr. Vinalto Graf pelas discussões "extra-classe" sobre temas zoológicos, epistemológicos e filosóficos, que muito contribuíram para minha formação técnico-científica.

A todos os funcionários do CBM pela amizade e compreensão quanto aos inúmeros pedidos.

Aos vigilantes João Maria Tacques e João Borato pela amizade e companheirismo durante as noites de trabalho no CBM.

À Marcia H. Santos e família pela acolhida com amor e amizade em seu lar durante as fases iniciais deste trabalho.

Aos amigos Antonio Ostrensky e Débora P. da Silva pelo total apoio na fase final deste trabalho, que proporcionou um clima de tranquilidade e segurança fundamental para o término da redação da tese.

À minha mãe por seu amor e inabalável confiança, que sempre me supriu de energia e disposição para continuar lutando.

SUMÁRIO

	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	1
2. ÁREA DE ESTUDO	12
2.1. Características Gerais	12
2.2. Características da Praia	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. Amostragem da fauna	25
3.1.1. Amostragem para análise da variabilidade espacial	25
3.1.2. Amostragem para análise da variabilidade temporal	27
3.1.3. Processamento em laboratório	28
3.2. Amostragem das variáveis ambientais	28
3.3. Tratamento dos dados	30
3.3.1. Variáveis ambientais	30
3.3.2. Variáveis biológicas	32
4. RESULTADOS	38
4.1. Características ambientais	38
4.2. Fauna	45
4.2.1. Composição	45
4.2.2. Associações macrobênticas e sua estrutura espacial	49
4.2.3. Associações macrobênticas e sua estrutura temporal	58

	PÁGINA
4.2.4. Relações dos padrões temporais da macrofauna com as variáveis ambientais	67
5. DISCUSSÃO	69
5.1. O ambiente físico	69
5.2. Fauna	81
5.2.1. Composição	81
5.2.2. Estrutura espacial das associações macrobênticas	93
5.2.3. Estrutura temporal das associações macrobênticas	105
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
7. FIGURAS	135
8. TABELAS	161
9. ANEXOS	188
9.1. Anexo 1. Teste de significância e índice de energia espectral	188
9.2. Anexo 2. Coeficientes para a eliminação de espécies	189
9.3. Anexo 3. Fórmulas dos coeficientes de dissimilaridade e de similaridade utilizados nas análises de agrupamento	192

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Área de estudo	135
2. Perfil esquemático da Praia do Cassino, nomenclatura e limites para as zonas físicas	136
3. Desenho do corpo principal do amostrador de sucção ("air-lift")	137
4. Perfil esquemático da praia mostrando o ponto de referência fixo para as estações de coleta com o "air-lift"	138
5. Perfil esquemático da praia evidenciando a extensão da zona de arrebentação interna amostrada pela draga ao longo das amostragens temporais	138
6. Registros de temperatura e salinidade da coluna d'água da zona de arrebentação interna entre agosto de 1986 e outubro de 1987	139
7. Perfis da praia do Cassino levantados no verão de 1990	140
8. Distribuição granulométrica do sedimento da zona de varrido e da zona de arrebentação interna nas transversais do molhe oeste e do Terminal Turístico	141
9. Distribuição granulométrica do sedimento da zona de arrebentação interna no Terminal Turístico durante o período de estudo	142

10. Séries temporais das direções e intensidades do vento registradas de julho de 1986 a outubro de 1987 na estação costeira da DHN em Mostardas	144
11. Série temporal e espectros sazonais da pressão atmosférica registrada de julho de 1986 a outubro de 1987 na estação costeira da DHN em Mostardas	145
12. Série temporal da temperatura do ar registrada de julho de 1986 a outubro de 1987 na estação costeira da DHN em Mostardas e espectros sazonais das componentes N-S do vento	146
13. Espectros sazonais das componentes E-W do vento	147
14. Espectros mensais da pressão atmosférica registrada de julho de 1986 a outubro de 1987 na estação costeira da DHN em Mostardas	148
15. Intensidade anual e sazonal dos ventos registrados de julho de 1986 a outubro de 1987 na estação costeira da DHN em Mostardas	152
16. Agrupamentos de taxa e de estações das transversais do molhe oeste e do Terminal Turístico usando o coeficiente de dissimilaridade de Bray-Curtis e o método de agrupamento de UPGMA	153
17. Diagrama de Dominância Relativa Global, Parcial e Constância dos taxa coletados com o "air-lift" nas transversais do molhe oeste e do Terminal Turístico	154

FIGURA

PÁGINA

18. Ordenação dos taxa e das estações das transversais do molhe oeste e do Terminal Turístico através da Análise de Correspondência	155
19. Agrupamentos de taxa da zona de arrebentação interna e de meses de coleta usando o coeficiente de similaridade de Ligação Simples e método de agrupamento de UPGMA	156
20. Diagrama de Dominância Relativa Global, Parcial e Constância dos taxa coletados na zona de arrebentação interna entre agosto de 1986 e outubro de 1987	157
21. Ordenação dos taxa e dos meses de coleta (agosto de 1986 a outubro de 1987) através da Análise de Correspondência	158
22. Intensidade de chuvas na região de Rio Grande entre agosto de 1986 e outubro de 1987	159
23. Representação esquemática das variações morfodinâmicas sazonais da Praia do Cassino entre 3 e 10 km ao sul do molhe oeste	160

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
1. Salinidades médias mensais da zona de arrebentação interna da Praia do Cassino em novembro de 1986 e entre maio e outubro de 1987	161
2. Análise granulométrica do sedimento da Praia do Cassino (Verão/90)	161
3. Análise granulométrica do sedimento da zona de arrebentação interna da Praia do Cassino entre agosto de 1986 e outubro de 1987	162
4. Matriz de correlação entre as séries temporais das variáveis meteorológicas	163
5. Matriz de correlação entre os espectros das variáveis meteorológicas	163
6. Teste de significância dos picos de energia espectral e índice de energia espectral da Pressão atmosférica	164
7. Lista dos taxa registrados durante o período estudado na zona de arrebentação interna da Praia do Cassino	168
8. Repartição do número total de espécies ou taxa entre os grupos zoológicos coletados ao longo do período de estudo	173
9. Repartição do número total de indivíduos entre as espécies mais abundantes coletadas com a draga entre agosto de 1986 a outubro de 1987	173

10. Macrofauna coletada com a draga na zona de arrebentação interna da Praia do Cassino entre agosto de 1986 e outubro de 1987	174
11. Macrofauna coletada com "air-lift" no Terminal Turístico e no Molhe oeste no verão de 1990	176
12. Macrofauna coletada com draga no Terminal Turístico e no Molhe oeste no verão de 1990	177
13. Comparação entre as densidades e abundâncias de <i>M. riojai</i> e <i>D. gemmula</i> para cada amostrador na transversal do Terminal Turístico e do Molhe oeste	178
14. Cálculo do coeficiente de Importância Parcial para a eliminação de espécies raras coletadas pelo "air-lift" no verão de 1990	179
15. Matriz original de espécies por estações das transversais rearranjada após as análises de agrupamento no modo R e Q	180
16. Resultados das ANOVAs avaliando o efeito do gradiente horizontal de exposição entre os níveis do Terminal e do Molhe sobre os parâmetros biológicos. Dados do "air-lift"	181
17. Resultados das ANOVAs avaliando o efeito do gradiente horizontal de exposição entre o Terminal eo molhe sobre os parâmetros biológicos. Dados de arrastos	181

18. Resultados das ANOVAs avaliando o efeito do gradiente vertical de energia entre os níveis no perfil do molhe sobre os parâmetros biológicos	182
19. Resultados das ANOVAs avaliando o efeito do gradiente vertical de energia entre os níveis no perfil do Terminal sobre os parâmetros biológicos	182
20. Cálculo do Coeficiente de Importância Global para a eliminação de espécies raras coletadas pela draga entre agosto de 1986 e outubro de 1987	183
21. Matriz original de espécies por meses de coleta rearranjada após as análises de agrupamento no modo R e Q	185
22. Resultados das ANOVAs avaliando o efeito da sazonalidade sobre os parâmetros biológicos	186
23. Resultados da análise discriminante das variáveis ambientais entre os grupos de meses de coleta	187
24. Porcentagem de discriminação dos grupos de meses de coleta (Análise de agrupamentos) pelas suas variáveis ambientais (Análise Discriminante)	187
25. Densidades por metro linear e riqueza de espécies em praias sul-africanas e brasileiras	89

RESUMO

A estrutura temporal das associações macrobênticas da zona de arrebenção interna da Praia do Cassino, RS, foi estudada de agosto de 1986 à outubro de 1987 e a estrutura espacial de fevereiro à março de 1990. A fauna foi coletada mensalmente através de quatro arrastos perpendiculares à costa para a análise da estrutura temporal. Para a análise da estrutura espacial, foram feitas amostragens quantitativas com "air-lift" em estações ao longo de duas transversais de 220 m, uma exposta e outra menos exposta, desde a zona de varrido até a zona de arrebenção externa. A zona de arrebenção interna apresentou areias finas e bem selecionadas no verão à muito finas e muito bem selecionadas no inverno. Os maiores valores médios do índice de energia espectral da pressão atmosférica, intensidade dos ventos do quadrante sul e oscilações da temperatura do ar no inverno foram reflexo da passagem de intensas frentes frias. As maiores amplitudes e menores períodos de onda costa afora durante o inverno estão provavelmente relacionadas com tais passagens de frentes frias. A partir de dados da literatura, foi calculado um valor modal de Ω igual a 15 que classifica a morfodinâmica da Praia do Cassino no estado modal altamente dissipativo. No verão de 1990, a zona de arrebenção interna apresentou uma elevada riqueza de espécies; a macrofauna foi dominada por duas espécies de filtradores de pequeno tamanho e elevada mobilidade, *Donax gemmula* e *Magelona riojai*. Na ocasião, foram registradas elevadas abundâncias macrofaunísticas, variando de 418.000 à 430.000 indivíduos por metro linear de praia nas duas transversais. A macrofauna estruturou-se no espaço primariamente em função de gradientes verticais de energia de onda, formando quatro associações; uma ocorreu exclusivamente na zona de varrido e as outras três apresentaram distribuições sobrepostas ao longo dos fracos gradientes ambientais formados na zona de arrebenção interna e externa. A ausência de diferenças significativas na estrutura espacial ao longo do gradiente horizontal de exposição deveu-se ao estabelecimento de características morfodinâmicas semelhantes entre as duas transversais. Em resposta ao gradiente temporal de energia de onda, a macrofauna agrupou-se em três associações. A primeira, fortemente relacionada aos meses de verão, foi composta na sua maioria por formas juvenis e adultas de espécies da zona mediolitoral e da zona de arrebenção externa que respectivamente, recrutaram ou migraram para a zona de arrebenção interna em resposta à menor energia média de ondas. A segunda associação esteve relacionada principalmente com os meses de inverno; foi composta por espécies do infralitoral mais profundo, trazidas por correntes geradas durante tempestades, e por espécies provavelmente adaptadas a explorar condições mais energéticas desta estação. A terceira associação ocorreu ao longo do ano todo; foi caracterizada por pequenos cavadores superficiais, principalmente *Donax gemmula*, que apresentam, na sua maioria, hábitos filtradores e desenvolvimento larval direto ou indireto. Tais estratégias adaptativas provavelmente se desenvolveram em resposta às condições de elevada hidrodinâmica e constante remobilização do sedimento, características de praias no estado morfodinâmico dissipativo.

ABSTRACT

Temporal structure of the macrobenthic associations in the inner surf zone of the Cassino Beach, Southern Brazil, was studied from August 1986 to October 1987. Four replicate dredgings perpendicular to the shore line were performed monthly along the inner surf zone. In the summer of 1990, the macrofaunal spatial patterns were analysed from quantitative samples collected by a diver-operated suction sampler along an exposed and a less exposed transect through the swash to the outer surf zone. The sediment of the inner surf zone consisted of well sorted fine sand in summer and very well sorted very fine sand in winter. Mean values of the spectral energy index of atmospheric pressure, southern winds intensity and air temperature oscillations were higher in winter as a result of the passage of intense cold fronts. This probably explains the higher amplitude and shorter period of offshore waves during this season. Based on literature data, a value of 15 was estimated for Dean's parameter for the southern sector of Cassino Beach adjacent to the Patos Lagoon outlet; as a result, the beach was classified as in a Highly Dissipative Morphodynamical Modal State. In the summer of 1990, the inner surf zone was characterized by high species richness; the macrofauna was strongly dominated by two small and highly mobile surface burrowing filter feeders, the coquina clam *Donax gemmula* and the polychaete worm *Magelona riojai*. High values of macrofaunal abundance, up to 418,000 - 431,000 individuals per linear meter of beach were recorded along the two transects. Four macrobenthic associations were discriminated, one exclusive of the swash zone and the other 3 characterized by species with overlapping distributions along the weak wave energy gradient formed in the inner and outer surf zone. Species richness and the abundance of *Magelona riojai* significantly increased from the swash to the outer surf zone in response to the decreasing wave energy gradient. No significant differences in macrobenthic spatial structure were detected between the exposed and the less exposed transects, which were closely similar in relation to morphodynamic states. Temporal analysis revealed three macrobenthic associations which responded to the strong temporal wave energy gradient. The first was strongly related to the summer months and made up by species of the midlittoral and the outer surf zone recruiting on or migrating to the inner surf zone in response to decreasing wave energy. The second association was mainly related to the winter months; it was characterized by species of the deeper infralittoral, probably brought to the inner surf zone by storm bottom currents, and by species that could be exploiting the more turbulent conditions. The third association was presented all over the year. It was characterized by small active sand burrowers, numerically dominated by *Donax gemmula*, with direct or indirect larval development and, in general, filter feeding habits. Those adaptive strategies have evolved as a response to a harsh physical environment of unstable, shifting sands and strong wave surge.

1. INTRODUÇÃO

As praias arenosas oceânicas são ambientes litorâneos abertos ao mar, cujos depósitos sedimentares são ativamente retrabalhados por ondas, correntes e marés. São dominantes em regiões tropicais e temperadas, onde desempenham importante papel como áreas de lazer, exploração de recursos e proteção natural contra o mar (McLachlan, 1983).

Ao contrário de outros ecossistemas costeiros como manguezais e marismas, onde a presença de animais e vegetais é mais evidente, as praias arenosas foram frequentemente consideradas como verdadeiros desertos marinhos (McLachlan, 1983), devido aos hábitos crípticos de seus organismos. A partir do estudo de Pearse et al. (1942), pioneiro na abordagem sistêmica da ecologia de praias arenosas, essa idéia foi revertida. Verificou-se que as praias podem sustentar faunas diversificadas e adaptadas a explorar ambientes de elevada e peculiar hidrodinâmica.

Dahl (1952), a partir de dados pontuais de seis praias dos oceanos Atlântico e Pacífico e de informações de literatura, propôs um esquema universal de zonação em praias arenosas, subdividindo-as em três zonas: franja subterrestre ou cinturão dos Talitridae-Ocypodidae na parte superior, zona mediolitoral ou cinturão de *Cirolana* e franja sublitoral na parte inferior. Este esquema não era original no número de zonas ou na explicação dos fatores ecológicos que as determinavam, pois já havia sido proposto por Stephenson (1943) para costas rochosas.

Hedgpeth (1957) revisou o conhecimento sobre estes ambientes, enfocando a ação dos fatores físico-químicos sobre o sistema

praial e seus organismos. Em nova revisão, Riedl & McMahan (1974) detalharam vários processos geomorfológicos (gênese de praias), hidrodinâmicos (comportamento de ondas e correntes), além de processos ecológicos (zonação, adaptações e interações biológicas) típicos destes ambientes.

Durante as duas últimas décadas, diversas pesquisas foram desenvolvidas com o objetivo de aprimorar o conhecimento da estrutura e função do sistema praial. Sobre os aspectos funcionais cabe citar os importantes trabalhos de McLachlan (1980a) e McLachlan et al. (1981a) que deram continuidade aos estudos com abordagem holística iniciados por Pearse et al. (1942). No primeiro trabalho, o autor postulou que praias arenosas de alta energia, em conjunto com as suas zonas de arrebentação, poderiam funcionar, sob certas condições, como ecossistemas semi-fechados. Correntes de circulação celular manteriam os nutrientes regenerados pela macrofauna (consumidores) e meiofauna (decompositores) na zona de arrebentação, permitindo o florescimento do fitoplâncton (produtores) que, por sua vez, alimentaria o macrobentos. No segundo trabalho, os autores descreveram relações tróficas e fluxos energéticos praiais, procurando reforçar tal postulado.

Mais recentemente, McLachlan & Romer (1990) propuseram que as praias apresentariam três associações tróficas: a macrofauna, a alça microbiana ("microbial loop") e a fauna intersticial. Estas, utilizariam o fitoplâncton e detritos em maior ou menor escala, assumindo maior ou menor importância na utilização do carbono orgânico, dependendo do estado morfodinâmico praial. As praias de

alta energia do tipo dissipativo (Short & Wright, 1983) seriam autosuficientes devido às suas elevadas taxas de produtividade primária. Nestas, a alça microbiana seria a associação que consumiria mais energia bruta, utilizando o exsudato produzido pelo fitoplâncton. A participação desta associação na cadeia trófica aumentaria a eficiência de transferência da energia do fitoplâncton para a macrofauna. Já as praias de baixa energia do tipo refletivo (Wright & Short, 1984), devido às suas baixas taxas de produtividade primária, dependeriam da entrada de matéria orgânica alóctone (detritos e cadáveres) no sistema. Neste caso, a associação trófica intersticial seria a mais desenvolvida e consumiria a maior parte da energia contida na matéria orgânica importada.

Interações entre associações faunais de praias e o meio físico já eram inferidas desde os trabalhos pioneiros de Pearse et al. (1942), Hedgpeth (1957), Riedl & McMahan (1974), ainda que de forma não quantitativa. McLachlan (1983) foi categórico ao afirmar que a energia das ondas, na forma de turbulência, é o fator estruturador das comunidades de praia. Este mesmo autor (McLachlan, 1980b) propôs um índice para quantificar o grau de exposição das praias, com base em parâmetros físicos e biológicos que caracterizam, principalmente, o ambiente mediolitoral, tais como a profundidade da camada redutora, a percentagem de areia fina, o diâmetro mediano do grão e inclinação da zona mediolitoral, a ação de ondas, a largura da zona de arrebentação e a presença de macrofauna sedentária. O índice, apesar de objetivo, desconsidera não somente a interação entre os processos hidrodinâmicos da zona de arrebentação e a morfologia praial,

como também suas variações associadas às flutuações dos níveis de energia determinadas pelo clima de ondas e regime de marés locais.

Short & Wright (1983) e Wright & Short (1983 ; 1984), com base em estudos desenvolvidos na Austrália, propuseram uma classificação dos estados morfodinâmicos praias caracterizando estados de alta (dissipativo), moderada (intermediário) e baixa energia (refletivo). Estes estados são expressos pela seguinte equação $\Omega = H_b / W_s T_b$; onde Ω (ômega) é o parâmetro de Dean; H_b , a altura significativa das ondas na arrebentação em cm; T_b , seu período em segundos e W_s , a velocidade média de decantação do sedimento do mediolitoral em cm/s (Gibbs et al., 1971). Praias refletivas são caracterizadas por declividade acentuada e areia grossa no mediolitoral, baixa energia de ondas e ausência de zona de arrebentação, o que implica em uma reflexão da energia das ondas para o mar. Já as praias dissipativas possuem areia fina, declividade suave, alta energia de ondas e zonas de arrebentação largas ao longo das quais é dissipada a maior parte da energia das ondas. Entre esses dois extremos estão as praias intermediárias com areias médias e finas, energia de ondas moderada, declividade intermediária e zona de arrebentação caracterizada por barras arenosas, cavas, canais e correntes de retorno.

Analisando-se os estudos de McLachlan (1980a), McLachlan et al. (1981a) e McLachlan & Romer (1990) sobre as relações tróficas e fluxo de energia, fica evidente a importância da análise da dinâmica de populações e comunidades da macrofauna da zona de

arrebentação, bem como das suas relações e adaptações às contínuas flutuações dos estados morfodinâmicos praiiais (Short & Wright, 1983 ; Wright & Short, 1983, 1984). Apesar disto, a zona de arrebentação é o ambiente menos estudado no que se refere à fauna e processos ecológicos, devido à grande dificuldade de amostragem neste local de elevado hidrodinamismo (McLachlan, 1983). Dos estudos existentes, a maioria se concentrou na análise da composição e ecologia da ictiofauna (Anderson et al., 1977; Lasiak, 1983, 1986; Romer, 1990), suas relações tróficas com os diversos componentes da zona de arrebentação (Bellinger & Avault, 1971; Armitage & Alevizon, 1980; Delancey, 1984 ; Nelson, 1986) produção e fluxo energético (Du Preez et al. , 1990).

Dentre os poucos estudos que abordaram o macrobentos, a maioria procurou retratar padrões de zonação estática, temporalmente pontuais, relacionando-os com gradientes verticais de turbulência (Field, 1971; Christie, 1976; McLachlan et al., 1984). Entretanto, apenas Fleischack (1985) e Fleischack & Freitas (1989) quantificaram os parâmetros hidrodinâmicos responsáveis pelos padrões de zonação da fauna.

Fleischack (1985), apesar de ter verificado as contrações e expansões das zonas faunísticas encontradas nas áreas de varrido, arrebentação e de águas rasas, em função de gradientes horizontais, verticais e temporais de energia de onda, manteve o clássico padrão universal de zonação estática para associações macrobênticas (Fleischack & Freitas, 1989).

Alguns estudos sobre zonação dinâmica temporal envolvendo a macrofauna da zona mediolitoral e de arrebentação interna sugeriram não haver limites discretos entre essas duas

associações (Leber, 1982; Knott et al., 1983). Isto também foi sugerido por McLachlan et al. (1984), embora só tenham amostrado a fauna da zona de arrebentação.

Apesar disto, a maioria dos trabalhos sobre o macrobentos do mediolitoral restringiu-se apenas à análise dos padrões de zonação estática (Dexter 1974, 1976, 1989; Jaramillo, 1978; McLachlan, 1980b; McLachlan et al., 1981b) ou dinâmica (Saloman & Naughton, 1978; Dexter, 1979, 1984) da fauna, não considerando a possibilidade desta zona constituir uma unidade ecológica ("sensu" Fincham, 1971) com a zona de arrebentação.

Vários autores (Dillery & Knapp, 1970; Howard & Dorjes, 1972; Hill & Hunter, 1976; McLachlan & Hesp, 1984; Bowman & Robert, 1985; Allen & Moore, 1987; Shepperd et al., 1988; Antia, 1989) relacionaram quantitativamente os padrões de zonação, densidade e/ou diversidade da macrofauna às características geomorfológicas, sedimentares e/ou hidrodinâmicas da praia. Nenhum destes, porém, utilizou a abordagem integradora dos modelos morfodinâmicos de Wright et al. (1979) e Wright & Short (1983, 1984).

Associações de caráter qualitativo entre estrutura espaço-temporal do macrobentos mediolitoral e estados morfodinâmicos praias foram feitas por Dexter (1983, 1984, 1985, 1988) para praias australianas e portuguesas.

Apenas recentemente, foi feito um estudo que testou a significância das correlações entre as características estruturais da macrofauna e os estados morfodinâmicos praias quantificados pelo parâmetro de Dean (McLachlan, 1990). Este

autor mostrou que o macrobentos mediolitoral de praias dissipativas ocupa quatro zonas caracterizadas pelo maior ou menor grau de umidade, como proposto originalmente por Salvat (1964). Estas praias possuem elevada diversidade e abundância faunística correlacionadas positivamente com a declividade e valor de θ (estados morfodinâmicos), e biomassa melhor correlacionada com a energia das ondas.

No Brasil, apesar da presença de 9200 km de costa (Martins & Villwock, 1987), o conhecimento dos processos físico-químicos e ecológicos em praias arenosas ainda é incipiente.

A maioria dos trabalhos foi desenvolvida nas extensas praias do Rio Grande do Sul. Escofet et al. (1979) estudaram a composição faunística, zonação e biogeografia das praias arenosas do Atlântico Sul Ocidental entre 29^o e 43^o S. Gianuca (1983, 1985, 1987, 1988) realizou observações sobre a ecologia das praias arenosas do sul do Brasil, apresentando uma descrição da zonação estática do bentos e das relações tróficas, com ênfase na bioecologia das principais espécies do mediolitoral. Nesta zona, Santos (1990) estudou os padrões de distribuição vertical e horizontal do poliqueta *Scolelepis gaucha*, bem como sua dinâmica populacional, crescimento e produção. P. R. Pezzuto* (com. pess.) está estudando a dinâmica populacional, crescimento e distribuição do camarão-fantasma *Callichirus mirim* no mediolitoral inferior.

*Dep. de Oceanografia, Universidade do Rio Grande, RS.

A zona de arrebentação interna da Praia do Cassino foi amplamente estudada sob vários aspectos. A composição, abundância e variação espaço-temporal da ictiofauna foi investigada por Cunha (1981) e Monteiro-Neto (1990). As características químicas da coluna d'água e suas flutuações foram descritas por Baptista (1984). O conteúdo estomacal de juvenis de *Trachinotus marginatus* desta zona foi analisado por Monteiro-Neto & Cunha (1990). A dinâmica populacional e o ciclo reprodutivo do bivalve *Donax gemmula* foi investigado por Paes (1989).

Com relação ao meroplâncton, Veloso (1988) caracterizou a variação sazonal na abundância planctônica do hipídeo *Emerita brasiliensis* nas adjacências da Barra de Rio Grande e sugeriu padrões de circulação na zona costeira e de arrebentação para explicar a distribuição larval. O acompanhamento mensal das associações zooplanctônicas na zona de arrebentação interna está sendo realizado por J. C. Bersano* (com. pess.).

A distribuição espacial da fauna infralitoral além da zona de arrebentação interna foi estudada por Borzone (1988). Ainda nesta zona, Camargo & Borzone (em prep.) estão analisando a distribuição espacial dos poliquetas e sua relação com a profundidade e a composição sedimentológica.

Borzone & Gianuca (1990) sugeriram um padrão de zonação infralitoral do macrobentos que concorda com as zonas fisicamente discriminadas por Short (1983). Santos (1990) descreveu as variações sazonais dos sedimentos e dos perfis em vários pontos na Praia do Cassino, inferindo estados de energia das ondas.

*Dep. de Oceanografia, Universidade do Rio Grande, RS.

No Uruguai, Demicheli (1984, 1985a e 1985b), trabalhando com fauna similar à rio-grandense, propôs esquemas de zonação faunística para as zonas de arrebentação das praias da região.

No Paraná, Lunardon (1988) estudou os aspectos biológicos e hábitos alimentares do peixe papa-terra, *Menticirrhus littoralis*, na zona de arrebentação da Praia de Pontal do Sul. Souza (1991) realizou um estudo detalhado das variações sazonais da zonação do macrobentos da Praia de Barrancos.

Em São Paulo, Monteiro (1980) e Corbisier (1981) estudaram as variações temporais apresentadas pela macrofauna do mediolitoral de praias protegidas e expostas. Amaral e colaboradores estão desenvolvendo estudos das associações macrobênticas no mediolitoral ao longo de todo o litoral paulista. No momento, estão disponíveis resultados sobre as praias areno-lamosas do norte do estado (Amaral et al., 1990).

Segundo Brown & McLachlan (1990), as praias arenosas e suas zonas de arrebentação constituem ambientes fisicamente controlados, onde a energia das ondas é o parâmetro determinante da maioria dos processos físicos, químicos e biológicos. Neste contexto, os estados morfodinâmicos praias são reflexo da interação entre a energia das ondas e o material sedimentar disponível. Apesar de ter sido demonstrada a importância dos estados morfodinâmicos na determinação da estrutura (McLachlan, 1990) e do funcionamento (McLachlan & Romer, 1990) do ecossistema praial, estudos com esta abordagem são escassos, tanto em nível nacional quanto mundial. No Brasil, os únicos exemplos são os estudos de Santos (1990) e Borzone (1991), ambos desenvolvidos na

Praia do Cassino. O primeiro associou as diferenças espaciais nas taxas de mortalidade de *Scolelepis gaucha* às variações na estabilidade do ambiente mediolitoral. Borzone (1991) relacionou a predominância de moluscos r-estrategistas sobre k-estrategistas com as frequentes perturbações causadas pela migração de bancos lamosos no infralitoral ao sul da desembocadura da Lagoa dos Patos.

A zona de arrebentação de praias arenosas em conjunto com a praia subaérea constituem a unidade fundamental onde ocorrem os principais processos químicos (Eagle, 1983), físicos (Wright & Short, 1983, 1984) e biológicos (McLachlan, 1983) reguladores destes ambientes. O desconhecimento da composição faunística e dos processos ecológicos prevaletentes na zona de arrebentação, tanto em nível regional como mundial, representa, atualmente, o maior obstáculo para a compreensão do funcionamento do ecossistema praial.

O presente trabalho tem como objetivos:

- descrever a composição da macrofauna bêntica da zona de arrebentação interna da Praia do Cassino (Rio Grande,RS);
- identificar as associações macrobênticas locais;
- caracterizar a estrutura espacial (situação de verão) das associações macrobênticas e suas variações ao longo de gradientes verticais e horizontais de energia hidrodinâmica;

- caracterizar a estrutura temporal das associações macrobênticas e suas variações ao longo de um ciclo anual; relacionar a estrutura espaço-temporal e as variações das associações macrobênticas às características ambientais e às estratégias adaptativas das principais espécies.

2. ÁREA DE ESTUDO

2.1 Características Gerais

O litoral do Rio Grande do Sul está formado por praias arenosas que se estendem continuamente ao longo de 640 km entre Torres e Chuí, tendo as desembocaduras de Rio Grande e de Tramandaí como as únicas interrupções significativas (Delaney, 1965). O desenvolvimento das praias arenosas da linha de costa atual ocorreu ao longo da barreira arenosa e sobre conjuntos de cordões litorâneos originados na fase regressiva após a última transgressão (Villwock, 1987).

A Barra de Rio Grande é um canal de 20 km de extensão e largura variável entre 0,8 e 3 km, conectando a Lagoa dos Patos ao Oceano Atlântico (Kjerfve, 1986). A Lagoa dos Patos tem uma área de 10.360 km², recebendo uma bacia de drenagem de 140.000 Km²; apresenta-se em geral como um sistema dulcícola, com a região propriamente estuarina limitada à sua parte sul (Kjerfve, 1986). Sua vazão média, estimada em 1500 m³/s, carrega anualmente para as águas costeiras cerca de 4,5 milhões de toneladas de material particulado, 1350 toneladas de fosfato e 1400 toneladas de sais inorgânicos (Kantin, 1983).

Três tipos de frentes costeiras, identificadas por imagens de satélite, estão presentes na região adjacente à desembocadura de Lagoa dos Patos (Hartmann et al., 1990): uma frente estuarina resultante da interação de diferentes massas de água na extremidade sul da Lagoa dos Patos, uma frente de pluma de sedimentos resultante da penetração da água doce do Canal de São Gonçalo no oceano e uma frente de ressuspensão dos sedimentos

costeiros adjacentes à desembocadura, a partir da isóbata de 20m, formada por ação de ondas e correntes.

A região costeira adjacente à desembocadura da Lagoa apresenta cinco classes de sedimentos distribuídos em faixas batimétricas (Borzzone & Griep, 1991). Areias muito finas (3 a 4 phi) e muito bem selecionadas distribuem-se em profundidades menores do que 5 m, caracterizadas por intensa atividade de ondas. Abaixo de 5 m aparecem sedimentos mal selecionados, com tamanhos variando entre areia muito fina e argila, caracterizando, portanto, a existência de bolsões de lama na zona de águas rasas. Tais bolsões são formados por sedimentos trazidos em suspensão pela Lagoa dos Patos. Nesta área, os minerais pesados presentes na fração areia fina a muito fina, indicam o aporte atual de sedimentos à região costeira, provenientes da Formação Serra Geral (Tomazelli, 1978).

A plataforma continental rio-grandense é larga, até 180 km (Rocha et al., 1975), e de baixa declividade, em média 1:1000 (Martins et al. in Correa, 1987), sendo composta predominantemente por areia média à fina na sua face interna (Correa, 1987).

As características físico-químicas na coluna d'água da plataforma em frente a Rio Grande são resultantes da interação cíclica de massas de água de diversas origens, como a Água Sub-Antártica da Corrente das Malvinas, a Água Tropical da Corrente do Brasil e as águas costeiras da Lagoa dos Patos e do Rio da Prata (Castello & Moller, 1977; Castello et al., 1990).

O aporte do Rio da Prata na região costeira é mais importante

durante os meses de inverno, quando ocorrem marcadas diminuições de temperatura e salinidade e aumento de silicatos (Castello & Moller, 1977).

Recentemente, Castello et al. (1990) sugeriram que a influência das águas Antártica e Costeira e a intensidade da drenagem continental pelo Rio da Prata e Lagoa dos Patos possam ser os principais fatores que afetam a produção biológica na região.

Pereira & Miranda (1980) associaram a distribuição mais ao norte no inverno das águas do Rio da Prata, fluindo mais próximas da costa, e da Corrente das Malvinas, à uma corrente no sentido SW-NE. Os ventos predominantes de SW, o gradiente de densidade e a força de Coriolis intensificariam a ação da corrente SW-NE. Já o vento NE, frequente o ano todo, exerceria, exceto no inverno, uma força contrária à corrente SW-NE, gerando uma contra-corrente de NE-SW no setor raso entre 0-30 m. O aumento de intensidade dos ventos NE e E durante o verão resultaria em uma única corrente no sentido NE-SW. Fora destas estações, a estratificação horizontal pouco pronunciada das massas de água tornaria a circulação costeira superficial mais suscetível às variações das condições meteorológicas, gerando, portanto, as chamadas correntes de deriva. Estes mecanismos de geração e fluxo de correntes estão aparentemente relacionados com o deslocamento latitudinal sazonal da Convergência Subtropical mencionado por Castello & Moller (1977).

A costa do Rio Grande do Sul situa-se próxima à dois centros de ação atmosférica, o anticiclone do Atlântico, semi-fixo sobre o oceano entre 18^o e 35^o S e o anticiclone Móvel Polar que

migra sobre a Argentina entre 35° e 55° S e 50° e 60° W (Vieira & Rangel, 1988). Tais centros não só determinam as condições do clima em todo o sul do continente, como também são responsáveis pelos intensos e frequentes ventos na região.

Os ventos de NE, predominantes ao longo da costa durante todo o ano (Delaney, 1965), são mais intensos durante o verão-outono, enquanto que os ventos do quadrante sul são mais intensos durante o inverno-primavera (Costa et al., 1988).

A precipitação na região apresenta uma elevada variabilidade inter-anual, porém seu ciclo anual é marcadamente sazonal, com maiores índices ocorrendo durante o inverno e primavera (Delaney, 1965; Castello & Moller, 1978; Costa et al., 1988).

A pressão atmosférica apresenta maiores variações mensais durante o inverno, atribuídas às frequentes passagens de frentes frias seguidas de pronunciados centros de alta pressão comuns nesta estação do ano (Occhipinti, 1963). Este autor verificou que as amplitudes absolutas mensais e as amplitudes entre as médias diárias extremas do mês, durante o inverno, podem chegar a 24,3 e 19,7 mb, respectivamente.

A marcada sazonalidade nos fatores meteorológicos tem uma grande influência tanto na fisiografia da planície costeira (Delaney, 1965) quanto nos processos físicos, químicos, geológicos e biológicos da Lagoa dos Patos (Delaney, 1965; Castello & Moller, 1978; Calliari, 1980; Kantin, 1983; Baptista, 1984; Costa et al., 1988) e áreas costeiras adjacentes à sua desembocadura (Motta, 1969; Castello & Moller, 1977; Ferreira & Miranda, 1980; Hartmann et al., 1990; Castello et al., 1990;

Borzzone & Griep, 1991).

O vento é um importante modelador da morfologia da planície costeira do Rio Grande do Sul (Delaney, 1965); é responsável pela determinação da forma, sentido e profundidade de várias lagoas costeiras e pelo desenvolvimento de extensos campos de dunas ao longo da praia, com até 12 km de extensão em Mostardas e 25 m de altura, alinhados na direção do vento predominante NE.

A Lagoa dos Fatos, devido às suas características morfológicas e às condições ambientais que influenciam seus processos físico-químicos e sua gênese, foi classificada por Kjerfve (1986) como a maior "Choked Lagoon" do mundo. "Choked Lagoons" são caracterizadas por possuírem um único canal de entrada com baixa razão entre a área de sua seção e a área de superfície da laguna. São dominadas por ciclos hidrológicos/fluviais que controlam, junto com o vento, as variações de salinidade. Possuem longo tempo de residência; o nível de água e as correntes são fundamentalmente controlados pelos ventos. São comuns em costas com pequena amplitude de maré e alta energia de ondas que, interagindo com o sedimento, originam uma deriva litorânea importante na formação da barreira que separa a laguna do oceano.

De fato, a costa do Rio Grande do Sul pode ser classificada como de micromaré e de alta energia (Bird, 1984) com base na baixa amplitude da maré astronômica (0,47 m), em função da proximidade à um ponto anfidrômico (Hertz, 1977), e na estimativa média anual da altura significativa de ondas em 1,58 m (Wainer, 1963).

Costa et al. (1988) observaram uma alta correlação entre

direção e velocidade dos ventos e o regime de salinidade na porção estuarina da Lagoa dos Patos. Ventos do quadrante norte (>5 m/s) provocariam um fluxo de vazante tornando o canal de acesso oligohalino (<6 ‰), enquanto que ventos sul (>13 m/s) forçariam a entrada de água marinha pelo canal de acesso, propiciando condições polihalinas (>26 ‰).

Hartmann et al. (1990) observaram que a frente estuarina, a pluma de sedimentos na Lagoa dos Patos e a frente de ressuspensão dos sedimentos nas suas adjacências ocorrem sazonalmente. As duas primeiras são mais importantes no inverno-primavera devido aos maiores índices de precipitação e vazão dos tributários da Lagoa Mirim. A última também é mais importante durante o inverno-primavera, porém devido ao aumento da energia de ondas e ventos associados à passagem de frentes frias.

Castello & Moller (1978) verificaram alta correlação negativa entre a produção de camarões e a intensidade de chuvas na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, explicada pela menor penetração larval na lagoa durante épocas chuvosas e de intensa vazão.

2.2 Características da Praia

O estudo foi desenvolvido em um trecho da Praia do Cassino compreendido entre 500 m ao sul do molhe oeste da Barra de Rio Grande e o Terminal Turístico (Fig. 1). A nomenclatura adotada para as zonas físicas da praia, zonas adjacentes e seus limites está representada na Figura 2 e se baseia em Bascom (1964), Short (1983) e Borzone & Gianuca (1990). A linha de praia, no trecho estudado, apresenta uma orientação NE-SW (Fig.1). A declividade

da praia no trecho compreendido entre o Terminal Turístico e a Base da Botânica, situados respectivamente a 3 e 76 km ao sul do molhe oeste, é baixa ($0,72^{\circ}$ a $3,79^{\circ}$) e varia espacialmente, sendo mais inclinada nas estações mais ao sul (Santos, 1990). A declividade do perfil praial no Terminal é semelhante ao da Querência, localizada 8 km ao sul dos molhes, apresentando baixa variação anual (23%), com inclinações mais suaves no inverno ($0,88^{\circ}$) do que no verão ($1,99^{\circ}$).

Analisando-se os dados de Santos (1990) sobre as inclinações médias e variações sazonais do perfil praial ao longo de um ciclo anual em frente ao Terminal Turístico, verifica-se que há um aumento do inverno para o outono, com o perfil mais estável durante a primavera, outono e inverno e menos estável no verão (tabela abaixo). O perfil da Querência acompanha a mesma tendência, com a única diferença de na primavera ser mais inclinado do que no verão.

Tabela modificada de Santos (1990). Variação sazonal na declividade (em graus) dos perfis praiais subaéreos na Praia do Cassino no Terminal e na Querência entre junho de 1988 e maio de 1989. I - inverno, P - primavera, V - verão, O - outono.

Parâmetros	TERMINAL				QUERÊNCIA			
	I	P	V	O	I	P	V	O
Média(x)	1.152	1.367	1.567	1.697	1.037	1.595	1.413	2.077
Desvio (s)	0.237	0.075	0.415	0.317	0.300	0.092	0.661	0.486
CV(s/x.100)	20	6	27	19	29	6	47	24

A largura da praia subaérea varia de 50 m, próximo ao molhe oeste, até 300 m em frente ao Balneário do Cassino (Villwock & Martins, 1972).

O sedimento do mediolitoral no Terminal e na Querência forma um grupo com características estatísticas semelhantes, constituído por areias finas (diâmetro médio de 2,74 phi), bem selecionadas (0,38) na sua porção inferior e areias mais finas (diâmetro médio de 2,86 phi) e melhor selecionadas (0,34), na sua porção superior (Santos, 1990).

A zona de arrebatção da Praia do Cassino, compreendida entre a porção inferior do mediolitoral e a linha mais externa de quebra das ondas (Borzzone & Gianuca, 1990), mostrada na Figura 2, tem largura variável, dependendo do regime de ondas atuante. Durante períodos de calmaria, muito infrequentes na região (Motta, 1969) pela sua localização entre dois centros atmosféricos ativos (Vieira & Rangel, 1988), pode não existir uma zona de arrebatção ou a mesma pode estar formada por ondas muito pequenas (<10 cm) que quebram, praticamente, no mediolitoral inferior. Durante condições de elevada hidrodinâmica, com ondas de grande altura, o seu limite pode se estender até 5-6 m de profundidade, abrangendo uma extensão de 500 m (Borzzone, 1991). Porém, ao longo do ano, a zona de arrebatção apresenta normalmente extensão entre 50 - 150 m, com ondas de 1 a 1,5 m de altura, quebrando entre 1,5 e 2 m de profundidade (Gianuca, 1985; Paes, 1989). Borzzone (1988; 1991) e Borzzone & Gianuca (1990), baseando-se nos resultados de Paes (1989) e do presente estudo sobre a composição macrobêntica desta

zona, denominaram-na de Zona de Arrebentação Interna (Fig. 2). Esta zona também se caracteriza por possuir duas barras arenosas, a mais interna a 0,3 m e a mais externa a 1,5 m da superfície, formando duas linhas de arrebentação (Gianuca, 1985).

A zona compreendida entre 2 e 5 m de profundidade, onde as ondas quebrariam com menor frequência, foi denominada de Zona de Arrebentação Externa por Borzone (1988, 1991) e Borzone & Gianuca (1990). Esta se caracteriza por apresentar barras arenosas e turbulência máxima, que impede a deposição de finos.

Essas barras ficam menos pronunciadas de SW para NE na direção do molhe oeste (Gianuca, com. pess.), em resposta à uma intensa sedimentação local com marcada diminuição no perfil batimétrico (Calliari, 1980). Este fenômeno se deve ao rompimento do fluxo de deriva litorânea e de transporte de sedimento por ação física do molhe oeste (Calliari, 1980). A pendente infralitoral a partir da isóbata de 7 m é menor ao sul (1/1450) do que ao norte (1/833) da Barra de Rio Grande (Borzone & Griep, 1991).

Além da presença dos molhes, outros fatores controlam a morfodinâmica praial local. As ondas (Villwock & Martins, 1972; Borzone, 1988, 1991; Borzone & Gianuca, 1990; Santos, 1990), as correntes de deriva litorânea ("longshore") e as correntes de retorno ("rip currents") são os principais, não havendo, porém, influência significativa de correntes de maré astronômica, devido à sua baixa amplitude na região (Gianuca, 1985). As tempestades de outono também têm sido invocadas como importantes nos processos praias locais, atuando principalmente na formação das maiores ondas (Villwock & Martins, 1972; Gianuca, 1985; Santos,

1990). Sua gênese, porém, tem sido atribuída a passagens de frentes frias em alto mar e não a processos locais, devido à não concordância entre a direção dos ventos locais e das ondulações ("swell") predominantes (Wainer, 1963; Motta, 1969).

Alvarez et al. (1981) observaram que, para as praias ao norte do molhe leste, as vagas (ondas provocadas pelos ventos locais) são importantes modeladoras dos perfis praias durante o verão; as ondulações (formadas por ventos costa afora) são importantes durante o inverno.

Não há, até o momento, estudos que permitam caracterizar o clima de ondas nas imediações da Barra de Rio Grande. Há somente registros da altura e direção de ondas de curta duração (19/02 a 3/4/1973) feitos pelo INPH com mastro de ondas fundeado em frente à barra de acesso, a 10 m de profundidade. Durante o período, 94% das ondas registradas vieram de SE, 4% de SW e 2% de calmaria. A amplitude máxima foi de 4 m e a mínima de 0,75 m.

Apesar desses registros, as informações sobre o clima de ondas da região frequentemente citadas (Motta, 1969; Villwock & Martins, 1972; Homsí, 1978; Santos, 1990; Borzone, 1991) originaram-se de um acompanhamento anual feito por Wainer (1963) em Tramandaí, ao norte do Estado. Motta (1969), analisando as "Sea and Swell Charts" para o Atlântico Sul, concluiu que os dados de ondas de águas rasas de Tramandaí (Wainer, 1963) podem ser aplicados a Rio Grande, pois o clima de ondas de mar profundo das duas regiões é semelhante. Desta forma, segundo Motta (1969), o clima de ondas na costa em frente a Rio Grande apresenta ondas com períodos entre 6 e 18 s, sendo o significativo de 9 s e

altura significativa de 1,5 m, com recorrência anual de 3,5 m e altura máxima de 7 m ocorrendo a cada 30 anos, segundo uma correlação linear. As ondulações do quadrante sul, mais frequentes (60%, segundo Wainer, 1963), atingem alturas máximas durante tempestades de outono e apresentam maior capacidade de transporte. As vagas, pouco frequentes, vêm do quadrante E-NE (Motta, 1969).

Honsi (1978) classificou a costa do Rio Grande do Sul como a de maior energia de ondas em comparação com outros estados brasileiros.

A alta energia de ondas à qual a Praia do Cassino está submetida se reflete nas suas características sedimentológicas, hidrodinâmicas e biológicas (Gianuca, 1985).

Ao longo de uma extensão de 10 km da Praia do Cassino ocorre, esporadicamente, deposição massiva de sedimentos lamosos provenientes de regiões de águas rasas (Borzzone & Griep, 1991), que defaunam completamente a faixa do médio- e supralitoral (Martins et al, 1979, Gianuca, 1985).

Villwock & Martins (1972), baseados em apenas dois registros de ondas de 7 m de altura para Tramandaí (Wainer, 1963), calcularam as condições hidrodinâmicas nas adjacências da desembocadura da Lagoa dos Patos necessárias para a geração do evento de deposição de lama na praia. O material síltico-argiloso seria remobilizado, durante violentas tempestades, por ondas de 6 m de altura com velocidade orbital alcançando 321cm/s. As ondas quebrariam a partir da isóbata de 8 m, formando uma zona de arrebatção de 2000 m de largura e transportando a lama em suspensão até o supralitoral, onde esta se depositaria.

Gianuca (1985), baseando-se no índice de exposição proposto por McLachlan (1980b), classificou a Praia do Cassino como "Exposta".

Borzzone (1988), com base em registros da altura e períodos de ondas na zona de arrebatção feitos durante um único cruzeiro, calculou o Índice de Dean em 6,2 (Wright & Short, 1984b), classificando a Praia do Cassino como dissipativa. Este estado seria mantido em condições de alta energia geradas por ventos fortes, podendo passar a um estado intermediário do tipo barra-cava em condições de calmaria.

Já Paes (1989), utilizando os registros de ondas de Motta (1969) e a granulometria média anual do sedimento da zona de arrebatção interna, classificou a Praia do Cassino como Intermediária do tipo Barra-Cava ("Bar-Trough").

Santos (1990) observou variações espaço-temporais na morfologia dos perfis praias do Cassino, associadas a condições de maior ou menor energia de ondas. Os perfis até 8 km ao sul do molhe oeste (Terminal e Querência) apresentaram-se ligeiramente convexos, com inclinação suave e uniforme, caracterizando estado dissipativo com baixa variação ao longo do ano, porém com tendência a erosão. Nas transversais a 26 e 76 km ao sul do molhe oeste, os perfis apresentaram-se acentuados, com feições do tipo "crista-canal" no mediolitoral superior, caracterizando estado refletivo com alta variação anual e perfil de equilíbrio tendendo a acresção.

Calliari e colaboradores* (com. pess.), verificaram que a Praia do Cassino apresenta variação morfodinâmica espacial em função da morfologia da plataforma interna e ocorrência

localizada de biodetritos. O Terminal e a Querência apresentam morfodinâmica dissipativa podendo passar a intermediária, com valores de Ω de 4,7 a 8,9 e 2,5 a 7,09 respectivamente. Na localidade dos Concheiros, 180 km ao sul do molhe oeste, a praia pode oscilar entre os estados dissipativo, intermediário e refletivo com Ω s de 9,30, 2,30 e 1,0 respectivamente.

Parâmetros físico-químicos da coluna d'água na zona de arrebentação também apresentam um elevado dinamismo. Baptista (1984) detectou variações diárias de até 10 ‰ na salinidade, significativamente correlacionada com a intensidade das chuvas e dos ventos. Delaney (1965) observou, após intensas chuvas, a formação de enormes sangradouros na praia, com canais de até 1 m de profundidade e dezenas de metros de largura.

* Dr. Lauro Calliari (Dep. de Oceanografia, Universidade do Rio Grande, Rio Grande, RS, CEP 96200)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Amostragem da fauna

3.1.1. Amostragem para análise da variabilidade espacial

Entre 21 e 23 de fevereiro e 12 de março de 1990 foram realizadas amostragens, respectivamente em uma transversal situada em frente ao Terminal Turístico e noutra 2,5 km ao norte, próximo ao molhe oeste da Barra de Rio Grande (Fig. 1).

As amostragens foram feitas para identificar as associações macrobênticas locais, sua estrutura espacial e variabilidade ao longo de um gradiente horizontal (Molhe-Terminal) e vertical (zona de arrebentação externa-zona de varrido) de turbulência ou energia ambiental.

Nas duas transversais foram feitas amostragens com uma draga de arrasto, descrita no item a seguir, e com o "air-lift", amostrador pontual que succiona o sedimento e os organismos, desenvolvido durante este estudo. O amostrador é composto basicamente de 3 componentes: o air-lift propriamente dito (Fig. 3 ,IV), a garrafa de mergulho (I), que fornece ar simultaneamente para o mergulhador (II) e para o tubo de sucção através da traquéia com válvula de injeção de ar (III), originalmente destinada para o colete inflável. A corrente de sucção é produzida quando o ar injetado na extremidade inferior do tubo ascende e suas bolhas aumentam de tamanho por diferença de pressão. Maiores detalhes sobre sua estrutura, operação e

adequação para amostragem em fundos rasos de alta energia foram fornecidos por Borzone et al. (1990).

As amostragens com "air-lift" são do tipo direto, necessitando da realização de mergulho científico para operação do aparelho. Seguindo as recomendações do CMAS Comitê Científico da Confederação Mundial de Atividades Subaquáticas, CMAS (Flemming & Max, 1988) para mergulhos científicos, a amostragem foi realizada por uma equipe de 3 mergulhadores. Dois se encarregaram da amostragem propriamente dita, com um submerso operando o "air-lift" e outro em superfície dando apoio na troca dos copos coletores. O terceiro mergulhador ficou em terra, equipado para qualquer emergência ou eventual substituição. Além destes, mais 2 pessoas, no caso também mergulhadores, se encarregaram, em terra, da triagem e acondicionamento do material biológico. Este foi triado preliminarmente "in situ", etiquetado e acondicionado em sacos plásticos contendo líquido fixador (solução de formalina a 5%).

Foram amostradas 6 estações ao longo de cada transversal, abrangendo uma extensão aproximada de 220 m: com uma localizada na zona de varrido, quatro na zona de arrebenção interna (perfazendo 120 m de extensão) e uma logo atrás da linha mais externa de arrebenção (Fig. 4). Em cada estação foram coletadas 3 réplicas, cada uma resultante de 3 operações do "air-lift" até uma profundidade de 30 cm no sedimento. Na zona de varrido as amostras foram recolhidas manualmente com um tubo de PVC com as mesmas dimensões da unidade amostral do "air-lift" (área de $0,008 \text{ m}^2$).

A amostragem ao longo das transversais foi feita no sentido mar-terra, a partir da estação mais profunda (entre 2,5 e 3 m).

As estações foram posicionadas nas transversais a partir de pontos de referência fixos situados na base das dunas secundárias (Fig. 4), feições raramente destruídas por tempestades (Cordazzo*, com. pess.). As distâncias e profundidades de cada estação foram medidas com trena plástica e profundímetro de pressão Aqualange Citizen (precisão de 10cm). As estações tiveram suas posições fixadas por bóias conectadas por cabos a âncoras presas ao fundo. Com isto foi evitada a perda da localização da estação por deriva dos mergulhadores.

3.1.2. Amostragem para análise da variabilidade temporal

Para a análise da variabilidade temporal das associações macrobênticas, foram feitos 4 arrastos mensais com a draga durante o período de agosto de 1986 a outubro de 1987, ao longo da transversal situada em frente ao Terminal Turístico da Praia do Cassino (Fig. 1).

A draga retangular possui boca de 30 x 10 cm e saco de náilon de 40 cm com malha de 1 mm.

A amostragem envolveu os seguintes procedimentos:

1- transporte da draga (conectada à parte emersa da praia por um cabo de 100 m) a nado, até a linha de arrebentação mais externa;

*Dr. César Cordazzo (Dep. de Oceanografia, Universidade do Rio Grande, Rio Grande, RS, CEP96200)

2- arrasto em direção perpendicular à praia (Fig. 5) até a profundidade de 0,5 m (para evitar a captura de espécimes da zona de varrido);

3- lavagem do material in situ e acondicionamento como descrito anteriormente.

Não foi feito qualquer teste para quantificar a extensão do fundo efetivamente amostrada pela draga. Baseando-se na uniformidade textural dos sedimentos da zona de arrebentação, padronização das velocidades e distâncias dos arrastos (Holme & McIntyre, 1971), pressupô-se que o grau de preenchimento da draga foi dependente da extensão do fundo efetivamente amostrada. Foram, então, considerados arrastos bem sucedidos e comparáveis entre si, aqueles com no mínimo 80% do volume do saco da draga preenchido por sedimento. Caso contrário, o conteúdo resultante do arrasto foi descartado e o procedimento amostral repetido.

3.1.3. Processamento em laboratório

Após no máximo 48 horas, as amostras foram lavadas e transferidas para álcool 70%. O material foi triado em peneiras de 1 mm e os organismos identificados e quantificados sob microscópio estereoscópico. Com o auxílio de bibliografia e de especialistas, os organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível.

3.2. Amostragem de variáveis ambientais

No momento da amostragem biológica foram medidas a salinidade e temperatura da coluna d'água e coletado o sedimento da zona de

arrebentação interna. Para medição de salinidade e temperatura foram utilizados, respectivamente, o refratômetro "American Optical", com precisão de $2^{\circ}/\text{oo}$ e o termômetro de mercúrio Arba com precisão de $0,1^{\circ}\text{C}$. O sedimento foi coletado com tubos de PVC de 10 cm de diâmetro, através de mergulhos em apnéia. A análise granulométrica consistiu na separação da fração areia/silte através de peneira de $0,062\text{ mm}$, secagem da fração retida e posterior passagem desta por um jogo de peneiras com intervalos de $0,5\text{ phi}$, segundo escala de Wentworth ($\text{Phi} = -\log_2$ diâmetro do grão em mm). Os sedimentos das amostragens temporal e espacial foram analisados, respectivamente, nos laboratórios de sedimentologia dos Departamentos de Geociências (FURG) e Geologia (UFPR).

Dados diários de temperatura do ar e da água, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento, registrados na Estação Costeira da Marinha do Farol de Mostardas ($31^{\circ} 15'S$ e $50^{\circ} 54'W$), foram obtidos junto ao Banco Nacional de Dados Oceanográficos da DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha).

Dados adicionais de salinidade e temperatura da coluna d'água da zona de arrebentação interna da Praia do Cassino, também de registro diário, foram obtidos junto aos laboratórios de Carcinocultura e de Fitoplâncton, por gentileza do prof. M.A. Marchiori e da oceanóloga A.Z. Segatto, do Dep. de Oceanografia da FURG.

Os declives praias durante as amostragens do verão de 1990 foram medidos com o auxílio de topômetro, segundo metodologia

descrita por Santos (1990). O perfil foi plotado com referência ao nível do mar no momento da amostragem.

3.3. Tratamento dos dados

3.3.1. Variáveis ambientais

Com a finalidade de relacionar a passagem de frentes frias com o aumento dos níveis de energia praial, foi realizada uma série de análises espectrais (Priestley, 1981) dos dados meteorológicos. Fox & Davis (1976) caracterizaram passagens de frentes frias nas costas leste e oeste dos Estados Unidos a partir de parâmetros como a pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos, relacionando-as com o aumento do nível de energia hidrodinâmica (altura das ondas e velocidade das correntes de deriva) e com a conseqüente modificação da morfodinâmica praial. Correlações desta natureza são dificultadas no presente caso devido à escassez de dados sobre a hidrodinâmica das praias do Rio Grande do Sul. Apesar disto, inferências a respeito dos níveis de energia no ambiente praial podem ser feitas a partir da análise temporal dos parâmetros meteorológicos (Fox & Davis, 1976 ; Hale & Greenwood, 1980). Para se caracterizar a maior ou menor entrada de energia na praia local, devido à passagem de frentes frias, foram inicialmente plotadas séries temporais da direção, velocidade e componentes N-S/E-W dos ventos, da temperatura do ar e da pressão atmosférica. A seguir, foram calculados os espectros sazonais de todas as variáveis, com exceção da temperatura, para os períodos de inverno de 1986, verão de 1986/1987 e inverno de 1987, com o objetivo de

identificar épocas de maior atividade energética atmosférica.

A passagem de frentes frias é caracterizada por um abaixamento súbito de pressão atmosférica, acompanhado por mudança de direção e aumento de velocidade dos ventos e diminuição de temperatura do ar (Fox & Davis, 1976). As possíveis relações entre as variáveis meteorológicas foram verificadas através do cálculo das correlações lineares entre suas séries temporais. A fim de estabelecer as correlações lineares entre as diferentes componentes harmônicas estimadas, foram também calculadas as correlações entre os espectros anuais dos parâmetros meteorológicos. A partir da constatação de correlações significativas entre os espectros, procedeu-se ao cálculo dos espectros mensais da pressão. Esta variável foi escolhida devido à existência de elevadas correlações entre as sua séries e as séries temporais das ondas e correntes de deriva litorânea durante passagens de frentes frias nas costas leste e oeste americanas (Fox & Davis, 1976).

Para caracterizar os meses com maior ou menor entrada de energia no ambiente praial, foi estabelecido um "índice de energia espectral da pressão (IEE)". O valor deste índice leva em conta somente as componentes harmônicas significativas, sendo calculado para cada mês como o somatório do produto das amplitudes ao quadrado (energia) pelas suas respectivas frequências (Anexo 1). A significância da componente harmônica da pressão foi estimada pelo teste de Fisher (Anexo 1).

A caracterização do regime local de ventos baseou-se na quantificação da sua intensidade, obtida pelo somatório do

produto entre as velocidades do vento para cada direção e sua frequência (Goldsmith, 1973).

Os parâmetros estatísticos de média, mediana, desvio, curtose e assimetria, referentes à análise granulométrica do sedimento, foram obtidos através dos programas Angra I (Griep & Moraes, 1985) e Granulo (Departamento de Geociências, UNESP - Rio Claro), que seguem as formulações de Folk & Ward (1957).

3.3.2. Variáveis biológicas

Análises de classificação e ordenação foram aplicadas sobre matrizes de espécies por meses de coleta e de espécies por estações de coleta, com o objetivo de discriminar as associações macrobênticas e sua variabilidade espaço-temporal.

Dados de densidade (ind./0,024 m²) de cada taxon foram obtidos das amostragens com "air-lift" durante o verão de 1990.

Dados de abundância relativa (ind./arrasto) de cada taxon foram obtidos dos arrastos realizados entre agosto de 1986 e outubro de 1987 e verão de 1990.

Para as análises multivariadas foram utilizadas os dados das réplicas agrupadas de cada amostrador. Antes da execução das análises, procedeu-se à eliminação de taxa raros, através do cálculo, para cada taxon, do Coeficiente de Importância Parcial (CIP), no caso do "air-lift" e Global (CIG), no caso da draga. Os coeficientes foram desenvolvidos durante a execução do presente trabalho e são detalhados no anexo 2. Dos 33 taxa coletados com o "air-lift", foram eliminados aqueles classificados como de importância baixa com CIP < 0.4. Dos 67 taxa coletados pela draga entre agosto de 1986 e outubro de 1987 foram eliminados

aqueles classificados como de importância baixa com $CIG < 0.6$. Os dados agrupados de abundância relativa e de densidade dos taxa mantidos para as análises sofreram transformação do tipo $\log(x + 1)$, segundo Barnes (1952).

Como técnica de classificação e de ordenação, foram utilizadas, respectivamente, a Análise de Agrupamento (Romesburg, 1984) e a Análise de Correspondência (Greenacre, 1984).

Para a identificação das associações macrobênticas, foi executada a Análise de Agrupamento modo-R (Romesburg, 1984), que consiste em agrupar as espécies tendo como atributos os meses do ano, no caso da draga ou as estações, no caso do "air-lift". A estrutura espacial e temporal das associações foi identificada através da Análise de Agrupamento modo-Q, com os meses ou estações agrupados tendo como atributos as espécies. O método de agrupamento utilizado foi a união dos objetos pela média simples dos seus valores de similaridade (UPGMA).

A similaridade entre os objetos a serem agrupados foi calculada, na análise espacial, pelo coeficiente quantitativo de Bray-Curtis (Pielou, 1984) e na análise temporal, pelo coeficiente qualitativo de Ligação Simples ("Simple-Matching" "sensu" Hubálek, 1982). As fórmulas desses coeficientes são apresentadas no Anexo 3.

Para cada análise foi calculado o coeficiente de correlação cofenética (r) que mede o grau de distorção entre os valores de similaridade calculados e os valores de similaridade apresentados no dendrograma. O coeficiente é, em última análise, um teste de qualidade de ajuste do método de agrupamento aos dados em questão

(Romesburg, 1984).

Os grupos-espécies e grupos-estações ou grupos-meses do ano resultantes das análises de agrupamento foram interrelacionados através das "two-way coincidence table" (Clifford & Stephenson, 1975). Esta técnica consiste em rearranjar as linhas e colunas das matrizes originais de dados conforme os resultados das análises de agrupamento, permitindo a investigação visual da coerência e homogeneidade interna dos grupos formados nos diversos níveis de similaridade. Isto possibilita também a identificação de objetos "mal-classificados", agrupados com objetos de características (abundância ou constância) muito diferentes das suas, e posterior relocação (reallocation) em grupos de mesmas características (Clifford & Stephenson, 1975 ; Boesch, 1977). Este procedimento proporciona um aumento da homogeneidade interna dos grupos e da capacidade preditiva da classificação (Clifford & Stephenson, 1975).

Como a análise de agrupamentos pressupõe a existência de entidades discretas (Field et al., 1982), o que nem sempre ocorre na natureza, foi empregada também a técnica de ordenação conhecida como Análise de Correspondência. As técnicas de ordenação baseiam-se na existência de um **continuum** na natureza, ou seja, os eixos da ordenação representariam gradientes ambientais ou biológicos ao longo dos quais as espécies ou estações se distribuiriam (Austin, 1985). A Análise de Correspondência é uma poderosa técnica que permite ordenar tanto as espécies quanto as estações em um mesmo espaço multidimensional, facilitando a observação das suas relações ecológicas (Ludwig & Reynolds, 1988). Com esta análise, portanto,

a existência de gradientes horizontais, verticais e temporais de energia hidrodinâmica foi indiretamente verificada através da comparação da ordenação das espécies com a ordenação das estações e suas respectivas variáveis físicas.

A estrutura espacial e temporal das associações foi também caracterizada através de um diagrama tridimensional da Dominância Relativa Parcial (eixo X), Dominância Relativa Global (eixo Z) e Constância (eixo Y), suas fórmulas são apresentadas no Anexo 2.

A significância das diferenças entre os valores médios de variáveis biológicas como o número total de indivíduos, o número de espécies e a abundância ou densidade das principais espécies ao longo dos gradientes analisados, foi testada através de análises de variância unifatoriais (Modelo I), com os níveis dos fatores fixos e conhecidos (Underwood, 1981; Sokal & Rohlf, 1981).

Para estas análises foram utilizados os dados quantitativos referentes às réplicas não agrupadas. Em todas as análises, foi verificada a homocedasticidade (homogeneidade da variância) dos dados brutos através do teste de Cochran (Underwood, 1981). Variâncias heterogêneas entre as réplicas dentro dos tratamentos tornaram-se homocedásticas através da transformação $\log(x + 1)$, segundo Barnes (1952). As médias foram apresentadas como médias geométricas (antilog da média aritmética dos dados transformados), segundo Davis (1986). As comparações entre as médias das variáveis biológicas foram feitas através do teste a posteriori da Diferença Mínima Significante (Centeno, 1982).

A primeira bateria de Anovas foi executada para testar a

influência do grau de exposição, presumidamente maior no Terminal Turístico, sobre as variáveis biológicas. Os testes foram executados sobre os dados obtidos com o "air-lift" durante o verão de 1990, em estações situadas nos mesmos níveis das duas transversais. O mesmo teste foi feito para comparar as variáveis biológicas dos arrastos feitos no molhe com os do Terminal.

A segunda bateria de Anovas foi feita para verificar possíveis respostas da fauna a gradientes de energia de onda, aumentando na direção da zona de varrido e na direção das cristas das barras arenosas, onde a onda normalmente arrebenta. O teste foi executado separadamente para as estações de cada transversal amostradas com "air-lift".

A última bateria de Anovas testou a possível influência do aumento de energia hidrodinâmica do verão para o inverno sobre a fauna da Zona de Arrebentação Interna.

A hipótese de relação entre a estrutura temporal das associações e suas variações (grupos de meses) com as características ambientais físicas, foi testada através da Análise Discriminante Simples (ADS). Os fatores ambientais utilizados para gerar a função discriminante foram a intensidade dos ventos NE, S, SW, SE e E, a temperatura média da água e seu desvio padrão, além do índice de energia espectral da pressão atmosférica (Anexo 1). Para esta análise, o índice de energia espectral e a intensidade dos ventos foram considerados medidas indiretas da energia de onda na zona de arrebatção interna.

Os grupos de meses, nos quais serão verificadas as diferenças entre as características ambientais, foram formados a priori (análise de agrupamento) com base na informação de seus

atributos biológicos (presença ou ausência de espécies). Neste caso, a função discriminante produzida fornece a porcentagem de variação biológica que é explicada pela variação dos parâmetros ambientais considerados, além dos parâmetros mais importantes na discriminação dos grupos (Polgar, 1975; Shin, 1982; Ludwig & Reynolds, 1988; Borzone, 1988, 1991).

Para as análises numéricas foram utilizados os seguintes programas:

- Statgraphics (versão 2.0): espectros mensais de energia de pressão atmosférica, correlação entre séries temporais e correlação entre espectros anuais das variáveis meteorológicas, Anovas e Análise Discriminante Simples;
- NTSYS (versão 1.5, Rohlf, 1989): análise de agrupamento, coeficientes de similaridade, coeficientes de correlação cofenética, rearranjo das matrizes originais e Análise de Correspondência;
- MATLAB (V3.05, The MathWorks Inc., 1987): séries temporais e espectros sazonais.

4. RESULTADOS

4.1. Características ambientais

A temperatura média mensal da água do mar apresentou um padrão típico de variação sazonal, elevando-se gradualmente desde o fim do inverno de 1986 até dezembro do mesmo ano (Fig. 6a), oscilando no verão de 1986/87, até atingir a máxima de 24 °C em março de 1987. A partir daí declinou até atingir a média mínima de 13,8 °C em junho, iniciando então nova elevação até outubro.

A temperatura da água, tomada no momento da coleta, apresentou uma curva semelhante à da temperatura média, coincidindo no valor mínimo de 13,5 °C em junho de 1987. A máxima ocorreu em janeiro de 1987 (26,5 °C), quando houve queda na média mensal (Fig. 6a).

A temperatura média mensal da água apresentou variações no seu desvio padrão ao longo de todo o período, maiores que 1,5 °C nos meses de inverno, primavera e outono, e menores que 1,5 °C durante o verão. As maiores variações mensais da temperatura do ar estão associadas com as passagens de frentes frias, mais frequentes no outono-inverno. Em março, entretanto, ocorreu uma variação atípica de 1,94 °C, provavelmente devido a passagem de uma forte frente fria. O maior desvio (2,58) ocorreu em maio de 1987 (Fig. 6b).

A salinidade apresentou comportamento irregular durante o período, registrando-se os maiores valores na coleta de março de 1987 (29 ‰) e menores (18 ‰) na de setembro de 1986. Um valor excepcionalmente baixo (9 ‰) ocorreu por ocasião da coleta de setembro de 1987 (Fig. 6c).

Grandes variações de salinidade ocorreram dentro do mesmo mês, com os maiores coeficientes de variação registrados em setembro (23,5 %) e maio de 1987 (19,5%) e os menores em novembro de 1986 (8,75 %) e junho de 1987 (12,5%) (Tab. 1).

Durante as amostragens espaciais quantitativas do verão de 1990, foram levantados os perfis praias da parte subaérea e subaquosa rasa em frente ao Terminal Turístico e a 500 m ao sul do Molhe Oeste (Fig. 1).

Os dois perfis subaéreos apresentaram inclinações suaves, porém acentuadamente diferentes entre si (Fig. 7), com maior declive no Terminal Turístico ($1,76^{\circ}$) e menor no Molhe ($0,98^{\circ}$).

A morfologia dos perfis subaéreos também foi diferente. O perfil do molhe apresentou um sistema de crista-canal, formado a partir do nível da água no momento da amostragem, até 48-52 m em direção às dunas. A inclinação da crista foi mais acentuada em direção ao mar ($2,04^{\circ}$) configurando um aspecto côncavo. Em direção às dunas, a inclinação foi suave ($0,41^{\circ}$) até atingir o nível mais baixo do canal, a partir do qual acentuou-se levemente ($0,64^{\circ}$). No topo do perfil (Fig. 7a), a 52 m do nível da água, observou-se uma configuração plana, característica de bermas.

O perfil mais íngreme do Terminal Turístico apresentou uma feição semelhante ao perfil do Molhe, porém com a crista mais deslocada na direção das dunas (Fig. 7b). A face da crista voltada para o mar foi levemente menos inclinada ($1,5^{\circ}$), enquanto que sua face interna foi bem mais inclinada ($1,15^{\circ}$) quando comparada com o perfil do Molhe. A inclinação do canal em direção às dunas foi muito mais acentuada ($2,00^{\circ}$) do que a apresentada pelo Molhe

(Fig. 7b).

De uma maneira geral, o perfil subaéreo do Molhe apresentou uma tendência à convexidade e o do Terminal, à concavidade.

Os dois perfis subaquosos apresentaram inclinações bem suaves, praticamente iguais (Fig. 7), sendo de $0,67^{\circ}$ no Terminal e $0,70^{\circ}$ no molhe.

A sua morfologia, porém, foi distinta. No Molhe não houve formação de barras, ocorrendo apenas o aumento gradual da profundidade com o distanciamento da praia. No Terminal ocorreu a formação de duas barras arenosas, sendo a barra externa muito mais pronunciada do que a interna (Fig. 7). A barra externa apresentou uma crista bem desenvolvida a 1,70 m da superfície da água e uma cava profunda com 2,60 m. A barra interna apresentou crista e cava pouco pronunciada, a 1,20 e 1,40 m da superfície, respectivamente.

Além da variação morfológica, houve também diferenças nas características granulométricas do depósito sedimentar entre os dois perfis, e entre as zonas de varrido e de arrebentação.

O molhe apresentou areias muito finas com moda na classe de 3,5 phi, enquanto o Terminal apresentou areias finas com moda na classe de 3 phi em ambas as zonas (Tab. 2 e Fig. 8), sugerindo um menor grau de energia hidrodinâmica naquele local.

Nos dois perfis, a zona de varrido apresentou areias com diâmetro médio maior que as areias da zona de arrebentação interna (Tab. 2), indicando condições deposicionais de maior energia naquele local (Fig. 8).

Apesar da visualização de uma cauda de distribuição para o lado de areia mais grossa na zona de varrido do Terminal (Fig.

8), esta e todas as outras zonas apresentaram tendência estatística estimada como aproximadamente simétrica (Tab. 2). Todas as zonas apresentaram areias bem selecionadas com baixo desvio padrão (Tab. 2). Entretanto, duas classes de tamanho (3 e 3,5 phi) foram responsáveis pela maior percentagem em peso dos grãos (Fig. 8 e Tab. 2), refletindo o transporte de areia de maior tamanho pelas ondulações baixas de verão. Esta característica foi menos evidente na zona de arrebentação interna do molhe, onde a classe de 4 phi atingiu uma percentagem próxima da classe 3 phi (Fig. 8), devido ao bloqueio, pelo molhe, da carga de areia muito fina transportada pelas correntes de deriva litorânea de NE. As areias da zona de varrido do molhe e da zona de arrebentação interna do terminal apresentaram distribuição platicúrtica. Na zona de arrebentação do molhe e zona varrido do Terminal, as areias apresentaram distribuição mesocúrtica (Tab. 2). O maior achatamento da curva, porém, foi melhor visualizado para a zona de varrido do Terminal (Fig. 8).

As areias da zona de arrebentação interna do Terminal apresentaram uma clara variação do inverno para o verão em suas características granulométricas. Nos meses de agosto de 1986 e de abril a setembro de 1987 ocorreu apenas uma única moda (3,5 phi) na classe areia muito fina, com média variando entre 3,10 a 3,30 phi (Fig. 9 e Tab. 3). A assimetria foi, com exceção do mês de maio, negativa, caracterizando uma cauda de distribuição de areia mais grossa.

A areia apresentou seleção boa a muito boa e curva de distribuição leptocúrtica a muito leptocúrtica, caracterizando a

elevada uniformidade e intensidade do agente transportador (ondas curtas e de elevada amplitude).

Já em fevereiro de 1990 houve o aparecimento de areia fina (média de 2,95 phi), bem selecionada, com curva praticamente simétrica, bastante achatada (platicúrtica), ocorrendo duas classes de tamanho (3 e 3,5 phi) em porcentuais semelhantes (Tab. 3). O menor grau de achatamento no verão e diminuição da seleção refletiu a diminuição da intensidade e uniformidade do principal agente transportador durante o inverno-outono (ondas curtas de elevada amplitude) e predomínio de ação de ondulações longas e de baixa amplitude. Isto possibilitou o transporte e deposição de areia mais grossa (3 phi) junto com a areia mais fina (3,5 phi).

As diferenças entre o outono e o inverno de 1987 foram pequenas, refletindo-se apenas no maior conteúdo de areia mais grossa em abril e maio. Em maio ocorreu um aumento no conteúdo de areia muito fina, na classe de 4 phi (Fig. 9), indicando a ocorrência de um evento erosivo de alta energia próximo ao dia de amostragem. As distribuições de junho a agosto de 1987 e de agosto de 1986 foram idênticas (Fig. 9) com o sedimento muito bem selecionado (Tab. 3), mostra a elevada intensidade e uniformidade do agente transportador durante o inverno. Em setembro houve uma maior deposição de areia mais grossa e menor seleção por parte do agente transportador.

As medidas diárias de intensidade, direção e componentes do vento apresentaram variações mensais e sazonais irregulares, não sendo possível evidenciar qualquer padrão nas séries temporais (Fig. 10).

Nas séries temporais da pressão atmosférica (Fig. 11a) e

temperatura do ar (Fig. 12a), houve uma componente harmônica de baixa frequência e grande amplitude que caracteriza as diferenças inverno-verão.

O espectro sazonal da pressão apresentou um maior número de harmônicas de maior energia durante o inverno de 1986 e 1987 do que no verão (Fig. 11 b,c,d). O inverno de 1987 (Fig. 11 c) apresentou maior número de picos do que o inverno de 1986 (Fig. 11 b).

As componentes N-S e E-W do vento apresentaram maior número de harmônicas durante o inverno de 1986 e menor no verão e inverno de 1987, o mesmo ocorrendo para o verão em relação ao inverno de 1987 (Figs. 12 e 13).

A série temporal da temperatura do ar apresentou correlações negativas baixas, porém significativas ($P < 0,05$), com a série da pressão atmosférica e da direção do vento (Tab. 4). Além da temperatura, a pressão correlacionou-se negativamente com a direção do vento. As componentes do vento também correlacionaram-se positivamente, ainda que com baixo valor.

As componentes harmônicas de todas as variáveis, com exceção das componentes N-S e E-W do vento, apresentaram valores altos e significativos ($P < 0,05$) de correlação (Tab. 5).

As variáveis meteorológicas, portanto, correlacionaram-se bem no nível das frequências e não no nível do tempo, indicando que os fenômenos meteorológicos periódicos, como passagem de frentes frias, tiveram uma maior importância na área.

Um mínimo de 5 (fevereiro de 1987) e um máximo de 10 (novembro de 1986) componentes harmônicas significativas (Tab. 6)

foram extraídas dos espectros mensais da pressão atmosférica (Fig. 14).

Os índices mensais de energia espectral da pressão atmosférica calculados a partir destas componentes alcançaram elevados valores em novembro de 1986, maio e setembro de 1987, enquanto que os menores valores ocorreram em janeiro, fevereiro e março de 1987 (Tab. 6). De uma maneira geral foram mais elevados no outono e inverno de 1987, seguidos da primavera e inverno de 1986, não sendo, porém, significativas ($P > 0.05$) as diferenças entre as suas médias (Tab. 6)). O verão foi a estação com a menor energia média mensal ($P < 0,05$).

O vento mais intenso do quadrante norte durante o período de estudo foi o NE, enquanto que do quadrante sul foi o SW (Fig.15 a).

O vento de NE foi intenso em todas estações do ano, porém atingiu seus valores mais elevados na primavera de 1986 e verão de 1986/87. O vento SW foi intenso no inverno de 1986 e outono de 1987 (Fig. 15b). O SE foi mais intenso na primavera de 1986 e nos invernos de 1986/87, atingindo menor intensidade no verão de 1986/87.

4.2. Fauna

4.2.1. Composição

Durante o período de estudo foram registrados 69 taxa na zona de arrebentação interna da Praia do Cassino, 66 dos quais discriminados como espécies distintas (3 Chordata e o restante Invertebrata, Tab. 7). Das 63 espécies de invertebrados, 55 % eram Crustacea, 21% Polychaeta, 21 % Mollusca e 3 % pertenceram a outros grupos (Tab. 8). Os três taxa não identificados em nível específico foram o Amphipoda *Bathyporeiapus* (provavelmente 2 espécies), Nemertinea (número indeterminado de espécies) e Amphiuridae (provavelmente 2 espécies).

Dentre os Crustacea, os Peracarida de pequeno tamanho foram responsáveis pelo maior número de espécies (66%) e dentre os Mollusca, os Pelecypoda foram mais diversificados (62%) do que os Gastropoda (Tab. 8).

Nas amostragens feitas com draga, entre agosto de 1986 e outubro de 1987, foram coletados 21050 organismos distribuídos em 66 taxa (Tab. 9 e 10). Cinco taxa foram responsáveis por 91 % do total de indivíduos: o Bivalvia *Donax gemmula* (79,5%), o Amphipoda Peracarida *Phoxocephalopsis* sp (4,7%) , o Isopoda Peracarida *Macrochiridothea lilianae* (4,4%), juvenis de Amphiuridae (1,2%) e o Mysidacea Peracarida *Metamysidopsis atlantica* (1,2%) (Tab. 9).

Dos 66 taxa capturados pela draga, 32% ocorreram somente como formas recém-recrutadas ou juvenis de invertebrados (*Donax hanleyanus*, *Mesodesma mactroides*, *Tivela ventricosa*, *Amiantis purpuratus*, *Strigilla carnaria*, *Natica limbata*, *Diopatra viridis*,

Owenia fusiformis, Nereididae, Stomatopoda, Emerita brasiliensis, Majidae, Panopeus sp, Cyrtograpsus affinis, Callinectes sp, Penaeus paulensis, Mellita quinquesperforata, Amphiuridae) ou de vertebrados como a cabrinha Prionotus punctatus, o linguado Oncopterus darwini e a corvina Micropogonias furnieri.

Outros 26% ocorreram no estado adulto e juvenil, como os Mysidacea Metamysidopsis elongata atlantica, Bowmaniella brasiliensis, os Isopoda M. lilianae, Serolis bonariensis, Synidotea marplatensis e os Amphipoda Puelche sp, Bathyporeiapus spp, Phoxocephalopsis sp e Lysianassidae, os Decapoda Pinnixa patagoniensis e Arenaeus cribarius, os Bivalvia Corbula caribea e D. gemmula, o Gastropoda Parvanachis isabellei e os Polychaeta Nephtys simoni, Sigalion cirriferum e Hemipodus olivieri.

M. lilianae, Bathyporeiapus spp e Phoxocephalopsis sp apresentaram fêmeas ovadas ao longo de quase todo o período. O Portunidae A. cribarius ocorreu preferencialmente em estágios de crab e juvenil, com indivíduos adultos infrequentes nos arrastos devido a sua baixa capturabilidade.

Um total de 42 taxa foi amostrado pelo "air-lift" e pela draga na transversal próxima ao molhe oeste e em frente ao Terminal Turístico durante o verão de 1990 (Tab. 11 e 12).

Nas amostragens em diversos níveis (estações) das transversais, ocorreu um total de 1636 organismos pertencentes a 33 taxa (Tab.11). Aproximadamente 83% dos indivíduos pertenceram ao Spionidae Magelona riojai, 6% a D. gemmula, 2% a E. brasiliensis e 9% a outros taxa. Adultos e juvenis de E. brasiliensis, juvenis de D. hanleyanus e um espécime do Callianassidae Callichirus mirim foram coletados somente com o

amostrador de PVC na zona de varrido, não aparecendo nas amostragens feitas com o "air-lift" na zona de arrebentação. Nas amostras com o "air-lift", ocorreram 20 taxa na zona de arrebentação interna e 23 na zona de arrebentação externa, 10 dos quais restritos a esta zona (Anthozoa, Amphiuroidae, megalopa de Atelecyclidae, *P. isabellei*, *T. -ventricosa*, *Grubeulepis bracteata*, *Onuphis eremita oculata*, *Scoloplos ohlini*, *Sthenelais limicola* e *Owenia fusiformis*). Aproximadamente 68% do total de organismos coletados na zona de arrebentação externa pertenceram a uma só espécie, *M. riojai* (Tab.11). Entre os 20 taxa coletados pelo "air-lift" na zona de arrebentação interna, destacaram-se *M. riojai* e *D. gemmula* pelas suas maiores abundâncias. Sete espécies tiveram ocorrências restritas a esta zona, "crabs" e megalopas de *Callinectes* sp, os Peracarida *Huarpe* sp (único registro durante todo o período estudado), *Puelche* sp, *Lysianassidae* e *Macrochiridothea robusta*, o juvenil do *Bivalvia C. caribea* e um adulto do *Polychaeta tubícola Australonuphis casamiquelorum*.

Nas amostragens feitas com a draga ocorreram 33 taxa e 3330 organismos, 84% destes pertencentes a *D.gemmula* (Tab.12). Comparando-se os resultados obtidos, verifica-se que houve diferenças na composição específica, número total de espécies e de organismos coletados na zona de arrebentação interna durante o verão de 1990 dependendo do amostrador utilizado. A draga amostrou 1,6 vezes mais espécies (33) e 8 vezes mais organismos (3330) do que o "air-lift" (20 e 414 respectivamente). Das 20 espécies coletadas pelo "air-lift" (Tab.11), somente 3 não ocorreram nas amostragens com a draga (*Huarpe* sp, *C. caribea* e *A.*

casamiquelorum).

Entre as 16 espécies coletadas apenas pela draga, ocorreram indivíduos juvenis de 5 espécies de Mollusca (os Gastropoda *P. isabellei* e *Natica limbata*, e os Bivalvia *D. hanleyanus* e *T. ventricosa* e *A. purpuratus*), duas espécies de Polychaeta (*D. fusiformis* e *S. limicola*), mais abundantes na zona de arrebentação externa, duas espécies de Cumacea pouco abundantes (*Leptocuma kinbergi* e *Diastylis sympterigiae*), megalopas e recrutas de Decapoda (*E. brasiliensis*, *A. cribarius* e aff. *Ocyrode quadrata*), uma pós-larva de camarão-rosa (*P. paulensis*), poucos indivíduos de uma espécie de Ostracoda (*Leuroleberis poulsenii*), uma espécie de Paguridae (*Loxopagurus loxochelis*) e juvenis de Amphiruridae (Tab.12).

Os padrões de dominância de *D. gemmula* e *M. riojai* na zona de arrebentação interna diferiram dependendo do amostrador utilizado (Tab.13). *D. gemmula* foi significativamente mais abundante que *M. riojai* ($P < 0,05$) nas amostragens com a draga nas duas transversais. Já nas amostragens com o "air-lift", *M. riojai* ou foi significativamente mais abundante que *D. gemmula*, transversal próxima ao molhe oeste ($P < 0,05$), ou não houve diferença significativa entre suas abundâncias, transversal do Terminal Turístico ($P > 0,05$).

4.2.2. Associações macrobênticas e sua estrutura espacial

Para identificação das associações macrobênticas e caracterização de sua estrutura espacial, procedeu-se à eliminação de espécies ou taxa através do Coeficiente de Importância Parcial, CIP (Anexo 2). Foi utilizado este coeficiente e não o Coeficiente de Importância Global (CIG) devido à alternância de dominância entre as espécies nas várias estações de coleta das transversais (Tab. 11).

Com o estabelecimento do nível de "importância baixa" como critério de exclusão, 42% dos 33 taxa foram eliminados. Estes taxa foram considerados raros ou "não importantes", pois foram responsáveis por 85% dos zeros da matriz inicial e apenas 1,3 % do total de indivíduos. Portanto, 19 taxa "importantes" foram considerados nas análises de agrupamento e correspondência (Tab. 14).

A adoção do nível de "importância baixa" com o valor de $CIP < 0.4$ para a eliminação dos taxa, baseou-se no fato do "air-lift" ser um amostrador pontual de pequena superfície amostral. Isto faz com que a probabilidade de que atue sobre uma mancha de organismos varie para cada espécie em função dos seus padrões de dispersão estatística e de suas abundâncias. Neste caso, um nível de importância mais rigoroso (por exemplo, $CIP < 0.6$) poderia excluir espécies importantes para a discriminação de padrões biológicos.

O agrupamento dos 19 taxa em função de suas abundâncias ao longo das transversais do molhe e terminal revelou quatro associações faunísticas, discriminadas no nível de 86% de

dissimilaridade do dendrograma (Figura 16a). A associação 1, composta por 12 taxa distribuídas ao longo das duas transversais, apresentou uma baixa similaridade interna (25%) e foi dividida em dois subgrupos de 6 taxa cada. O subgrupo 1a apresentou similaridade interna de 44% e foi composto por *Nemertinea*, *N. simoni*, *S. cirriferum*, *D. gemmula*, *M. riojai* e *P. patagoniensis*. O subgrupo 1b apresentou similaridade interna de 25% e foi composto por *S. limicola*, *Metharpinia* sp., *S. carnaria*, *B. brasiliensis*, *Phoxocephalopsis* sp e *M. lilianaë*. A associação 2 constituída por apenas 3 espécies exclusivas da zona de arrebenção interna, *M. robusta*, *M. atlantica* e *Callinectes* sp., apresentou maior similaridade interna (47%). A associação 3 composta por *A. casamiquelorum* e *Puelche* sp.n., exclusivas da zona de arrebenção interna rasa e a associação 4 composta por *D. hanleyanus* e *E. brasiliensis*, exclusivas da zona de varrido, apresentaram altos valores de similaridade (60% e 74%, respectivamente).

O coeficiente de correlação cofenética da classificação de taxa apresentou um valor alto e significativo ($r=0,88$, $P < 0,05$, Fig. 16a). Tal valor indica que o método de agrupamento de UPGMA provocou uma baixa distorção (22%) dos valores de dissimilaridade entre os taxa, calculados pelo coeficiente de Bray-Curtis, ao apresentá-los sob a forma de dendrograma.

O agrupamento no modo-Q permitiu a identificação de dois grandes grupos de estações separados no nível de 94% de dissimilaridade do dendrograma (Fig. 16b). O primeiro grupo apresentou elevada similaridade interna (71%) e foi formado pelas estações das zonas de varrido (ZV) do molhe e do terminal. O

segundo grupo, com similaridade interna de 33%, foi formado pelas estações de zona de arrebenção interna e externa (ZA) dos dois locais. A zona de arrebenção ainda foi separada em três sub-grupos: ZA1, no nível de 33% de similaridade, englobando as estações da primeira barra arenosa e a estação 9 do molhe; ZA2, no nível de 55%, caracterizado pelas estações mais afastadas da zona de varrido no Molhe e no Terminal; ZA3, caracterizado apenas pela estação 8, a 50 m da zona de varrido do molhe (Fig. 16b).

O dendrograma do modo-Q apresentou um coeficiente de correlação cofenética elevado e significativo ($r=0,97$ e $P<<0,05$, Fig. 16b), com mínima distorção (3%) dos valores de dissimilaridade calculados pelo coeficiente de Bray-Curtis.

A matriz original com as linhas (espécies) e colunas (estações) rearranjadas conforme as análises de agrupamentos no modo R e Q respectivamente, permitiu a interrelação entre os grupos-espécies e os grupos-estações, possibilitando a seguinte caracterização dos padrões de distribuição das associações macrobênticas (Tabela 15):

Associação 1 (G1) caracterizada por espécies abundantes e distribuídas, em geral, ao longo das zonas de arrebenção interna e externa. Apresentou dois subgrupos (Fig. 16a e Tab. 15). O subgrupo 1a foi composto por 6 espécies distribuídas exclusivamente na zona de arrebenção interna e na única estação da zona de arrebenção externa das duas transversais. Apenas *M. riojai* e *P. patagoniensis* apareceram também na zona de varrido, porém com baixa abundância (um indivíduo cada). *D. gemmula* e *S. cirriferum* ocorreram em todas as estações da zona de arrebenção

interna e externa. *M. riojai* apresentou distribuição semelhante, só não ocorrendo na cava da primeira barra da ZAI em frente ao terminal turístico. *N. simoni* só não ocorreu na primeira barra arenosa no terminal e na estação 9 dos molhes (a 70 m da zona de varrido). *Nemertinea* e *P. patagoniensis* ocorreram desde a estação da zona de arrebentação externa até as estações situadas a 70 metros da zona de varrido nas duas transversais.

O subgrupo 1b foi composto por espécies menos abundantes, coletadas exclusivamente nas zonas de arrebentação interna e externa, porém com ocorrência preferencial em determinadas estações destas zonas. *S. limicola* ocorreu exclusivamente na zona de arrebentação externa, enquanto que *Metharpinia* sp. se distribuiu apenas nesta zona no Terminal Turístico e nas estações mais afastadas da zona de varrido (entre 170 e 220 m) no molhe oeste. *S. carnaria* ocorreu na crista e na cava da segunda barra do terminal e na estação mais distante da zona de varrido (220 m) na transversal do molhe. *B. brasiliensis* ocorreu nas cristas das duas barras arenosas do Terminal e a 70 e 220 m da zona de varrido no molhe oeste. *Phoxocephalopsis* sp e *M. lilianae* ocorreram na cava da segunda barra arenosa e na zona de arrebentação externa do Terminal. A primeira espécie apareceu também a 50 m da zona de varrido nas duas transversais enquanto que a segunda apareceu também na estação 10, a 120 m da zona de varrido do molhe oeste.

Associação 2 - Formada por três espécies pouco abundantes, *M. robusta*, *M. atlantica*, megalopas e crabs de *Callinectes* sp., com distribuição exclusiva na zona de arrebentação interna, restrita às estações próximas da zona de varrido (até 70 m de distância).

Apenas *M. atlantica* ocorreu também na zona de arrebentação externa.

Associação 3 - Formada exclusivamente por *A. casamiquelorum* e *Puelche* sp.n. ocorrendo apenas na estação 8, mais próxima da zona de varrido na transversal do molhe oeste.

Associação 4 Formada por juvenis de *D. hanleyanus* e juvenis e adultos de *E. brasiliensis* que apresentaram abundância moderada e ocorreram exclusivamente na zona de varrido das duas transversais.

A plotagem simultânea dos valores de Dominância Relativa Global (DRG), Parcial (DRP) e Constância (C) de cada taxa coletado pelo "air-lift" nas duas transversais possibilitou a caracterização dos padrões de dominância e constância das associações e sua separação espacial no diagrama tridimensional. As espécies da associação 1a posicionaram-se na região de dominância relativa global moderada a muito alta, dominância relativa parcial baixa a muito alta e constância alta a muito alta (Fig. 17a e b). As associações 1b e 2 apresentaram, de uma maneira geral, valores de dominância e constância similares, variando entre baixo a moderado. A associação 3 situou-se no quadrante inferior do diagrama (Fig. 17b). Suas duas espécies, *Puelche* sp.n. e *A. casamiquelorum*, apesar de pouco abundantes, apresentaram DRPs mais altas que algumas espécies da associação 1a, devido à sua distribuição restrita a uma estação (8), onde as demais espécies tiveram baixa abundância. *M. robusta*, mesmo pertencendo à associação 2, posicionou-se junto a *Puelche* sp e *A. casamiquelorum*, devido à sua ocorrência restrita à estação 2 onde

ocorreram poucas espécies com baixa abundância (Tab.15).

A associação 4 devido à abundância moderada, ocorrência restrita e exclusiva das suas duas espécies na zona de varrido, apresentou DRP variando entre alta e muito alta, DRG moderada e C baixa, posicionado-se no quadrante inferior direito próxima à associação 3 (Fig.17b).

As espécies eliminadas também formaram um grupo coeso e bem separado espacialmente, localizado no extremo inferior esquerdo do diagrama, que caracteriza uma zona de dominâncias relativas parciais, globais e constâncias baixas a muito baixas (Fig. 17a). Isto, portanto, validou o critério de eliminação de espécies com "importâncias" classificadas como "baixas" pelo CIP. A polarização na localização das espécies raras e espécies "muito importantes" (associação 1a), respectivamente no extremo inferior esquerdo e extremo superior direito (Fig. 17a), possibilita a definição de zonas ou regiões no diagrama, de maior ou menor importância das espécies, facilitando a visualização de características estruturais das associações, baseadas nos conceitos de dominância relativa parcial, global e constância.

A ordenação das estações e dos taxa ao longo dos três primeiros eixos formados pela análise de correspondência revelou a existência de três gradientes responsáveis pela explicação de 74,5% da variação total. O primeiro gradiente, associado ao eixo 1 e responsável por 43% da variação total, separou a zona de varrido, submetida a constantes mudanças de perfil e ao fluxo ("swash") e refluxo ("backwash") das ondas, da zona de arrebatção externa e interna (Fig. 18a). O segundo gradiente, associado ao eixo 2 (16% de variação), separou o grupo 1 da zona

de arrebenção interna (ZAI), onde as ondas estavam quebrando, dos grupos 2 e 3 mais distantes da zona de varrido. Foi observada no eixo 3 (com 14% de variação associada), a separação da estação 8 em relação às demais, possivelmente em resposta a um gradiente, porém não identificado.

A superposição no mesmo plano fatorial das associações faunísticas, discriminadas pelas análises de agrupamentos, com as estações de coleta validou as classificações feitas com as análises de agrupamento, mostrando o posicionamento das espécies ao longo dos gradientes (Fig. 17b).

As estações e espécies que mais contribuíram para a variação explicada pelo eixo 1 foram, respectivamente, as localizadas na zona de varrido (1 e 7) do Terminal e do molhe (92%) e *E. brasiliensis* e *D. hanleyanus* (92,4%). Para o eixo 2, foram as estações mais próximas da zona de varrido (2 e 9) nas duas transversais, a estação da zona de arrebenção externa (6) no Terminal (91%) e as espécies *M. robusta*, *M. atlantica* e megalopas de *Callinectes* sp. (80%). Para o eixo 3, foram as estações 8, mais próxima da zona de varrido e 12 (zona de arrebenção) da transversal do molhe oeste (95%), além das espécies *Puelche* sp e *A. casamiquelorum* (81%).

As análises multivariadas evidenciaram que as associações macrobênticas se estruturaram no espaço em resposta primariamente a gradientes verticais de energia hidrodinâmica. De fato, não houve diferenças significativas ($P < 0.05$, Tab.16) entre o número de espécies, número total de indivíduos e densidade das principais espécies coletadas pelo "air-lift" ao longo do

gradiente horizontal de exposição entre as estações do Terminal Turístico, mais exposto, e do molhe, menos exposto a ação das ondas. A análise do material coletado pela draga, entretanto, apresentou alguns resultados diferentes. Com exceção de *D. gemmula* e do número total de indivíduos, ocorreram diferenças significativas ($P < 0.05$) nas abundâncias das principais espécies coletadas pela draga entre as duas transversais (ANOVA, Tab. 17). Em geral, animais epifaunais com maior mobilidade, como *Phoxocephalopsis* sp, *M. lilianae* e *B. brasiliensis* apresentaram maiores abundâncias médias no Terminal (Tab.12). Isto não ocorreu com os crabs e megalopas de *Callinectes* sp., mais abundantes no molhe (Tab.12), provavelmente devido à maior concentração de fêmeas desovantes neste local durante o verão de 1990. O número total de indivíduos, excluindo-se *D. gemmula*, foi, também, significativamente maior ($P < 0.05$) no Terminal (Tab. 17). Os principais taxa responsáveis por essa diferença foram *Phoxocephalopsis* sp, *M. lilianae*, *B. brasiliensis* e *E. brasiliensis* (Tab. 12), animais de hábito epifaunal ou cavador superficial.

Como evidenciado pelas análises multivariadas, houve diferenças significativas ($P < 0.05$) entre o número de espécies, número total de indivíduos e densidades das espécies dominantes (*Magelona riojai* e *Donax gemmula*) ao longo do perfil do Molhe (Tab. 18). Em geral houve um aumento significativo ($P < 0.05$) no número de espécies, número total de indivíduos e na abundância de *M.riojai*. das estações da zona de varrido e de arrebenção interna para a zona de arrebenção externa (Tab.11). *D. gemmula* foi significativamente mais abundante nas estações próximas à

zona de arrebentação externa (4 e 5) do que nas estações rasas e na zona de arrebentação externa ($P < 0.05$, Tab.18 e Tab.11). *N. simoni*, *S. cirriferum* e *P. patagoniensis* apresentaram abundâncias médias similares ao longo desta transversal ($P > 0.05$, ANOVA Tab.18 e Tab.11).

No Terminal, o número de taxa, número total de indivíduos e a abundância de *M. riojai* foram significativamente maiores ($P < 0.05$) na zona de arrebentação externa (Tab.19). *P. patagoniensis* apresentou abundâncias médias significativamente maiores na crista da primeira barra arenosa ($P < 0.05$, ANOVA Tab.19) quando comparado com as outras estações da transversal (Tab.11). *D. gemmula*, *S. cirriferum* e *N. simoni* apresentaram abundâncias médias não significativamente diferentes ($P > 0.05$) ao longo da transversal (ANOVA Tab.19 e Tab.11).

A comparação do número total de indivíduos no Terminal e no Molhe, excluída a espécie dominante (*M. riojai*), não evidenciou diferenças significativas ($P > 0.05$, Tab.18 e 19). Isto mostra que a resposta ao gradiente vertical não foi uniforme para as espécies não dominantes. Algumas espécies ou aumentaram sua densidade na direção da zona de varrido (*M. atlantica* e *P. patagoniensis*) ou foram exclusivas e abundantes nesta zona (*E. brasiliensis* e *D. hanleyanus*) ou de zonas próximas, como foi o caso de *A. casamiquelorum* e *Puelche* (Tab. 11 e 15). Outras, aumentaram sua densidade ou foram exclusivas das estações mais distantes da zona de varrido como por exemplo, *S. limicola*, *Metharpinia* sp, *Nemertinea*, *Phoxocephalopsis* sp, *M. lilianae*, *B. brasiliensis*, *S. carnaria*.

4.2.3. Associações macrobênticas e sua estrutura temporal

Para a identificação das associações macrobênticas e caracterização da sua estrutura temporal através de análises multivariadas, procedeu-se à eliminação de taxa através do CIG (Anexo 2). Este coeficiente foi considerado mais adequado devido à dominância numérica de *Donax gemmula* durante todo o período amostral (Tab. 9 e 10).

A adoção do nível de "baixa importância" ($CIG < 0.6$) como critério de exclusão, permitiu a eliminação de 66 % de um total de 67 taxa. Estas taxa foram considerados "raros" ou "não importantes", já que responsáveis por 82 % dos zeros da matriz inicial e apenas 1,4 % do número total de indivíduos. Permaneceram 23 taxa para processamento das análises multivariadas (Tab. 20).

O estabelecimento de um nível mais rigoroso de eliminação baseou-se nas características próprias dos arrastos com draga, que permitem a obtenção, ainda que qualitativa, de dados de áreas muito mais extensas do que amostradores pontuais como o "air-lift". Aumenta-se assim a probabilidade de coletar um maior número de espécies com distribuição agregada, característica comum em ambientes praias. Isto se aplica mais à epifauna de menor tamanho e aos cavadores superficiais do que a organismos infaunais cavadores profundos, devido a limitada penetração desta draga no substrato (estimada em 2 cm).

A análise de agrupamento no modo-R evidenciou três associações macrobênticas discriminadas no nível de 51% de similaridade do dendrograma (Fig. 19a). A associação I,

inicialmente composta por 12 espécies, 10 das quais presentes durante quase o ano todo, apresentou similaridade interna de 57% e foi dividida em dois subgrupos. O subgrupo Ia apresentou similaridade interna alta (87%) e foi composto por 5 espécies representadas por *D. hanleyanus*, *Phoxocephalopsis* sp, Amphiuroidae, *S. cirriferum* e *D. gemmula*. O subgrupo Ib apresentou 57% de similaridade e esteve formado por *M. atlantica*, *M. liliana*, *P. patagoniensis*, *N. simoni*, *Bathyporeiapus* sp, juvenis de *E. brasiliensis* e *Fuelche* sp. Essas duas últimas espécies foram consideradas "mal-classificadas" (vide resultados da matriz rearranjada), sendo relocadas a posteriori nas associações II e III respectivamente (Tab.24). A associação II, constituída inicialmente por 7 espécies mais frequentes no grupo Verão (*P. isabellei*, *T. ventricosa*, Lysianassidae, *B. brasiliensis*, megalopas e crabs de *Callinectes* sp, *M. riojai*, e *S. bonaerensis*), apresentou similaridade interna de 58%. A associação III apresentou similaridade interna mais baixa (50%) e foi constituída inicialmente por Nemertinea, *S. marplatensis*, *Cheiriphotis* sp e *M. mactroides*, espécies mais frequentes no grupo Inverno.

O dendrograma resultante da classificação dos taxa apresentou um coeficiente de correlação cofenética alto e significativo ($r = 0.80$ e $P < 0.05$, Fig.19a), evidenciando o baixo desvio (20%) dos valores de similaridade calculados pelo coeficiente de Ligação Simples ("Simple-Matching").

A análise de agrupamento no modo Q, com as similaridades entre os meses de coleta calculadas pelo coeficiente de Ligação Simples, possibilitou a formação de dois grupos discriminados no

nível de 55% de similaridade do dendrograma (Fig. 19b). O grupo chamado genericamente de INVERNO (IV), composto pelos meses de agosto, e setembro de 1986 e maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro de 1987, apresentou 62% de similaridade (Tab. 10). O grupo genericamente denominado de VERÃO (V), composto pelos meses de outubro e dezembro de 1986 e janeiro, março e abril de 1987, apresentou 72% de similaridade interna.

A classificação dos meses de coleta apresentou um coeficiente de correlação cofenética alto e significativo ($r = 0.82$ e $P < 0.05$, Fig. 19b), mostrando a baixa distorção (16%) das similaridades calculadas pelo coeficiente de Ligação Simples e agrupadas pelo método de UPGMA.

A matriz original das espécies pelos meses de coleta rearranjada conforme os resultados das análises de agrupamento, possibilitou a identificação e relocação de duas espécies "mal-classificadas", bem como a caracterização dos padrões de distribuição temporal das 3 associações faunísticas (Tab. 21):

Associação I formada por 10 espécies presentes na zona de arrebentação interna ao longo de pelo menos 67% do período amostrado. Foi dividida em dois subgrupos, Ia e Ib. O subgrupo Ia apresentou espécies presentes durante todo o período (*D. gemmula*, *S. cirriferum*, *Phoxocephalopsis* sp e *Amphiuridae*). Juvenis de *D. hanleyanus* fugiram um pouco deste padrão, não ocorrendo em março e em abril (dia 25) de 1987. O subgrupo Ib foi formado por espécies frequentes durante pelo menos 57% dos meses do grupo VERÃO. *Bathyporeiapus* spp não ocorreu apenas em janeiro (dia 13), março e abril (dia 4) de 1987 do grupo VERÃO. Já no

grupo Inverno, *N. simoni* e *M. liliana* ocorreram em 62,5% dos meses, enquanto *P. patagoniensis*, *M. atlantica* e *Bathyporeiapus* spp, em 75%.

Associação II foi composta por 8 espécies com maior ocorrência nos meses do grupo de Verão (entre 71 e 100%) e menor no grupo de Inverno (entre 0 e 38%). *S. bonaerensis* apesar de ter ocorrido em apenas 43% dos meses do grupo VERÃO, foi bem característica desse grupo, ocorrendo em apenas 12% dos meses do grupo INVERNO. *E. brasiliensis* foi relocada nesta associação pela maior semelhança entre seus padrões de distribuição temporal e o padrão geral das espécies desse grupo. Apresentou valores de ocorrência similares aos de *M. riojai*, aparecendo em 38% dos meses do grupo INVERNO e 86% dos meses do grupo VERÃO. Apenas *B. brasiliensis* e *T. ventricosa* ocorreram exclusivamente nos meses do grupo VERÃO. *Lysianassidae* e *Callinectes* sp apareceram em apenas 12% e *P. isabellei* em 25% dos meses do grupo INVERNO. Esta associação foi caracterizada também por ser formada na sua maior parte (50%) por espécies em fases juvenis de desenvolvimento (*P. isabellei*, *T. ventricosa*, *E. brasiliensis*, *Callinectes* sp). *B. brasiliensis*, *S. bonaerensis* e *Lysianassidae* apareceram também em fases adultas, inclusive apresentando fêmeas ovadas.

Associação III foi constituída por 5 espécies com maior ocorrência nos meses do grupo INVERNO (50 a 75%) e menor nos meses do grupo VERÃO (0 a 43%). *Puelche* sp foi relocada nesta associação devido à sua maior frequência (75%) nos meses do grupo INVERNO e menor (43%) nos meses do grupo VERÃO. Recrutas de *M. mactroides* foram exclusivos do grupo INVERNO, aparecendo desde junho a outubro de 1987. *S. marplatensis* e *Cheiriphotis* sp

tiveram ocorrências esporádicas no grupo VERÃO (29%), apresentando elevadas abundâncias (Tab.10) em abril (dia 4) e setembro de 1987, quando ocorreram associados a massas de detritos vegetais e animais coletados pela draga.

A plotagem simultânea dos valores de Dominância Relativa Global (DRG), Parcial (DRP) e Constância (C) de cada taxa possibilitou a caracterização dos padrões de dominância e constância das associações ao longo do tempo e sua separação no diagrama tridimensional. As espécies da associação I posicionaram-se na região de dominância relativa global moderada a muito alta, dominância relativa parcial baixa a muito alta e constância alta a muito alta (Fig.20a e b). As associações II e III, embora caracterizadas por possuírem espécies com ocorrência preferencial, respectivamente no grupo VERÃO e no grupo INVERNO, apresentaram valores de dominância relativa global e parcial e constância similares e, de maneira geral, mais baixos que os da Associação I, separando-as no diagrama (Fig.20a e b). Embora tenha ocorrido alguma sobreposição nas características de certas espécies da Associação I com das Associações II e III, estas foram caracterizadas por valores de dominância relativa global variando entre muito baixo e alto, dominância relativa parcial entre baixo e moderado e constância entre baixo e alto. *Puelche* sp e *E.brasiliensis* posicionaram-se no diagrama junto às espécies dessas associações, como consequência da maior semelhança entre suas características estruturais e as características gerais dessas espécies. Isto portanto validou a relocação de *Puelche* sp e *E.brasiliensis* nas associações III e II, respectivamente.

As espécies eliminadas das análises multivariadas, através do critério de "baixa importância global", formaram um grupo posicionado no canto inferior esquerdo do diagrama (Fig.20a). Estas espécies apresentaram valores de dominância relativa global, parcial e constância variando entre muito baixo e baixo. Das 44 espécies eliminadas (Tab.20), apenas 18% apresentou dominância relativa global, parcial ou constância moderada (*Ollivancillaria auricularia*, *Hemipodus olivieri*, *Leuroleberis poulsenii*, megalopas e crabs de *Arenaeus cribarius*, juvenis de *Mellita quinquiesperforata*, *D. viridis*, *Owenia fusiformis* e *Diastylis sympterigiae*). O critério de eliminação foi, portanto, considerado satisfatório.

A ordenação dos meses de coleta e dos taxa ao longo dos 3 primeiros eixos formados pela Análise de Correspondência, revelou a existência de três gradientes, responsáveis pela explicação de 65% da variação total. O primeiro gradiente, associado ao eixo 1 com 35% da variação total, separou totalmente o grupo de meses INVERNO do grupo de meses VERÃO. O primeiro grupo está submetido à condições meteorológico-hidrodinâmicas médias mais energéticas do que o segundo. Porcentagens menores da variação total apresentadas pelos eixos 2 (17%) e 3 (13%), separaram os meses dentro de cada grupo, sugerindo a existência de gradientes internos. No caso do eixo 2, não foi identificado o fator responsável pelo gradiente. Já no caso do eixo 3, a separação interna dos meses foi associada a existência de um gradiente de intensidade de chuvas, com maiores índices em agosto e setembro de 1987 e menores em agosto e setembro de 1986 (Fig.22).

A superposição das ordenações das associações faunísticas

(Fig.20b) e dos grupos de meses (Fig.20a) em um mesmo plano fatorial validou as classificações feitas através das análises de agrupamento, mostrando o posicionamento das espécies ao longo dos possíveis gradientes

As variáveis que mais contribuíram para a variação explicada pelo eixo 1 foram os meses de janeiro (dias 13 e 26), março, abril (dia 25), junho, julho e outubro de 1987 (78%) e as espécies *M.mactroides*, *T.ventricosa*, *B.brasiliensis*, *Lysianassidae*, *Callinectes* sp e *Puelche* sp (72%). Para o eixo 2 foram os meses de agosto, setembro e dezembro de 1986, maio e setembro de 1987 (80%) e as espécies *P.isabellei*, *Bathyporeiapus* spp, *M.riojai*, *Cheiriphotis* sp, *S.bonaerensis* e *Puelche* sp (73%). Para o eixo 3 foram os meses de agosto e setembro de 1986, março, abril (dia 4), julho e agosto de 1987 (77%) e as espécies *Cheiriphotis* sp, *Nemertinea*, *S.marplatensis* e *E.brasiliensis* (74%).

A comparação dos valores médios de número total de espécies, de indivíduos e abundâncias das principais espécies da zona de arrebentação interna da Praia do Cassino ao longo do tempo, foi feita através de uma bateria de 12 ANOVAs (Tab.22).

Diferenças significativas no número total de espécies por arrasto, número total de indivíduos por arrasto e abundâncias (ind/arrasto) de *D. gemmula*, *P. patagoniensis* e *M. lilianae* ocorreram entre os meses de coleta ao longo do período estudado ($P < 0.05$, Tab 22), sendo marcantes aquelas entre os meses dos grupos INVERNO e VERÃO, formados independentemente pelas análises de agrupamento.

O número total de indivíduos e de espécies foi, em média, significativamente maior ($P < 0.05$, Tab.22) nos meses referentes ao grupo VERÃO (405,75 a 827,75 e 13,00 a 21,50 respectivamente) e menor nos meses referentes ao grupo INVERNO (122,00 a 297,50 e 6,25 a 10,50 respectivamente). *D. gemmula* e *M. lilianae* foram significativamente mais abundantes ($P < 0.05$, Tab.20) nos meses do grupo VERÃO (397,41 a 594,38 e 10,05 a 97,55 respectivamente) do que nos meses do grupo INVERNO (46,87 a 265,36 e 0,00 a 3,36 respectivamente). No entanto, *D. gemmula* apresentou, em dezembro de 1986, uma abundância (248,31) significativamente menor que as abundâncias do grupo VERÃO, agrupando este mês com os meses do grupo INVERNO (Tab.22). *M. lilianae*, por outro lado, apresentou uma alta abundância em outubro de 1987 (27,82), significativamente maior que aquelas dos meses do grupo INVERNO, agrupando este mês com os meses do grupo VERÃO. *P. patagoniensis* também apresentou abundâncias maiores nos meses do grupo VERÃO (1,00 a 3,26) e menores no grupo INVERNO (0,00 a 0,41), não sendo, porém, significativas essas diferenças entre os dois grupos ($P > 0.05$, Tab.22).

O número total de indivíduos, excluindo a espécie dominante *D. gemmula*, apresentou também diferenças significativas ao longo do ano ($P < 0.05$, Tab.22), aumentando dos meses do grupo INVERNO para os meses do grupo VERÃO. Este aumento, entretanto, foi gradual, não havendo diferença significativa entre os 2 grupos de meses ($P > 0.05$, Tab.22).

Os juvenis de Amphiuridae foram significativamente mais abundantes ($P < 0.05$, Tab.22) entre agosto de 1986 e maio de 1987 (3,00 a 15,31) e menos abundantes entre junho e outubro de 1987

(0,19 a 0,86).

Phoxocephalopsis sp, *Bathyporeiapus* spp, *N. simoni* e *S. cirriferum* também apresentaram diferenças significativas nas suas abundâncias relativas ao longo dos meses coletados, não relacionadas, porém, a padrões sazonais ($P < 0.05$, Tab.22).

Marcadas variações inter-anuais nas abundâncias médias de três espécies da associação Ia são verificadas quando comparados os meses do inverno e primavera de 1986 com os de 1987. De uma maneira geral, *D. gemmula* e juvenis de *Amphiuridae* foram significativamente mais abundantes ($P < 0.05$, Tab.22) no inverno e primavera de 1986 (Tab.10) *D. hanleyanus* apresentou um padrão inverso, sendo significativamente mais abundante ($P < 0.05$, Tab.22) no inverno e primavera de 1987 (Tab.10). Apenas *S. cirriferum* e *Phoxocephalopsis* sp não apresentaram abundâncias significativamente diferentes entre os meses de setembro e agosto de 1986 e 1987, respectivamente ($P > 0.05$, Tab.22).

4.2.4. Relações dos padrões temporais da macrofauna com as variáveis ambientais

A análise discriminante simples dos grupos de meses **INVERNO** e **VERÃO** gerou uma função discriminante significativa ($P < 0.007$), com elevada correlação canônica, responsável por 100% de separação entre os dois grupos (Tab.23).

A separação total entre os grupos de meses, com base nas variáveis ambientais escolhidas, embora de natureza correlativa, fortaleceu a hipótese de estruturação sazonal das associações faunísticas em resposta a gradientes de energia meteorológica e hidrodinâmica.

A função discriminante correlacionou-se positivamente, em ordem decrescente de importância, com a intensidade do vento de NE, a temperatura média da água, o índice de energia espectral da pressão atmosférica e o desvio padrão da temperatura da água (Tab.23). Já a intensidade dos ventos de SW e E apresentaram correlações negativas com a função discriminante.

Os grupos de meses foram, portanto, caracterizados pelas seguintes condições ambientais (Tab. 23):

INVERNO (IV) - Ocorreram os maiores níveis médios de energia espectral da pressão atmosférica. Os ventos do quadrante S foram mais intensos (com exceção de SE), a água apresentou temperaturas médias bem mais baixas, porém com maiores oscilações mensais. Apesar do vento NE ter sido o mais intenso durante esses meses, as suas intensidades foram menores do que no verão. Os ventos de E também foram menos intensos nesta época.

VERÃO (V) - Ocorreram também períodos de níveis elevados de

energia (Nov/86), porém com muito menor frequência (IEE médio de 90, Tab. 23). Os ventos de NE, E e SE foram mais intensos nesta época, enquanto os ventos de SW e S diminuíram sua intensidade. A temperatura média da água foi maior e suas oscilações menores durante este período.

5. DISCUSSÃO

5.1. O ambiente físico

As praias arenosas da costa do Rio Grande do Sul são ambientes de alta energia que apresentam variabilidade sazonal na sua morfodinâmica. Esta variabilidade é um reflexo das flutuações cíclicas nos níveis de energia de ondas associadas às mudanças sazonais dos fatores meteorológicos.

Vários autores (Gianuca, 1985; Borzone, 1988; Paes, 1989; Borzone, 1991) têm registrado tais variações, fortemente embasados em observações empíricas, sem uma quantificação dos fatores condicionadores e das respostas da praia. Santos (1990) foi o único a acompanhar as variações morfodinâmicas locais, descrevendo detalhadamente as respostas da praia (variação do perfil, morfologia e características granulométricas) ao clima de ondas e de ventos locais. Com isto, caracterizou dois gradientes morfodinâmicos praiais, um espacial e outro temporal. O gradiente espacial seria evidenciado por uma diminuição na dissipatividade do perfil conforme aumenta a distância do molhe oeste no sentido. Conforme o autor, isto ocorreria em resposta a um aumento na granulometria média do sedimento do mediolitoral e, conseqüentemente, na inclinação dos perfis praiais.

No presente estudo, o aumento na inclinação e na granulometria do sedimento do perfil subaéreo do molhe para o terminal, com formação neste perfil de uma barra e uma cava subaquosas acentuadas, reforçam a idéia de uma menor dissipatividade da praia com o distanciamento do molhe oeste. Isto, entretanto, não implica numa mudança de estado

morfodinâmico entre molhe e terminal, verificada entre os perfis Terminal/Querência e 5 km sul/Botânica por Santos (1990). Há apenas uma diminuição da influência física do molhe nas condições hidrodinâmicas do Terminal, permitindo que este perfil esteja sujeito à mesma ação das ondas que o perfil da Querência (vide orientação da costa na figura 1), resultando num morfodinamismo semelhante (Santos, 1990).

Com respeito ao gradiente temporal, todos os perfis investigados por Santos (1990) responderam de maneira similar. Apresentaram-se menos dissipativos, tipo crista-canal, em condições de menor energia de ondas no verão e mais dissipativos, perfil de tempestade, em condições mais energéticas de outono, provocadas por violentas ressacas durante passagens de frentes frias. De acordo com seus dados, porém, os perfis apresentaram as menores inclinações (portanto mais dissipativas "sensu" Wright & Short, 1984a) durante o inverno e as maiores inclinações durante o verão-outono. Esta aparente falta de coincidência temporal entre níveis energéticos da onda e resposta dos perfis é resultado do acompanhamento incompleto do clima de ondas realizado por Wainer (1963) e trabalhado por Santos (1990). De uma maneira geral, o registro de ondas, realizado duas vezes ao dia, teve uma baixa taxa (46%) de aproveitamento (Wainer, 1963), sendo menor na primavera e inverno (34% e 36%) e maior no verão-outono (60% e 71%). Em julho, por exemplo, não houve qualquer registro. Este é o único registro costeiro de ondas durante um ciclo anual na costa do Rio Grande do Sul, tendo sido exaustivamente utilizado por diversos autores tanto para fins de

engenharia costeira (Motta, 1969; Homsí, 1979a , 1979b) quanto para caracterização do clima de ondas local (Homsí, 1978; Santos, 1990; Borzone, 1991; presente estudo). Homsí (1978) e Santos (1990), por exemplo, chegaram a afirmar que o inverno é a estação de menor energia de onda, enquanto que a primavera (Homsí, 1978) ou o outono (Santos, 1990) são as estações de maior energia.

Holmes (1975) afirmou que a "Ocean wave statistics" é a melhor estatística de ondas de mar profundo realizada em escala mundial. Esta estatística se baseia em observações visuais feitas em navios durante longo período de acompanhamento. Apesar de não possuir o grau de detalhamento necessário para aplicações em engenharia costeira, devido às limitações da observação visual para ondulações longas e de baixa amplitude, tal estatística é útil na caracterização do clima de ondas (Holmes, 1975).

A descrição do clima de ondas da costa do Rio Grande do Sul (Área 44, Hogben & Lumb, 1962) através da "Ocean wave statistics" revela que as maiores ondas significativas ocorrem na primavera-inverno ($3,05 = 2,99 \text{ m}$; $P > 0,05$) diminuindo significativamente no outono ($2,61\text{m}$; $P < 0,05$) até chegar na sua menor altura média ($2,34\text{m}$; $P < 0,05$) durante o verão. Seus períodos são maiores durante o verão e primavera ($8,79 = 8,75 \text{ s}$; $P > 0,05$) diminuindo significativamente ($P < 0,05$) durante o inverno e outono ($8,05 = 7,71\text{s}$; $P > 0,05$). As maiores alturas associadas aos menores períodos de ondas durante o inverno sugerem que as tempestades fora da costa ocorrem predominantemente nesta época do ano, e em menor frequência, no outono.

A energia da onda varia em função direta do produto do seu comprimento pelo quadrado da sua altura (Davies, 1980). Portanto,

o clima de ondas de mar profundo da costa gaúcha é caracterizado por maiores níveis médios de energia na primavera-inverno e menores no verão-outono.

Esta tendência sazonal no clima de ondas de mar profundo é verificada também nos espectros sazonais e mensais da pressão atmosférica, que apresentaram maior quantidade de picos significativos de energia durante o inverno e menor durante o verão. As elevadas correlações entre as componentes harmônicas da temperatura do ar, direção e velocidade do vento com as componentes da pressão atmosférica sugerem uma maior entrada de energia na praia durante o inverno e menor durante o verão. A variabilidade observada está associada a fenômenos periódicos que ocorrem em intervalos variando entre 4 e 20 dias. Estes fenômenos, conhecidos como frentes frias, são mais frequentes e intensos durante o inverno (Occhipinti, 1963; Homsí, 1978; Santos, 1990), devido ao fortalecimento do anticiclone polar com conseqüente aumento do seu poder migratório e drenagem de massas de ar frias no sentido SW-NE (Vieira & Rangel, 1988).

Santos (1990) caracterizou a maior passagem de frentes frias no inverno de 1989, através do cálculo de correlações positivas e significativas entre o coeficiente de variação da temperatura do ar e a frequência de vento do quadrante W-S. As maiores variações nas amplitudes da pressão atmosférica ocorrem no inverno durante a presença desses ventos (Occhipinti, 1963). Isto explica o maior número de picos durante o inverno de 1986 e 1987 apresentados nos espectros sazonais da pressão atmosférica e os maiores valores mensais do índice de energia espectral para esta estação do ano.

Há, entretanto, a possibilidade de passagem de frentes frias intensas, porém de menor frequência, durante o fim da primavera-início de verão (Alvarez et al., 1980; Paz, 1985), às quais atribui-se o elevado valor do índice de energia espectral mensal da pressão atmosférica encontrado em novembro de 1986.

A menor quantidade de picos significativos no espectro sazonal da pressão atmosférica e seus menores valores de energia espectral mensal durante o verão de 1986-87 indicaram uma diminuição na frequência de frentes frias. No outono de 1987 houve um aumento significativo ($P < 0,05$) no valor médio da energia espectral da pressão atmosférica, indicando um aumento na frequência de passagens de frentes frias. Bernardi et al. (1987) registraram uma retirada de 48 cm de areia de um perfil a 70 km ao sul do molhe oeste da praia do Cassino, logo após uma ressaca associada à passagem de uma frente durante o outono de 1985. Apesar de se ter registrado uma diminuição na energia espectral da pressão atmosférica do inverno de 1986 para o verão de 1986-87 e conseqüente aumento no inverno de 1987, observou-se uma menor energia média no inverno de 1986 e maior no inverno de 1987, embora não significativa ($P > 0,05$). Estas diferenças são conseqüências de uma variabilidade inter-anual natural (Occhipinti, 1963) e não descaracterizam a sazonalidade no ciclo inverno e verão quando acompanhadas durante longos períodos (30 anos), necessários para caracterizar a climatologia dos elementos meteorológicos de uma região (IPAGRO, 1979).

A análise granulométrica do sedimento da zona de arrebenção interna da praia do Cassino permitiu identificar variações texturais, ainda que pequenas, relacionadas às condições de maior

e menor energia hidrodinâmica durante o inverno e verão, respectivamente. Apesar de não terem sido feitas coletas sistemáticas de sedimento ao longo de todos os meses estudados (só o inverno de 1987 teve todos os meses amostrados), foi possível identificar algumas tendências sazonais nas características granulométricas e fazer inferências a respeito dos agentes de transporte e ambiente de deposição prevalentes. Os sedimentos coletados no inverno de 1987 foram constituídos por areias muito finas e muito bem selecionadas, refletindo a alta energia e a constância das ondas, principal agente selecionador e transportador. As mesmas características apresentadas pelos sedimentos em agosto de 1986 sugerem que as diferenças inter- anuais nos níveis de energia espectral da pressão atmosférica não foram suficientes para modificar o ambiente morfodinâmico da zona de arrebentação. Já em abril e maio (outono) e setembro (início da primavera), houve uma diminuição na energia e na uniformidade da ação das ondas, refletidas na diminuição da seleção e no aumento da granulometria, evidenciado na deposição de areia mais grossa. A diminuição de energia da onda atingiu seu extremo no verão (fevereiro de 1990), quando ocorreu maior deposição de areias de maior tamanho, mudando a classificação da areia de muito fina para fina.

Santos (1990), trabalhando com os sedimentos do mediolitoral, constatou uma mudança nas características sedimentológicas associadas à erosão do perfil durante condições de alta energia no outono e à deposição no perfil durante condições de baixa energia no verão. Entretanto, as modificações sedimentológicas

descritas pelo autor, seguiram o padrão inverso ao apresentado neste estudo; ocorreu uma diminuição do tamanho do grão e aumento da seleção em condições de deposição e o contrário durante fases erosivas. Os resultados sedimentológicos do mediolitoral apresentados por Alvarez et al. (1980) para 3 perfis praiiais feitos entre o molhe leste e São José do Norte confirmam aqueles obtidos para a zona de arrebentação interna do Cassino. Estes autores verificaram um aumento na seleção e diminuição do tamanho do grão após um ciclo erosivo de alta energia associado a uma forte ressaca ocorrida no verão de 1979.

Todas essas evidências sugerem que o aumento nos níveis de energia hidrodinâmica no ambiente praiial é resultado da ação de ondas (swell ou ondulações) formadas por tempestades fora da costa (provavelmente no cinturão gerador de tormenta entre 47° e 56° LS (Davies, 1980) e da ação de ondas formadas por tempestades associadas à passagem de frentes frias locais. Estes níveis de alta energia, mantidos constantes durante o inverno pela maior frequência de frentes frias nesta estação, manteriam a praia no estado morfodinâmico dissipativo. Neste estado, ocorreria a erosão do perfil subaéreo (Alvarez et al., 1980; Santos, 1990) com diminuição da sua inclinação e redistribuição dos sedimentos na zona de arrebentação formando barras múltiplas (Wright et al., 1979). A presença destas feições na praia do Cassino foi sugerida por Gianuca (1985) e Borzone & Griep (1991).

O enfraquecimento do anticiclone polar móvel durante o verão (Vieira & Rangel, 1988) proporcionaria uma diminuição das passagens de frentes frias na região com o decréscimo de níveis energéticos das ondas. Neste momento, a atuação de ondulações

longas e de baixa amplitude, provavelmente de SE, promoveria o transporte e deposição de areias mais grossas no perfil subaéreo, aumentando sua inclinação (Santos, 1990). O perfil assim formado é conhecido como perfil de verão (King, 1972) ou perfil de ondulação (Komar, 1976). Ciclos sazonais de erosão no inverno e deposição no verão foram constatados na costa brasileira em praias do Rio de Janeiro (Gallisaires et al., 1990) e da Bahia (Farias et al., 1985). Na costa oeste americana foram registrados nas praias dos estados de Oregon (Fox & Davis, 1976; Komar, 1976) e da Califórnia (Bascom, 1951; Morin et al., 1985).

Davies (1980), baseado em informações meteorológicas e do clima de ondas coletadas em escalas mundiais durante longos períodos, classificou a costa brasileira entre Sergipe e Rio Grande do Sul como ambiente de ondulação da costa leste ("East coast swell environment"), devido ao predomínio de ondulações provenientes de leste. Conforme Carter (1988), costas dominadas por ondulações apresentam marcadas mudanças sazonais no clima de ondas. Isto explicaria o padrão geral de erosão-deposição apresentado pelas praias das costas sul, sudeste e nordeste brasileiras.

Wright & Short (1983, 1984), estudando as praias da Austrália, conseguiram integrar fatores hidrodinâmicos e morfológicos, aparentemente díspares, gerando modelos coerentes que explicam as variações morfodinâmicas praias que ocorrem no domínio do tempo e espaço. As praias sujeitas a variações temporais na energia da onda tenderiam a mudar do estado morfodinâmico dissipativo (de alta energia) para o refletivo (de

baixa energia) ou vice-versa, conforme o nível de energia em que se encontrassem. Isto dependeria também da disponibilidade de sedimento e do gradiente e rugosidade ("roughness") da plataforma interna.

Borzzone (1988), baseando-se nestes modelos e em dados pontuais, sugeriu que a praia do Cassino apresentaria características dissipativas durante períodos de fortes ventos, que mudariam para intermediária do tipo banco-cava (aqui denominado de barra-cava) durante épocas de calmaria. Santos (1990) verificou que as mudanças no clima de ondas e na morfologia do mediolitoral apoiam essa hipótese.

As modificações nas características morfológicas e sedimentológicas do mediolitoral (Santos, 1990) e nos níveis de energia durante o inverno suportam a existência de um estado morfodinâmico dissipativo nesta época (vide representação esquemática na figura 23a). No verão, porém, embora os níveis de energia possibilitem a mudança para o estado intermediário tipo barra-cava, estágio seguinte ao dissipativo na sequência acrescionária do perfil (Wright & Short, 1984), as características morfológicas do perfil subaéreo não se ajustam ao modelo descrito por Wright et al. (1979, 1986) e Wright & Short (1983, 1984). O sistema de crista-canal é uma feição que surge em condições de baixa energia, características do último estado intermediário antes do refletivo (Wright et al, 1979 ; Wright & Short, 1983 e 1984). A coexistência de feições do tipo crista-canal e barra-cava pronunciada cria um paradoxo morfodinâmico não explicado pelas condições locais de energia hidrodinâmica (compare os perfis das figuras 7b e 23b).

Segundo Wright & Short (1984), o grau de mobilidade entre os estados morfodinâmicos é função das variações do clima de ondas, ventos, marés e das características sedimentares. Baixas variações nestes parâmetros implicam condições mais frequentes ou modais nos fatores operadores e na resposta morfodinâmica praial. Portanto, o grau de mobilidade dos estados morfodinâmicos está relacionado com o estado modal da praia.

Tomando-se como base observações visuais feitas durante este estudo e informações de Delaney (1965), Gianuca (1985) e Paes (1989) para altura modal de onda na arrebentação de 1,5 m, período modal das ondas de 9 s (Wainer, 1963) e velocidade média de decantação do sedimento mediolitoral (Santos, 1990) de 1,1212 cm/s, foi calculado um valor de Ω de 14,86. Este valor permite classificar a praia do Cassino a 3 km ao sul do molhe oeste como no estado modal altamente dissipativo ("Highly Dissipative State", "sensu" Wright & Short, 1984), também chamado de ultradissipativo por McLachlan (1990). Este estado é característico de praias com abundância de areias finas e persistência de ondas de grande amplitude (Wright et al., 1982). Nestas praias, variações nos valores de Ω acima de 6 implicam somente em um aumento ou diminuição na largura da zona de arrebentação, sem haver mudança do estado morfodinâmico.

As praias na região costeira adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos apresentam uma única população de sedimento formado por areias finas a muito finas (Santos, 1990; Alvarez et al., 1981). A plataforma interna nas adjacências da desembocadura da Lagoa dos Patos apresenta sedimentos com texturas arenosas,

siltico-argilosas e argilosa-siltica e um baixo gradiente batimétrico (Borzzone & Griep, 1991).

O estado modal altamente dissipativo da praia do Cassino nas adjacências da Lagoa dos Patos é mantido não só pela elevada abundância de areias finas a muito finas, mas também pelo baixo gradiente batimétrico que provoca uma constante e acentuada dissipação na energia das ondas. Estas duas características mantêm o perfil em um estado morfodinâmico próximo ao dissipativo durante condições de baixa energia. O resultado disto é a formação da barra-cava. A inclinação do perfil subaéreo, porém, se mantém baixa devido ao equilíbrio entre tamanho de grão e inclinação do perfil (King, 1972), que impede a formação de perfis íngremes com grãos de pequeno tamanho. O aparecimento do sistema de crista e canal pode estar relacionado com migrações de barras subaquosas em direção à praia, durante estágios acrescionários de baixa energia (Carter, 1988). A verificação desses processos, entretanto, só será possível após um acompanhamento detalhado dos complexos processos hidrodinâmicos que operam na zona de arrebentação local.

Wright et al., 1979 sugeriram que, além do clima de ondas, sistemas estuarinos e fluviais atuais possam também estar contribuindo no controle das variações morfodinâmicas praias através do fornecimento de sedimentos para a praia e plataforma interna adjacente.

A baixa mobilidade no estado morfodinâmico da praia do Cassino adjacente a desembocadura da Lagoa dos Patos pode, portanto, estar relacionada não só com o clima de ondas, mas também com a proximidade da possível fonte de sedimentos praias.

As areias muito finas desta área são consideradas aporte atual da Lagoa dos Patos (Tricart, 1965; Tomazelli, 1979; Alvarez et al., 1981), tais quais os sedimentos lamosos que atapetam a plataforma interna adjacente (Rocha et al., 1975; Correa, 1987; Borzone & Griep, 1991). A deposição desses sedimentos nas áreas adjacentes à Lagoa e o seu transporte por ondas e correntes de deriva litorânea, nos sentidos norte e sul, provocam uma diminuição batimétrica acentuada logo ao norte e ao sul da desembocadura. Isto resulta em uma progradação da linha de praia na ordem de 10 a 80 m/anuais (Calliari, 1980). A diminuição da batimetria é, portanto, outro fator responsável pela baixa mobilidade dos estados morfodinâmicos praias que possivelmente está relacionado com a contribuição atual de sedimentos pela Lagoa dos Patos.

A ocorrência de praias no estado modal altamente dissipativo nas adjacências de desembocaduras de rios e estuários foi constatada também por Wright et al. (1982) na costa sudeste da Austrália.

A saída de sedimentos finos pela desembocadura da Lagoa dos Patos é um fenômeno amplamente aceito (Martins et al., 1972; Villwock & Martins, 1972; Calliari, 1980; Villwock & Martins, 1987) e frequentemente registrado (Hartman et al., 1990). O aporte atual de areias pela Lagoa, porém, é ainda de natureza especulativa, necessitando ser verificado após a devida quantificação dos processos envolvidos como taxas de exportação da região estuarina e de deposição na plataforma interna adjacente.

5.2. FAUNA

5.2.1. Composição e abundância

Estudos ecológicos em praias arenosas têm relacionado a dominância numérica e o número de espécies de determinados grupos de invertebrados ao grau de exposição à ação de ondas. Na zona mediolitoral, diversos trabalhos têm registrado a dominância de crustáceos em praias expostas, de poliquetas em praias protegidas e de moluscos em praias de exposição intermediária (Eleftheriou & Nicholson, 1975; Dexter, 1983, 1984, 1985).

Na zona de arrebentação, entretanto, não tem sido observada uma relação bem definida entre o grau de exposição e a dominância de grupos zoológicos. Tanto moluscos (Fleischack, 1985; Gorzelany & Nelson, 1987) quanto crustáceos (Christie, 1976a; Leber, 1982) ou poliquetas (Matta, 1977 in Knott et al., 1983; McDermott, 1983, 1987) podem dominar em condições de exposição ou elevada energia.

Os resultados referentes à composição e à abundância faunísticas do presente estudo não permitem o estabelecimento de qualquer correlação entre a dominância de determinados grupos taxonômicos e o grau de exposição da praia. Embora os crustáceos Peracarida tenham sido o grupo dominante em número de espécies, o molusco bivalve *Donax gemmula* foi a espécie mais abundante entre agosto de 1986 e outubro de 1987. Isto poderia sugerir que *D. gemmula* é o organismo dominante na zona de arrebentação interna da praia do Cassino. No entanto, amostragens feitas no verão de 1990 com o "air-lift" e a draga mostraram a dominância de *D. gemmula* apenas nos arrastos. Nas amostras do "air-lift", esta

espécie foi co-dominante com *Magelona riojai*, ou foi sub-dominante.

D. gemmula é uma espécie cavadora superficial, habitante da zona de arrebenção interna e externa da praia do Cassino, que apresenta hábito filtrador e tamanho médio da concha, quando adulto, de 5 mm com sífões não alcançando mais que 1,5 vez o seu tamanho (Paes, 1989). Tais características associadas à grande extensão dos arrastos e à penetração da draga no sedimento, estimada em 2 cm, explicam a elevada abundância desta espécie neste amostrador.

Já *Magelona riojai* é uma espécie de pequeno tamanho (até 32 mm segundo Jones, 1963), filtradora ou alternativamente detritívora de superfície, que vive em galerias subsuperficiais não permanentes de ambientes praias de alta energia (Bolivar & Lana, 1988). Segundo Jones (1963; 1968), esta e outras espécies de magelonídeos apresentam órgãos ciliados nas laterais do corpo chamados de "órgãos laterais". Estes órgãos são receptores de estímulos mecânicos responsáveis pelas rápidas respostas destes poliquetas à choques e vibrações no substrato. Embora *M. riojai* habite os estratos superficiais do sedimento, o estímulo mecânico gerado pela draga quando arrastada sobre o substrato, pode ter provocado a retração do animal nas suas galerias, explicando a sua baixa captura nos arrastos. As elevadas capturas pelo "air-lift" são explicadas pela penetração do aparelho até 30 cm no substrato, fato que provavelmente evitou a fuga do animal no sentido vertical.

Diferenças na composição faunística, como evidenciada pelos dois amostradores, são atribuídas à diferenças no hábito,

mobilidade, abundância e padrão de dispersão das espécies, tema exaustivamente discutido na literatura (Holme & McIntyre, 1971; Christie, 1976b; Valério-Berardo, 1992). O maior número de espécies e de indivíduos coletados pela draga, mesmo com subestimação na abundância de algumas espécies, e a menor relação custo/benefício quando comparada com o "air-lift", apontam-na como amostrador ideal em estudos de ecologia descritiva da zona de arrebentação de praias de alta energia. Isto é verdadeiro quando há alguma limitação de recursos financeiros, materiais ou humanos na instituição mantenedora do projeto de pesquisa. Caso contrário, devem ser utilizados tanto a draga como o "air-lift" para se ter uma idéia mais completa sobre a estrutura das comunidades bênticas da zona de arrebentação de praias arenosas. Vários estudos de natureza ecológica na zona de arrebentação e infralitoral adjacente da Praia do Cassino foram executados com sucesso utilizando dragas como amostrador (Borzzone, 1988, 1991; Paes, 1989; Borzzone & Gianuca, 1990). No entanto, as densidades populacionais da macrofauna não chegaram a ser estimadas nestes estudos.

A zona de arrebentação interna da praia do Cassino em frente ao Terminal Turístico foi dominada no verão de 1990 por *D. gemmula* e *M. riojai*. No momento não é possível fazer qualquer extrapolação sobre a persistência deste padrão ao longo do tempo. Não é possível avaliar se as variações temporais nas abundâncias relativas de *M. riojai* representaram de fato respostas populacionais a fatores causadores de mortalidade ou respostas individuais ao estímulo mecânico da draga. Esta pode ter sido

mais ou menos eficiente em função da maior ou menor estimulação mecânica causada pelo próprio ambiente hidrodinâmico (turbulência).

Além da relação entre grupos zoológicos e grau de exposição horizontal, diversos autores têm associado a dominância de determinados taxa com gradientes verticais de turbulência. Oliver et al. (1980) observaram uma zona de águas rasas turbulentas, atrás da zona de arrebenção, dominada por crustáceos e uma zona de águas profundas e menos turbulentas dominadas por poliquetas. Demicheli (1984, 1985a, 1985b) observou a dominância de *Phoxocephalopsis zimmeri* (provavelmente *Phoxocephalopsis* sp) nas estações rasas de zonas de arrebenção e de *Magelona* sp (provavelmente *Magelona riojai*, F.C.Lana, com. pess.) nas estações a partir de 4 m, em praias uruguaias.

Na Praia do Cassino não foi observado o mesmo padrão. Embora a abundância de *M. riojai* e a diversidade de poliquetas tenham aumentado da zona de arrebenção interna para a externa, os crustáceos não apresentaram qualquer padrão de dominância relacionado com a profundidade.

Field (1971) e Christie (1976a) verificaram a dominância de crustáceos tanto na zona de arrebenção quanto nas estações mais profundas de praias da costa oeste e sul da África do Sul. Day et al. (1971) e Morin et al. (1985) registraram uma forte dominância de equinodermas irregulares logo atrás da zona de arrebenção de praias, respectivamente, da costa leste e oeste dos EUA. McLachlan et al. (1984) observaram a dominância de moluscos na zona de arrebenção de praias intermediárias e de crustáceos em praias expostas do sudeste da África do Sul.

Fleischack (1985) encontrou o resultado oposto em praias mais ao norte. Gorzelany & Nelson (1987) observaram a dominância de moluscos ao longo da zona de arrebentação em uma praia de alta energia da costa leste americana.

Borzzone (1988) verificou que o macrobentos da Praia do Cassino entre 3 e 10 m possui uma maior diversidade de crustáceos, seguidos por moluscos e poliquetas. As três espécies mais abundantes foram *D. gemmula*, o cumáceo *Diastylis sympterigiae* e o isópodo *Ancinus gaucho*. *M. riojai* foi a décima espécie em abundância, com um total de 796 indivíduos distribuídos por quase todo o gradiente de profundidade amostrado.

No presente estudo, as elevadas densidades (184 a 189 ind/0,024 m²) de *M. riojai* nas duas estações da zona de arrebentação externa sugerem que esta espécie possa ser o organismo dominante no infralitoral da Praia do Cassino.

A dominância de duas espécies de diferentes grupos taxonômicos, como *D. gemmula* e *M. riojai*, na zona de arrebentação interna da Praia do Cassino, parece estar relacionada ao desenvolvimento de estratégias adaptativas convergentes, selecionadas por pressões evolutivas e ecológicas sobre espécies e não sobre níveis taxonômicos mais elevados como ordens ou classes.

Estas espécies desenvolveram estratégias similares de exploração do ambiente a partir de morfologias totalmente distintas. A filtração, por exemplo, é executada por *D. gemmula* através de sífões e por *M. riojai* através de longos tentáculos prêenseis. O pequeno tamanho e elevada mobilidade destes

organismos permitem que atividades de escavação sejam executadas rápida e eficientemente de maneiras diferentes. Conforme Brown & McLachlan (1990) todas as espécies de *Donax* são hábeis cavadores, que se enterram completamente em poucos segundos a partir de movimentos coordenados do pé muscular, com abertura e fechamento da concha. As formas infralitorais possuem um corpo mais arredondado (Ansell, 1983), provavelmente adaptado para um maior ancoramento no sedimento (caso de *Donax gemmula*). Já *M. riojai* cava o substrato com seu prostômio espatulado, utilizando a probóscide eversível para ancoragem no sedimento e posterior retração do corpo (Jones, 1968).

Características como alta mobilidade e pequeno tamanho parecem ser essenciais para o estabelecimento de populações permanentes em praias de elevada turbulência e predominância de areias finas, como as praias dissipativas.

O mediolitoral da Praia do Cassino também possui espécies pertencentes a grupos taxonômicos distintos, muito abundantes e de alta mobilidade como *Emerita brasiliensis*, *Donax hanleyanus* e *Mesodesma mactroides* (Gianuca, 1985). Entretanto, a espécie dominante nesta zona, *Scolelepis gaucha*, vive em tubos e apresenta reduzida mobilidade (Santos, 1990). Outras estratégias como reprodução contínua, poderiam explicar o estabelecimento de densas e produtivas populações macrobênticas neste ambiente. Santos (1990) observou o recrutamento de uma coorte de *S. gaucha* logo após o estabelecimento de condições dissipativas na praia, geradas por um evento erosivo de alta energia. Este autor sugeriu que o perfil dissipativo menos inclinado geraria uma maior área de varrido para as ondas percorrerem, aumentando o tempo e a

velocidade da corrente de refluxo. Tais condições associadas com a maior disponibilidade de diatomáceas nesta época do ano, aumentariam as taxas de alimentação e conseqüentemente de crescimento destes animais.

Estas idéias estão de acordo com as hipótese de McLachlan (1990) de aumento na riqueza de espécies, número de indivíduos e biomassa em praias dissipativas em função das características do clima de varrido ("swash climate"). Brown & McLachlan (1990) sugeriram que espécies diferentes podem ter adaptado sua morfologia e mobilidade para explorar os diversos tipos de clima de varrido associados aos diferentes estados morfodinâmicos.

Isto pode ser estendido também para as espécies da zona de arrebentação, pois a cada estado morfodinâmico estão associados processos hidrodinâmicos e feições sedimentares peculiares (Wright & Short, 1984) que podem, por extensão, caracterizar climas de zona de arrebentação próprios ("surf zone climates").

A elevada riqueza de espécies e abundância de organismos registradas durante o verão de 1990 na zona de arrebentação da Praia do Cassino são provavelmente reflexo da adaptação das espécies aos ciclos de produção de alimentos e variações morfodinâmicas locais. A Praia do Cassino apresenta as maiores densidades ($418.102 - 430.833 \text{ ind/m}^{-1}$) já registradas na literatura para perfis infralitorais rasos de praias de alta energia (Tab. 25). O mesmo acontece com a riqueza de espécies para a zona de arrebentação (de 15 a 16).

O maior número de espécies encontrado por Fleischack (1985) é provavelmente reflexo do maior período de acompanhamento (1 ano), podendo ter influenciado também o maior número de réplicas (10)

e maior área do amostrador utilizados naquele trabalho.

Christie (1976a) encontrou por volta de 1/3 da densidade registrada na Praia do Cassino, com riqueza de espécies semelhante. McLachlan et al. (1984) registraram riqueza de espécies 5 e densidades entre 37 e 96 vezes menores que as registradas neste estudo. Field (1971) registrou um número de espécies maior que o da Praia do Cassino, provavelmente devido à maior largura da zona de arrebentação da sua praia.

A comparação das densidades entre as zonas de arrebentação internas não é possível, já que tais autores não ofereceram informações separadas para esta zonas. As elevadas densidades desta zona registradas na Praia do Cassino são, entretanto, maiores que as das transversais que envolvem várias zonas das praias sul-africanas (Tab.25). É provável que estas diferenças de densidade e riqueza de espécies não sejam devidas à efeitos latitudinais, já que a variação de latitude entre as praias foi baixa (30° - 34° , Tab.25). As diferentes épocas de amostragem poderiam ser causa das diferenças nestes resultados, se tivessem sido executadas em estações opostas como inverno-verão, o que não ocorreu (Tab.25).

A praia estudada por Christie (1976a) é influenciada periodicamente por fenômenos de ressurgência, que trazem nutrientes e matéria orgânica de maiores profundidades, enriquecendo o ambiente costeiro (Bally, 1987). Segundo Fleischack (1985), isto explicaria as elevadas abundâncias encontradas por Christie (1976a) para a praia de Lamberts Bay. O maior número de espécies encontradas por Field (1971) em uma praia altamente dissipativa (Davies, 1980) reforça a hipótese de

Tabela 25. Densidades por metro linear (N) e riqueza de espécies (S) em praias sul-africanas e brasileiras. Entre chaves a extensão considerada na transversal e entre parênteses a latitude e estação do ano. 1. Field (1971); 2. Christie (1976a) e 3. McLachlan et al. (1984) representam valores pontuais enquanto que em 4 são médias anuais, todas calculadas por Fleischack (1985). ZV - zona de varrido; ZAI - zona de arrebentação interna; ZAE - zona de arrebentação externa; V - verão; P - primavera; AT - ano todo; SH - succionador hidráulico.

LOCALIDADE	N		S	Amostrador (área x prof) m ² x cm
	ZV+ZAI+ZAE	ZAI		
	[220 m]	[120 m]		
False Bay ¹ (34° S / P)		-	27	Van Veen (0,2 x 10-20)
Lamberts Bay ² (32° S / P)	149.950	-	13	Air-lift (0,1 x 60)
Kings Beach ³ (34° S / ?)	11.085	-	3	Air-lift (0,1 x 50)
Sundays Beach ³ (34° S / ?)	4.495	-	3	Air-lift (0,1 x 50)
Addington ⁴ (30° S / AT)	35.781		-	SH (0,03 x 30)
ORI ⁴ (30° S / AT)	25.786		27	SH (0,03 x 30)
Sunkist ⁴ (30° S / AT)	30.906		33	SH (0,03 x 30)
Molhe Deste (32° S / V)	430.833	115.026	15	Air-lift (0,024 x 30)
Terminal (32° S / V)	418.102	70.625	16	Air-lift (0,024 x 30)

McLachlan (1990).

Na Praia do Cassino, além da morfodinâmica, o outro fator que pode estar influenciando positivamente as densidades da macrofauna bêntica é a elevada disponibilidade de matéria orgânica particulada (MOP) em suspensão na zona de arrebentação e plataforma interna adjacente a Lagoa dos Patos. Segatto & Freitas (1988) registraram altas concentrações de seston na zona de arrebentação interna da Praia do Cassino, com a MPO responsável por quase 50% do peso deste material.

A drenagem da Lagoa dos Patos influencia a região costeira adjacente, aportando material em suspensão e detrito orgânico que, em contato com águas de maior salinidade, floculam e são depositados, incorporando-se aos depósitos de sedimento fino (Borzzone, 1988). O baixo gradiente da plataforma interna possibilitaria a ressuspensão desse material sempre que houvesse um aumento na energia e amplitude das ondas. Apesar de ondas com maior amplitude serem mais frequentes no inverno, elas podem ocorrer em qualquer estação do ano, provocando uma contínua ressuspensão dos finos, areia fina e MPO, principais responsáveis pela permanente turbidez característica das águas da região. Períodos de maior precipitação e fluxo de vazante na Lagoa dos Patos ocorrem frequentemente no inverno. O sincronismo entre aporte de material da Lagoa dos Patos e aumento de turbulência na região costeira, associados com a subida das águas do Rio da Prata, enriqueceria tanto a plataforma interna adjacente quanto o ambiente praial com nutrientes e MPO. Aportes adicionais poderiam provir de arroios formados na praia durante as chuvas, que

drenariam parte da matéria orgânica acumulada nos "slacks" atrás da dunas. Populações macrobênticas locais seriam influenciadas também por intensas florações da diatomácea *Asterionella glacialis* que ocorrem na zona de arrebentação após fortes chuvas e ventos do quadrante sul (Gianuca, 1983; 1985; 1987) provavelmente associadas à passagens de frentes frias.

Animais adaptados ao clima de varrido de perfis dissipativos que recrutassem nesse período, como por exemplo *Donax hanleyanus*, *Mesodesma mactroides* e *Scolecopsis gaucha* (Penchaszadeh & Olivier, 1975; Gianuca, 1985; Santos, 1990) se beneficiariam da abundância de alimentos e do maior tempo de refluxo característico deste estado morfodinâmico (McArdle & McLachlan, 1991).

Animais adaptados ao clima de zona de arrebentação dissipativa que apresentassem estratégias alimentares de filtração ativa (*D. gemmula*) ou passiva (*M. riojai*) e alta mobilidade, poderiam explorar os recursos alimentares de modo mais eficiente, possibilitando o estabelecimento de populações com elevadas densidades. Tais características associadas a modos de vida aparentemente r-estrategistas, com rápido crescimento, elevada mortalidade, ciclo de vida curto e prole numerosa possibilitariam a *D. gemmula* (Faes, 1989), *S. gaucha* (Santos, 1990) e *M. riojai* ocupar e explorar novos espaços que são continuamente abertos em ambientes de elevada dinâmica como a Praia do Cassino.

A dominância ou sub-dominância do gênero *Scolecopsis* em praias expostas de energia moderada a elevada, adjacentes à desembocadura de estuários e de rios é frequentemente citada na literatura (Day et al., 1971; Matta, 1971 in Knott et al., 1983;

Knott et al., 1983; McDermott, 1983, 1987) O mesmo tem sido observado para o Brasil, na costa de São Paulo (Corbisier, 1981) e do Paraná (Souza, 1991).

Espécies de *Donax* também alcançam elevadas densidades em praias de alta energia perto de estuários e/ou em praias caracterizadas por intensas florações fitoplanctônicas (Ansell, 1983), como é o caso da Praia do Cassino (Gianuca, 1983). Esta relação não é tão evidente para *Magelona*. Segundo Jones (1968), espécies de *Magelona* são geralmente abundantes em praias de alta energia com areia fina e bem selecionada.

Em síntese, os padrões de dominância apresentados no presente estudo sugerem não haver relação evidente ou necessária entre determinados grupos taxonômicos e condições de exposição. Na verdade, observou-se o claro predomínio de uma estratégia adaptativa baseada na elevada eficiência de escavação e de filtração, eventualmente alternada por detritivoria de superfície em condições de menor hidrodinâmica. Este predomínio é dividido por duas espécies filogenética e morfológicamente distintas, mas funcionalmente adaptadas para a sobrevivência em um ambiente de alta energia, com elevada disponibilidade de material em suspensão e elevada instabilidade da interface água-sedimento.

5.2.2. Estrutura Espacial das associações macrobênticas

A ação das ondas produz gradientes físicos perpendiculares e paralelos à linha de costa em função, respectivamente, da batimetria e geomorfologia locais (Borzzone, 1988). A intensidade desses gradientes pode variar temporalmente, em resposta às flutuações de energia das ondas. Marcadas descontinuidades nas características ambientais podem surgir em situações de elevada energia.

O modo de estruturação das comunidades macrobênticas praias, incluindo aspectos como distribuição, abundância e diversidade de espécies, tem sido primariamente relacionado à energia das ondas na forma de turbulência (McLachlan, 1983; Brown & McLachlan, 1990). Vários autores têm observado um aumento no número de indivíduos e na riqueza de espécies com a diminuição de exposição ao longo de gradientes horizontais (McLachlan et al 1981b, McLachlan, 1983, Dexter, 1983) e verticais (Day et al, 1971; Field, 1971; Christie, 1976a; Oliver et al, 1980; Fleischack, 1985; Borzzone, 1988, 1991).

A distribuição vertical das espécies em determinadas zonas da praia em função de gradientes de umidade na parte subaérea (McLachlan, 1983; 1990; Souza, 1991), ou de gradientes de turbulência na parte subaquosa (Day et al, 1971; Field, 1971; Oliver et al, 1980; McLachlan et al, 1984; Fleischack & Freitas, 1989; Borzzone & Gianuca, 1990) tem sido genericamente chamada de zonação.

Levinton (1982), entretanto, analisou a zonação do bentos na zona entre -marés de praias ou costões rochosos como uma função apenas do gradiente de dessecação gerado pela variação de

marés. Na praia, isto se deve à marcada descontinuidade no grau de umidade do sedimento durante a maré baixa, que força as diferentes espécies a se distribuírem ao longo do gradiente, conforme o seu grau de tolerância à dessecação (McLachlan, 1983; Souza, 1991). Em situações de atenuação, ou até mesmo, de desaparecimento do gradiente, como na maré alta, é possível supor que a zonação deixe de ser evidente e que as espécies móveis sobreponham sua distribuição, posicionando-se no ambiente em função de fatores biológicos (alimentação, predação, competição) que se tornam mais importantes.

A elevada variabilidade das condições físicas das praias arenosas associada à grande mobilidade do bentos mediolitoral levou McLachlan (1983) a afirmar que talvez a fauna não apresente uma zonação no sentido estrito da palavra. Definiu então zonação como sendo a distribuição das espécies em horizontes ou níveis da praia em um determinado instante.

O macrobentos da Praia do Cassino estruturou-se no espaço em resposta primariamente a gradientes verticais de energia hidrodinâmica. Isto provavelmente se deveu às condições médias de menor energia de onda prevalecentes durante os meses de verão, que atenuaram os gradientes físicos da praia, sem a formação de marcadas descontinuidades ambientais. A ausência de diferenças significativas entre o número de espécies, número total de indivíduos e densidade das espécies dominantes, *Magelona riojai* e *Donax gemmula*, entre o Terminal e o Molhe, com os dois aparelhos amostrais, apoiam esta afirmativa.

A maior abundância de *Phoxocephalopsis* sp, *Macrochiridothea*

lilianae e *Bowmaniella brasiliensis* no Terminal, nos arrastos com a draga, sugere que estas espécies de elevada mobilidade possam estar explorando alguma particularidade do ambiente relacionada com a maior exposição. O mesmo padrão apresentado pelas megalopas de *Emerita brasiliensis* pode estar refletindo um recrutamento preferencial na zona de arrebentação do Terminal. Há também a possibilidade, das megalopas terem sido deslocadas da zona de varrido do Terminal por correntes de retorno. Estas se desenvolvem em perfis com cúspides praias e morfodinâmica intermediária (Wright & Short, 1984).

As diferenças nas características sedimentológicas da zona de varrido e da zona de arrebentação, bem como na morfologia dos perfis subaquosos do Terminal e do Molhe, aparentemente não influenciaram a estrutura espacial do macrobentos no verão de 1990. Isto reforça a idéia de que a Praia do Cassino apresenta uma morfodinâmica semelhante desde o Molhe oeste até a Querência. Os Molhes, devido a sua orientação SSE, não oferecem proteção contra as ondas de SE predominantes na praia do Cassino, ou contra as ondas de SW-S, durante passagens de frentes frias.

Nestas condições, tanto o perfil do Terminal quanto do molhe ficariam sujeitos à ação das ondas do quadrante S, o que resultaria em um morfodinamismo semelhante. A diferença seria que o Terminal estaria sujeito às correntes de deriva litorânea tanto de SW quanto de NE, enquanto o Molhe, apenas à corrente de SW.

Apesar das condições médias de energia de ondas terem sido menores no verão, o gradiente vertical estabelecido foi suficiente para provocar uma resposta diferenciada do macrobentos. O alto valor de dissimilaridade (94%) do dendrograma

no modo-Q, mostra que ocorreram espécies exclusivas de uma ou outra zona com pouca ou nenhuma sobreposição de habitats.

A distribuição de adultos de *Donax Hanleyanus* e *Emerita brasiliensis* restrita à zona de varrido é explicada pela sua habilidade de executar migrações mareais, aproveitando a energia do fluxo e refluxo das ondas para posicionarem-se em relação a maré no local ideal de maior eficiência de filtração (Gianuca, 1985). A separação das estações da zona de varrido e da zona de arrebentação ao longo do primeiro eixo da análise de correspondência seria explicada pela mudança de propagação das ondas na forma de transladação ("breaking waves bores") para o espraiamento ("swashing"). Pode-se dizer, portanto, que o eixo 1 caracteriza o gradiente de espraiamento, fluxo e refluxo, das ondas. Além destas, outras mudanças ambientais como aumento na granulometria do sedimento, maiores variações de temperatura, dessecação, salinidade e inclinação do perfil diferenciam adicionalmente a zona de varrido da zona de arrebentação interna.

A ordenação da zona de varrido do Terminal à direita da zona de varrido do molhe sugere que ocorram diferenças, ainda que pouco evidentes, nos climas de varrido dos dois perfis. A maior inclinação do perfil costeiro raso (subaéreo+subaquoso) do Terminal ($0,82^{\circ}$) em relação ao do Molhe ($0,76^{\circ}$) no verão de 1990 possibilitaria que ondas de mesma altura quebrassem mais próximas da zona de varrido. Com a diminuição da zona de arrebentação e dissipação da energia das ondas incidentes mais próximas da zona de varrido, ocorreria uma menor diferenciação nas características

ambientais das duas zonas com a sobreposição espacial dos gradientes de espraiamento e de transladação da onda. Neste caso, espécies adaptadas a explorar um ou outro gradiente ambiental sobreporiam sua distribuição, reduzindo as diferenças na composição faunística de zona de varrido e zona de arrebenção.

De fato, Gianuca (1985; 1987) encontrou *Donax gemmula*, espécie considerada exclusiva da zona de arrebenção (Borzzone, 1988; 1991; Paes, 1989), distribuindo-se até o limite inferior da zona de varrido em um perfil a 70 km S do Molhe Oeste. Segundo Santos (1990), os perfis são mais inclinados e a praia é mais refletiva neste setor do que no Terminal. Souza (1991) também encontrou *D. gemmula* no mediolitoral inferior de uma praia com morfodinâmica intermediária na costa do Paraná.

Vários autores têm observado uma nítida separação entre zona de varrido e zona de arrebenção, baseados nos padrões de distribuição do macrobentos (Day et al, 1971; Knott et al, 1984; Fleishack & Freitas, 1989). Outros autores, entretanto, não têm observado tal distinção (Christie, 1976a, Leber, 1982; McLachlan et al, 1984), sugerindo que a zona de varrido e a zona de arrebenção constituam uma unidade ecológica (Fincham, 1971).

Day et al (1971), Knott et al. (1983) e Fleischack & Freitas (1989) trabalharam em ambientes com características morfodinâmicas típicas de praias intermediárias a dissipativas. Já Fincham (1971), Leber (1982) e McLachlan et al. (1984) provavelmente estudaram praias com morfodinâmicas refletiva a intermediária.

A maior ou menor diferenciação entre zona de varrido e zona de arrebenção parece estar condicionada primariamente à

intensidade dos gradientes verticais de energia de ondas. Em praias de alta energia com morfodinâmica dissipativa esses gradientes são mais acentuados, determinando características ambientais marcadamente diferentes entre a zona de arrebentação e zona de varrido (Short, 1983). As espécies responderiam a esses gradientes distribuindo-se em uma ou outra zona, conforme suas adaptações ao ambiente. Em praias de menor energia com morfodinâmica intermediária ou refletiva, onde os gradientes verticais são menos acentuados (Short, 1983), as diferenças nas características ambientais seriam atenuadas e as espécies das zonas de varrido e de arrebentação sobreporiam sua distribuição.

Isto seria válido também para mudanças sazonais nos níveis energéticos das ondas e, conseqüentemente, na morfodinâmica praial. Incursoes alimentares de gastrópodes (*Olivancillaria auricularia*) e siris predadores (*Arenaeus cribarius*; *Ovalipes trimaculatus*), característicos da zona de arrebentação (Borzzone, 1988) e da zona de águas rasas, são comuns na zona de varrido da Praia do Cassino durante o verão (Gianuca, 1985). No presente estudo foi registrada a ocorrência destas espécies na zona de arrebentação interna durante os meses do grupo verão. Leber (1982) também observou migrações alimentares de siris predadores na zona de varrido de praias da Carolina do Norte, EUA, durante o verão.

Na zona de arrebentação a alta similaridade entre os grupos de estações mostra que houve uma grande sobreposição de habitats entre as espécies das associações macrobênticas locais. Esta sobreposição de habitats poderia ser explicada pelo gradiente de

energia de ondas pouco acentuado durante as condições menos energéticas de verão. De fato, as estações 9 e 3 onde as ondas estavam quebrando no momento da coleta ordenaram-se próximas as demais estações ao longo do eixo 2. O posicionamento da estação 2 do Terminal no extremo de alta energia de onda incidente seria explicado pelas características dos depósitos locais. Neste local foi observado no momento da amostragem, um acúmulo de material biodetrítico, bem como uma maior compactação do sedimento, verificada pela enorme dificuldade de enterramento do "air-lift". Isto explicaria a baixa diversidade e abundância das espécies no local.

As associações 1b, 2 e 3 foram compostas praticamente por espécies epifaunais de elevada mobilidade e capacidade de natação, principalmente crustáceos peracáridas. A elevada mobilidade possibilita à espécies como *Phoxocephalopsis* sp, *Macrochiridothea lilianae* e outros peracáridas o ajuste rápido e constante da sua posição ao longo dos gradientes ambientais conforme os seus requerimentos e tolerâncias. Seus padrões de distribuição, portanto, refletiriam as condições hidrodinâmicas prevalentes no momento em que foi feita a amostragem.

Morin et al. (1985) observaram intensas atividades de enterramento da megalo-epifauna, em geral, relacionadas com o aumento da altura de ondas a partir de 1,5 m na zona de arrebentação externa de uma praia de alta energia da Califórnia. Com a redução das ondas a partir de 0,5 m, as espécies epifaunais emergiam do substrato e, as de maior mobilidade, migravam para zonas mais rasas.

Durante fortes tempestades, *Hippa australis* adota o mesmo

comportamento, enterrando-se fundo na areia da zona de varrido em uma praia de morfodinâmica intermediária da Austrália (Shepperd et al., 1988).

A distribuição da associação 1a, caracterizada por espécies com maior mobilidade no sedimento, algumas podendo chegar a estratos mais profundos (*Nemertinea*, *Nephtys simoni*, *Sigalion cirriferum*, *Pinnixa patagoniensis*) e outras restritas a estratos superficiais (*Magelona riojai*, *Donax gemmula*), seria reflexo das condições hidrodinâmicas médias. De fato, algumas espécies desta associação como *N. simoni* e *S. cirriferum* se distribuíram ao longo de quase toda a zona de arrebentação com abundâncias médias similares.

Fleischack & Freitas (1988) registraram a presença de espécies congênericas da associação 1a ao longo de quase toda a zona de arrebentação de três praias da costa leste da África do Sul.

Christie (1976a) relacionou as elevadas abundâncias do anfípode *Cunicus profundus* na zona de arrebentação de uma praia da costa oeste da África do Sul ao seu hábito cavador profundo.

P. patagoniensis no Terminal foi mais abundante na crista da primeira barra arenosa. *Australonuphis casamiquelorum*, pertencente a associação 3, ocorreu exclusivamente na estação a 70m da zona de varrido do Terminal. *P. patagoniensis* é comensal das galerias de *Callichirus mirim* enquanto que *A. casamiquelorum* é um poliqueta construtor de tubos (Gianuca, 1985).

A ocorrência destes organismos em uma praia de alta energia, não contraria a idéia de McLachlan (1981a; 1983) e Brown &

McLachlan (1990) de que animais construtores de tubos ou galerias permanentes não ocorreriam em ambientes de elevada hidrodinâmica. Na realidade, os tubos de areia e muco de *Australonuphis* não são permanentes, mas sim temporários (Paxton, 1979). Segundo esta autora, o gênero *Australonuphis* é caracterizado por formas móveis que cavam ativamente a procura de alimento ou para escapar da constante remobilização do sedimento. Da mesma forma, a constante atividade cavadora de *Callichirus mirim* (Gianuca, 1985) sugere que suas galerias sejam continuamente reconstruídas após episódios de deposição-erosão associados, por exemplo, com migrações de barras arenosas na zona de arrebentação da Praia do Cassino.

A presença de formas infaunais habitantes ou não de tubos e galerias em estações rasas da zona de arrebentação é explicada pela elevada mobilidade destes organismos no sedimento, permitindo-os alcançar estratos mais profundos, abaixo daqueles usualmente perturbados pelas ondas. Hill & Hunter (1976) sugeriram que a elevada abundância de tubos de *Callianassa islagrande* na zona de arrebentação de uma praia do tipo barracava dos EUA seja explicada pela sua capacidade de construir galerias profundas.

As espécies dominantes *M.riojai* e *D.gemmula*, apresentaram padrões de distribuição e abundância diferentes entre si. A maior abundância de *D.gemmula* na zona de arrebentação interna sugere ser este seu habitat preferencial, ainda que possa ocorrer em zonas adjacentes (zona de varrido ou zona de arrebentação externa) com menores densidades. No Terminal a ocorrência de abundâncias médias similares ao longo da transversal pode estar

representando uma resposta desta espécie a possível sobreposição de gradientes físicos. A maior abundância de *M. riojai* na zona de arrebatção externa sugere que esta espécie não seja característica da zona de arrebatção interna. De fato, Borzone (1988) registrou abundâncias mais altas na zona de águas rasas.

O aumento significativo no número total de espécies na zona de arrebatção externa sugere ter havido uma descontinuidade ambiental entre a zona de arrebatção interna e externa, não refletida nas condições hidrodinâmicas da praia no momento da coleta. As diferenças nas zonas fisicamente definidas das praias são mais acentuadas a medida que aumentam os níveis e gradientes energéticos das ondas (Short, 1983). Na Praia do Cassino, a passagem mais frequente de frentes frias durante o inverno provavelmente acentua as diferenças físicas e biológicas entre as zonas dos perfis do Terminal e do Molhe. No verão, diferenças ambientais sutis entre zona de arrebatção interna e externa são suficientes para excluir espécies não adaptadas às condições de maior turbulência e ressuspensão de sedimentos comuns em zonas de arrebatção interna de praias no estado modal altamente dissipativo (Wright et al., 1982).

McLachlan (1983) e Brown & McLachlan (1990) sugeriram que o número de espécies e de indivíduos diminuí na zona de arrebatção, chegando próximo a zero no ponto de quebra da onda. Os resultados do presente estudo não confirmam tal generalização. Hill & Hunter (1976) e Gorzelany & Nelson (1987) registraram um aumento no número de indivíduos e de espécies na zona de arrebatção de praias com morfodinâmicas intermediárias de alta

energia.

Flemming & Fricke (1983) mostraram que em um perfil praiial há habitats em três escalas que podem ser explorados pelo bentos: macroescala, mesoescala e microescala. A macroescala teria ordem de grandeza de metros e definiria as diversas zonas físicas das praias. A mesoescala, com ordem de grandeza de decímetros, definiria o tipo de estrutura interna das fácies sedimentares (plano-laminar, etc) associado as condições hidrodinâmicas em cada região dentro das zonas físicas. A microescala, com ordem de grandeza de milímetros, caracterizaria as diferenças na espessura, arranjo dos grãos, permeabilidade e compactação de cada estrato da estrutura sedimentar. O número de habitats na zona de arrebenção variaria com a intensidade dos gradientes físicos estabelecidos, sendo maior no estado morfodinâmico dissipativo e menor no refletivo (Short, 1983).

É provável, portanto, que a diversidade de espécies na zona de arrebenção também esteja ligada ao estado morfodinâmico. A maior heterogeneidade ambiental e, portanto, diversidade de habitats existente em zonas de arrebenção de praias dissipativas possibilitaria uma maior riqueza de espécies do que em praias refletivas. Isto explicaria a maior riqueza de espécies encontrada na zona de arrebenção da Praia do Cassino quando comparada com as praias sul-africanas estudadas por McLachlan et al. (1984).

Os padrões de distribuição e abundância do macrobentos da zona de arrebenção da Praia do Cassino representam respostas individuais das espécies a gradientes ambientais em um determinado momento, segundo o modelo descrito por Whittaker

(1975). As espécies adaptadas, cada qual da sua forma, ao elevado hidrodinamismo podem produzir respostas semelhantes aos gradientes estabelecidos definindo associações de espécies. A maior ou menor sobreposição dos padrões de distribuição de cada associação dependerá da maior ou menor intensidade do gradiente físico estabelecido. Acredita-se que a diversidade de habitats, o elevado hidrodinamismo e a mobilidade do macrobentos mantenham interações biológicas como competição por espaço em níveis baixos. As flutuações nos níveis de energia de ondas definem a maior ou menor intensidade dos gradientes físicos verticais nas praias. Os estados morfodinâmicos refletem esses gradientes. Em última análise, a estruturação espacial das associações macrobênticas da zona de arrebentação é reflexo da morfodinâmica praial.

5.2.3. Estrutura temporal das associações macrobênticas.

Diferenças sazonais nas condições climáticas e oceanográficas são comuns em latitudes subtropicais e temperadas (Cushing, 1975). Como resposta a essas variações ocorrem mudanças na estrutura temporal das comunidades macrobênticas praias (Brown & McLachlan, 1990).

As diferenças ambientais entre o inverno e verão geram marcados gradientes temporais de energia de ondas, responsáveis, por sua vez, por morfodinâmicas praias variáveis. Assim como acontece com os gradientes espaciais, espera-se que a fauna da zona de arrebentação também apresente padrões de resposta aos gradientes temporais. A ocorrência de determinadas espécies em determinados meses do ano definiria associações de espécies e grupos de meses de ano.

Vários autores registraram diferenças temporais na composição e estrutura da macrofauna da zona de arrebentação sem, no entanto, definir associações de espécies e grupos de meses em função das variações nas condições ambientais (Hill & Hunter, 1976; Leber, 1982; Knott et al, 1983; Fleischack, 1985; Gorzelany & Nelson, 1987). Somente Borzone (1991) definiu quantitativamente grupos faunísticos em função de variações sazonais nas áreas de recrutamento dos moluscos no infralitoral da Praia do Cassino.

No presente estudo, a macrofauna da zona de arrebentação interna respondeu às variações inverno-verão nas condições ambientais, formando três associações: associação I, presente durante todo o ano; associação II, mais frequente nos meses do grupo VERÃO e associação III mais frequente nos meses do grupo INVERNO.

A separação dos meses do ano em grupos INVERNO e VERÃO ao longo do primeiro eixo da análise de correspondência e sua discriminação a partir das variáveis meteorológicas mostra que houve uma clara resposta da fauna aos gradientes de temperatura e energia hidrodinâmica na zona de arrebentação. Isto sugere que a estrutura temporal da fauna seja controlada primariamente por fatores físicos, principalmente energia de ondas na forma de turbulência.

De fato, foi observada uma queda significativa no número de espécies, número total de indivíduos e na abundância de *Donax gemmula*, *Macrochiridothea liliana*e e *Pinnixa patagoniensis* do grupo VERÃO para o grupo INVERNO. É provável que a associação de baixas temperaturas com alta energia de ondas provoque uma resposta negativa das populações macrobênticas, mesmo daquelas adaptadas à elevada hidrodinâmica, como *D. gemmula* e *M. liliana*e. Decréscimos significativos nas taxas de enterramento de gastrópodes e bivalves do mediolitoral têm sido registrados em condições de baixas temperaturas (Brown & McLachlan, 1990). A redução na mobilidade em condições de maior hidrodinâmica durante as baixas temperaturas no inverno pode estar provocando a mortalidade da fauna da zona de arrebentação interna na Praia do Cassino.

A separação das associações ao longo do eixo 1 e a ocorrência das espécies em grupos temporais bem definidos sugerem que nem todas as espécies estariam adaptadas às variações ambientais da zona de arrebentação.

A maior frequência de ocorrência das espécies da associação

III no grupo Inverno poderia sugerir uma maior eficiência de exploração dos recursos da zona de arrebenção interna durante condições de elevada turbulência e baixas temperaturas. De fato, *Puelche* sp.n. apresentou fêmeas ovígeras durante os meses do grupo Inverno. A ocorrência de juvenis de *Mesodesma mactroides* neste período indica haver recrutamento durante o inverno-primavera. Gianuca (1985) registrou um pico maior de recrutamento durante o verão e outro menor no fim de inverno-início de primavera no mediolitoral da Praia do Cassino. Coscaron (1959) observou no inverno a ocorrência de adultos e juvenis de *M. mactroides* somente no setor raso da zona de arrebenção de praias da Argentina. Com o aumento da temperatura da água durante a primavera e verão, Coscaron (1959) registrou uma migração para o mediolitoral. Na Praia do Cassino, o recrutamento na zona de arrebenção interna durante o inverno pode estar refletindo as condições de maior erosão do perfil subaéreo durante as frequentes tempestades nesta estação do ano.

É provável que *Nemertinea* pertença a associação I já que foi capturado pelo "air-lift" ao longo de toda a zona de arrebenção interna durante o Verão de 1990. Na Praia do Cassino, *Synidotea marplatensis* e *Cheiriphotis* sp são abundantes em maiores profundidades (Borzzone, 1988). Anfípodos do gênero *Cheiriphotis* constroem delicados tubos translúcidos em zonas de menor turbulência (Valério-Berardo, 1992). *S. marplatensis* é encontrado desde o mediolitoral até 30 m, associado a detritos vegetais acumulados sobre o fundo (Moreira, 1972). No presente estudo, estas duas espécies foram encontradas associadas a detritos filamentosos, fragmentos de redes de pesca, plástico e cordas

possivelmente arrastados de profundidades maiores por correntes durante tempestades.

A associação II, mais frequente durante os meses do grupo VERÃO, foi composta na sua maioria por espécies no estado juvenil. *Parvanachis isabellei*, *Tivella ventricosa* e *Callinectes* sp são frequentes em zonas mais profundas (Borzzone, 1988; Gianuca, 1985) enquanto *E. brasiliensis* é característica do mediolitoral (Gianuca, 1987). Outras espécies também características de zonas adjacentes como *Mellita quinquiesperforata*, *Owenia fusiformis*, *Diopatra viridis*, *Strigilla carnaria* e *Arenaeus cribarius*, embora não incluídos nas análises multivariadas, também ocorreram no estado juvenil durante os meses do grupo VERÃO. O aumento significativo no número de espécies e de indivíduos neste período é explicado pelo recrutamento massivo de espécies da zona de arrebentação interna e de zonas adjacentes. A amenização nas condições hidrodinâmicas associada ao aumento de temperatura neste período, possibilitaria o recrutamento com sucesso destas espécies na zona de arrebentação. Com o aumento de energia das ondas durante os meses de outono-inverno, as espécies de maior mobilidade migrariam para as suas zonas e as de menor mobilidade morreriam.

Borzzone (1991) observou na Praia do Cassino, que algumas espécies de moluscos característicos da zona de águas rasas ampliaram sua distribuição durante o verão, recrutando em profundidades menores.

Migrações sazonais de organismos da zona de varrido (Saloman & Naughton, 1978) e da zona de arrebentação (Leber, 1982;

Gianuca, 1985) para maiores profundidades durante o inverno são associadas ao aumento de energia de ondas e/ou diminuição de temperatura da água. Recrutamento na zona de arrebentação e posterior migração para a zona mediolitoral foram registradas para *Donax variabilis* (Knott et al., 1983) e *Tivela polita* (Fleischack, 1985) em praias de energia moderada a alta.

Veloso (1988) afirmou que o sucesso do recrutamento de *E. brasiliensis* no mediolitoral da Praia do Cassino é explicado pelas condições oceanográficas favoráveis durante o verão. Nesta estação a atuação de ventos e correntes de NE trazem as larvas espalhadas na plataforma para a zona costeira. Nesta zona as larvas são levadas por correntes de retorno para dentro da zona de arrebentação, onde recrutam.

No presente estudo, a presença de megalopas de *E. brasiliensis* na zona de arrebentação interna refletiria uma sincronização entre processos reprodutivos e condições hidrodinâmicas favoráveis. Isto minimizaria as perdas de larvas, possibilitando o recrutamento em zonas próximas ao habitat preferencial dos adultos. Idêntico raciocínio pode ser estendido para outras espécies da zona mediolitoral e de arrebentação que tenham desenvolvimento planctotrófico como *D. gemmula*, *D. hanleyanus*, *M. mactroides* e *S. gaucha*. De fato, essas espécies têm o maior pico de recrutamento nos meses de verão (Paes, 1989; Gianuca, 1985; Santos, 1990). O sincronismo entre eventos reprodutivos e condições hidrodinâmicas ideais mostra que as espécies características da zona mediolitoral e da zona de arrebentação estão adaptadas a explorar as variações morfodinâmicas locais.

A constância das espécies da associação I ao longo de todo o período estudado mostra que estas espécies estão adaptadas para explorar os diversos climas de arrebentação associados às variações morfodinâmicas locais. Apesar de *D. gemmula*, *S. cirriferum*, *M. atlantica*, *P. patagoniensis*, *Phoxocephalopsis* sp, *Bathyporeiapus* spp e *M. lilianae* se distribuírem na zona de arrebentação externa (Borzone, 1988) as maiores densidades e abundâncias relativas registradas na zona de arrebentação interna sugerem ser este o seu habitat preferencial. Estas espécies podem também ocorrer em densidades elevadas na zona de varrido da Praia do Cassino (Gianuca, 1985), provavelmente em trechos com morfodinâmica intermediária. É possível também que nadadores eficientes como *M. atlantica* e *Bathyporeiapus* spp façam incursões regulares ao mediolitoral inferior durante as preamares. Souza (1991) encontrou *Puelche* sp e *Bathyporeiapus ruffoi* tanto na zona de ressurgência no mediolitoral quanto na zona de arrebentação interna na Praia de Barrancos, PR. *D. hanleyanus* é a única espécie desta associação cuja população adulta está restrita à zona de varrido (Gianuca, 1985). A maior abundância de espécies da família Amphiuridae no infralitoral adjacente a zona de arrebentação interna (Borzone, 1988) sugere que este grupo, apesar da elevada frequência de juvenis, não seja característico desta zona. *Nephtys simoni* também alcança suas maiores abundâncias relativas em zonas mais profundas do infralitoral da Praia do Cassino (Borzone, 1988).

Quase todas as espécies desta associação apresentam duas características marcantes que são a elevada mobilidade e o

pequeno tamanho. Tais características são vantajosas, porém não essenciais, para a vida na zona de arrebentação. *N. simoni* e *S. cirriferum*, apesar de pertencerem a famílias classificadas como de elevada mobilidade (Faulchald & Jumars, 1979) atingem tamanhos bem maiores que os peracaridas, entre 7-8,2 cm (Perkins, 1980); Gianuca, 1985). Isto é possível graças a sua alta mobilidade no sedimento, que lhes permitem alcançar estratos mais profundos. Outros organismos infaunais de maior tamanho, como *Challichirus mirim* e *Australonuphis casamiquelorum*, apresentariam também elevada mobilidade, permitindo-os escapar da elevada turbulência presente na interface água-sedimento.

O pequeno tamanho e elevada mobilidade são características comuns da epifauna e/ou cavadores superficiais. O tamanho dos organismos pode variar de praia para praia conforme seu estado morfodinâmico, inclinação do mediolitoral e tamanho dos grãos (McLachlan, 1990). Em geral o tamanho médio dos organismos é menor em praias com areia mais fina, inclinação suave do mediolitoral e morfodinâmica dissipativa (Brown & McLachlan, 1990).

O menor tamanho provavelmente facilita o transporte dos organismos pelas ondas, bem como seu enterramento rápido no sedimento mais fino, diminuindo portanto o risco de morte pela ação da turbulência.

De fato, membros da ordem Amphipoda são comumente encontrados no plâncton em zonas de arrebentação (Fincham, 1970). Características morfológicas como corpo comprimido, placas coxais e pereópodes robustos com grande quantidade de cerdas possibilitaram aos anfípodes da super ordem Haustorioidea a

ocupação com sucesso de praias de alta energia (Bousfield, 1970). A elevada mobilidade é característica também dos misidáceos e isópodes de praias arenosas (McLachlan, 1983; Brown & McLachlan, 1990).

Por outro lado, o ambiente da zona de arrebentação não parece ter selecionado as espécies quanto ao tipo de desenvolvimento larval. De fato, 40% das espécies da associação I apresentam desenvolvimento direto (Peracarida), 30% planctotrófica e o restante, desenvolvimento não conhecido. *D. gemmula* (Paes, 1989; Borzone, 1991), *D. hanleyanus* (Gianuca, 1985) e *P. patagoniensis* têm desenvolvimento planctotrófico. *N. simoni*, *S. cirriferum* e *M. riojai* também apresentam este tipo de desenvolvimento (Lana, com. pess.).

A grande quantidade de segmentos (8) nos braços de juvenis de Amphiuridae recém-recrutados na zona de arrebentação com diâmetro de disco próximo a 1 mm sugere que estes organismos possuam desenvolvimento direto (Hendler, 1975). Segundo o autor, este tipo de desenvolvimento estaria associado a ambientes de elevada instabilidade onde o nascimento de indivíduos com características morfológicas e mobilidade semelhantes ao adulto aumentaria a chance de sobrevivência. O mesmo raciocínio pode também ser válido para os peracaridas e outras espécies macrobênticas que possuam este tipo de desenvolvimento.

Borzone (1991) sugeriu que o desenvolvimento direto é uma estratégia para que a prole seja mantida no habitat onde o adulto está adaptado. Estas vantagens não presentes em espécies com desenvolvimento planctotrófico, podem ser compensadas por outras

características. A maior dispersão e o maior número de larvas poderiam atenuar as perdas associadas a elevada mortalidade larval neste tipo de desenvolvimento.

Faes (1989) sugeriu que *D. gemmula* possa escolher o habitat durante o recrutamento, através de um mecanismo de ressuspensão bisso-pelágica. Brown & McLachlan (1990) afirmaram que populações bênticas em praias protegidas podem retardar a sua metamorfose larval durante algum tempo até encontrar o habitat ideal de assentamento. Sugeriram também que o desenvolvimento planctotrófico pode ser acelerado em regiões de elevada abundância de MOP, como é o caso da Praia do Cassino.

Em praias expostas e retilíneas como a Praia do Cassino, a dispersão de organismos com desenvolvimento direto ao longo do litoral seria feita por meio dos adultos carregados por correntes de deriva litorânea.

A presença, em algumas espécies, de fêmeas ovadas e/ou de juvenis durante todo o ano (*P. patagoniensis*, *Phoxocephalopsis* sp, *M. lilianae*, *D. hanleyanus* e *Amphiuridae*) sugere a existência de reprodução contínua em, pelo menos, parte da população. No entanto, não é possível definir o número de eventos reprodutivos durante um ciclo anual.

Já *D. gemmula* se reproduz apenas uma vez (semelpara) durante um período prolongado com um pico principal de recrutamento no verão (Faes, 1990).

A reprodução contínua pode ser vantajosa em ambientes de elevada instabilidade cujas populações estão sendo continuamente retiradas por fatores causadores de mortalidade como tempestades. Por outro lado, também pode ser vantajosa a reprodução restrita a

épocas do ano ideais para o recrutamento, com disponibilidade de alimento como a primavera-verão.

De fato, Brown & McLachlan (1990) concluíram que as estratégias r e k são igualmente bem sucedidas em praias arenosas.

A elevada hidrodinâmica associada à abundância de MOP e de blooms fitoplanctônicos claramente beneficia os organismos filtradores como *Donax gemmula* e *Magelona riojai*. Entretanto a presença de anfípodes, particularmente *Bathyporeiapus* spp, de *Macrochiridothea liliana*, além dos poliquetas *Nephtys simoni* e *Sigalion cirriferum* evidencia que outras estratégias de alimentação como a raspagem de grãos (Escofet, 1973), a detritivoria e a carnívoria-necrofagia também estão presentes (Escofet et al., 1979).

McLachlan (1983) afirmou que a fauna de praias arenosas apresenta hábitos alimentares amplos, onde o oportunismo é uma estratégia bem sucedida devido a imprevisibilidade de chegada do alimento. A zona de arrebentação da Praia do Cassino, apesar de possuir todos componentes tróficos, foi primariamente dominada por filtradores, reforçando a idéia de previsibilidade na produção de MOP proveniente, principalmente, da Lagoa dos Fatos.

Apesar das espécies da associação Ia estarem bem adaptadas às modificações ambientais da zona de arrebentação, ocorreram drásticas variações inter-anuais nas abundâncias médias de *D. gemmula*, *D. hanleyanus* e *Amphiuridae*. A queda na abundância relativa de *D. gemmula* e *Amphiuridae* em agosto e setembro de 1987 provavelmente está associada com as elevadas taxas de

precipitação que ocorreram em julho e agosto daquele ano. Alongi (1990) em sua extensa revisão sobre a ecologia do bentos de substratos inconsolidados, verificou que chuvas torrenciais são responsáveis por elevadas taxas de mortalidade de populações macrobênticas em regiões tropicais e subtropicais. O lapso de tempo entre a ação do fator e a resposta da fauna sugere que não seja o elevado índice pluviométrico o causador da mortalidade, mas sim a persistência de condições de baixa salinidade na zona de arrebentação. Paes (1989) sugeriu que *Donax gemmula* seja uma espécie eurihalina com baixa capacidade de suportar condições oligohalinas durante longo tempo.

Por outro lado, *D. hanleyanus* aumentou a abundância relativa nesses meses. De fato, espécies de *Donax* cujas populações adultas vivem permanentemente na zona mediolitoral são mais resistentes do que as infralitorais à grandes variações de temperatura, salinidade e umidade, comuns naquele horizonte (Ansell, 1983; Brown & McLachlan, 1990). Isto sugere que outro fator pode ter influenciado sua abundância.

De fato, houve uma correlação negativa significativa ($r = -1,00$, $P < 0,05$) entre o $\text{Log}(x + 1)$ das abundâncias relativas de *D. gemmula* e *D. hanleyanus* neste período. Isto pode estar indicando a existência de competição, provavelmente por espaço, entre as duas espécies. Os juvenis de *D. hanleyanus* assentados na zona de arrebentação interna provavelmente se comportam como *D. gemmula*, ocupando os estratos superficiais do sedimento para se alimentarem por filtração do material em suspensão. Em condições normais, a dominância numérica de *D. gemmula* provavelmente influencia a distribuição de *D. hanleyanus*, forçando os juvenis

desta espécie a se posicionarem mais próximos da zona de varrido. É provável, portanto, que a drástica redução na abundância relativa de *D. gemmula*, sincronizada com um pico de recrutamento de *D. hanleyanus*, comum nesta época do ano (Gianuca, 1985), tenha possibilitado o maior assentamento desta última na zona de arrebentação interna. O subsequente aumento na abundância de *D. gemmula* em outubro de 1987, acompanhado por uma redução na abundância de *D. hanleyanus* reforça esta idéia. Souza (1991) observou que estas duas espécies não sobrepõem sua distribuição na Praia de Barrancos no Paraná. *D. hanleyanus* ocorre na zona de ressurgência e *D. gemmula* na zona de saturação no mediolitoral.

Leber (1982) observou durante o verão em uma praia da Carolina do Norte, uma separação espacial entre duas espécies de *Donax*, uma na zona de arrebentação e outra no mediolitoral. Gorzelany & Nelson (1987) observaram a ocorrência simultânea das mesmas espécies na zona de arrebentação, com dominância numérica de uma sobre a outra. Salas (1987) sugeriu que diferenças na distribuição espacial de 5 espécies de *Donax* nas praias da Espanha elimine possíveis interações competitivas interespecíficas.

Brown & McLachlan (1990) admitiram que a separação espacial de nichos minimiza a possível incidência de competição interespecífica. Entretanto, contestaram a idéia de que a simples separação espacial na distribuição de duas espécies seja resultante de interações competitivas pretéritas.

A predação também tem sido considerada como um fator pouco importante na estruturação das comunidades macrobênticas praias

(Nelson, 1986; Brown & McLachlan, 1990).

Na Praia do Cassino, Monteiro-Neto & Cunha (1990) observaram estômagos de juvenis de *Trachinotus marginatus* repletos de *E. brasiliensis* no verão e de poliquetas no inverno. Embora as abundâncias da ictiofauna da zona de arrebentação diminuam drasticamente do verão para o inverno (Monteiro-Neto, 1989), a percentagem de estômagos de *Trachinotus* cheios permanece similar. Isto sugere que ainda que a estruturação das associações ictiofaunísticas esteja sob o controle das condições hidrodinâmicas, a predação pode, de fato, exercer algum controle sobre as populações macrobênticas da zona de arrebentação.

McDermott (1987) encontrou estômagos de *Nephtys bucera* repletos de juvenis de *Donax* e em menor grau, de *Scoleclepis* em praias de alta energia de New Jersey, EUA. Concluiu que *Nephtys* exerce importante papel na dinâmica populacional das populações bênticas do mediolitoral e zona de arrebentação locais.

Estas idéias são contrárias à suposição de McLachlan (1983) e Brown & McLachlan (1990) de que "apenas o ambiente físico é importante na estruturação das comunidades e que as interações biológicas podem ser ignoradas como um fator importante em praias arenosas abertas". De fato, a elevada dinâmica do ambiente praial e de seus componentes biológicos são as principais responsáveis pela dificuldade na observação de interações biológicas e seus efeitos na estruturação das comunidades.

Na própria Praia do Cassino, Santos (1990) mostrou que a distribuição uniforme de tubos de *Scoleclepis gaucha* em microescala é evidência de competição intraespecífica por espaço de alimentação.

Reise (1985) sugeriu a existência de escalas hierárquicas nos fatores controladores da estrutura do macrobentos de lagoas costeiras. Os fatores físicos estariam em um primeiro nível de controle. Na ausência ou diminuição da ação dos fatores físicos, os fatores biológicos como predação e competição cresceriam em importância determinando a estruturação das associações.

Esta conceitualização é perfeitamente válida e aplicável à zona de arrebentação interna da Praia do Cassino. A fauna responderia em um primeiro momento aos gradientes ambientais temporais, discriminando condições de maior energia no inverno e menor energia no verão. Em um segundo momento, condições de menor hidrodinâmica no verão possibilitariam a intensificação de interações biológicas como a predação da ictiofauna ou da epifauna sobre o bentos, bem como eventual competição, principalmente de natureza intraespecífica. Durante o inverno, tais interações seriam mantidas em níveis baixos pela ação conjunta da forte turbulência e de baixas temperaturas.

A idéia de que a fauna de praias arenosas possui elevada resiliência parece ser verdadeira somente para determinados fatores perturbadores, particularmente os físicos. Estudos sobre o efeito de furacões (Saloman & Naughton, 1977; Fleischack, 1985) e de despejo de grandes quantidades de areia (Gorzelay & Nelson, 1987; Fleischack, 1985) sobre populações macrobênticas praias não evidenciaram modificações estruturais significativas.

Na Praia do Cassino, a ocorrência de fortes tempestades ao longo do ano não provocou alterações significativas na composição e abundância da fauna entre os meses do grupo inverno ou do grupo

verão. A previsibilidade da época e da frequência de ocorrência destes fenômenos provavelmente está incorporada nas estratégias adaptativas e no ciclo de vida das populações macrobênticas da zona de arrebentação e do mediolitoral. Há dúvidas, portanto, se esses eventos devem ou não ser considerados perturbadores ou a fauna como tendo alta resiliência.

O rápido repovoamento do macrobentos da Praia do Cassino após massivas deposições de lama no médio e supralitoral (Gianuca, 1985) pode ser considerado como um indicador de alta resiliência (Borzzone, 1988). Borzzone (1991) sugeriu que as comunidades da zona de arrebentação externa seriam mais estáveis e resistentes à perturbação provocada por esses depósitos do que as comunidades da zona de águas rasas.

Jaramillo et al. (1987) observaram uma baixa resiliência (4 anos) em populações macrobênticas de uma praia de baixa energia após um evento erosivo de grande porte. Neste caso, apesar de haver adultos e larvas disponíveis em áreas adjacentes, a baixa resiliência pode ser explicada pela lenta recomposição do ambiente sedimentar (2 anos).

A hidrodinâmica do ambiente, portanto, parece ser de fundamental importância para o entendimento dos mecanismos de recolonização e taxas de resiliência.

Em praias arenosas abertas de morfodinâmica intermediária a dissipativa há um intenso e constante transporte de areia da zona de arrebentação para a praia subaérea e vice-versa (Short, 1983). Nestes ambientes, populações macrobênticas apresentariam elevada resiliência a perturbações físicas devido, provavelmente, à rápida recomposição do próprio ambiente físico e à recolonização

da área perturbada por indivíduos adultos de áreas adjacentes ou por larvas presentes no plâncton.

Essas considerações teóricas devem ser testadas em estudos futuros, para que sirvam de informação básica ao preparo de relatórios de impacto ambiental e à elaboração de propostas de gerenciamento do ecossistema praial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, F.L. & Moore, J.J., 1987. Invertebrate macrofauna as potential indicators of sandy beach instability. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 24:109-125.
- Alongi, D.M., 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 28: 381-496.
- Alvarez, J. A., Gré, J. C. & Toldo, E. E. Jr., 1981. Estudos da praia a nordeste do molhe de Rio Grande - Rio Grande do Sul. *Pesquisas, Porto Alegre*, 14: 131-147.
- Amaral, A.C.Z., Morgado, E.H., Lopes, P.P., Belúcio, L.F., Leite, F.P.P. & Pereira, C.P., 1990. Composition and distribution of the intertidal macrofauna of sandy beaches on Sao Paulo coast. *Publ. ACIESP No. 71-3:258-279.*
- Anderson, W. D., Dias, J.J. K., Dias, R. K., Cupka, D. M. & Chamberlain, N. A., 1977. The macrofauna of the surf zone of Folly beach, South Carolina. *NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-704*
- Antia, E.E., 1989. Beach cusps and burrowing activity of crabs on a fine-grained sandy-beach, southern Nigeria. *J. Coast. Res.*, 5(2):262-270.
- Armitage, T.M. & Alevizon, W.S., 1980. The diet of Florida Pompano (*Trachinotus carolinus*) along the east coast of Central Florida. *Florida Sci.*, 43:19-25.
- Austin, M. P., 1985. Continuum concept, ordination methods, and niche theory. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 16: 39-61.
- Baptista, J.R., 1984. Flutuações diárias e horárias dos elementos dissolvidos, material em suspensão e características físicas da água na parte sul da Lagoa dos Patos e Praia do Cassino. Tese de Mestrado, Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 81p.
- Barnes, H., 1952. The use of transformations in marine biological statistics. *J. Cons. perm. int. Expl. Mer.* 18:61-71.
- Bascom, W.N., 1951. The relationship between sand size and beachface slope. *Trans. Am. Geophys. Union*, 32(6):866-874.
- , W.N., 1964. *Waves and Beaches. The dynamics of the ocean surface.* Anchor Books, New York, 267p.
- Bellinger, J.W. & Avault Jr., J.W., 1971. Food habits of juvenile Pompano *Trachinotus carolinus* in Louisiana. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 100(3):486-494.
- Bird, E. C. F., 1984. *Coasts. An introduction to coastal*

- geomorphology. Basil Blackwell, 320 p.
- Boesch, D.F., 1977. Application of numerical classification in ecological investigations of water pollution. U.S. Environmental Protection Agency Special Scientific Report No.77, 113pp.
- Bolívar, G.A. & Lana, P.C., 1988. Padrões de distribuição de Spionidae e Magelonidae (Annelida: Polychaeta) do litoral de Estado do Paraná. An. Sem. Reg. Ecol., 6:247-267.
- Borzzone, C.A., 1988. Estudo da macrofauna bentônica infralitoral da região costeira adjacente à barra de Rio Grande, RS, Brasil. Tese de Mestrado, FURG, Rio Grande, 113pp.
- Borzzone, C. A., 1991. Ecología de los moluscos del infralitoral raso de una playa arenosa expuesta del sur del Brasil. Tese de Doutorado, Universidad Nacional de Buenos Aires, 222 pp.
- Borzzone, C.A., Paes, E.T. & Soares, A.G., 1990. Um novo amostrador de sucção para o estudo quantitativo da fauna bentônica infralitoral em substratos inconsolidados. Nerítica 5(1):1-128.
- Borzzone, C.A. & Gianuca, N.M., 1990. A zonação infralitoral em praias expostas. Publ. ACIESP 71(3):280-295.
- Borzzone, C. A. & Griep, G. H., 1991. Características do sedimento superficial infralitoral da região costeira adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Pesquisas, Porto Alegre, 18(1):71-78.
- Bowman, M.L. & Dolan, R., 1985. The relationship of Emerita talpoida to beach characteristics. J. Coast. Res, 1(2):151-163.
- Brown, A.C. & McLachlan, A., 1990. Ecology of sandy shores. Elsevier, 328pp.
- Buchanan, J.B. & Kain, J.M., 1971. Measurement of the physical and chemical environment. In: Holme, N.A & McIntyre, A.D. (eds.). Methods for the study of marine benthos. Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 30-58.
- Calliari, L. J., 1980. Aspectos sedimentológicos e ambientais na região estuarial da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 190 p.
- Camargo, M.G. & Borzzone, C.A. (em prep.). Distribuição dos anelídeos poliquetas em relação aos tipos de sedimentos no infralitoral da região adjacente à Barra de Rio Grande - RS.
- Carter, R.W.G., 1988. Coastal environments. An introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. Academic Press, San Diego, 617p.

- Castello, J. P. & Moller, O. O. Jr., 1977. Sobre as condições oceanográficas no Rio Grande do Sul. *Atlantica*, 2(2): 25-110.
- Castello, J.P. & Moller, O. O. Jr., 1978. On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of the Patos Lagoon (Rio Grande do Sul, Brazil). *Atlantica*, 3: 67-74.
- Castello, J.P. et al., 1990. On the importance of coastal and subantarctic waters for the shelf ecosystem off Rio Grande do Sul. *Publ. da ACIESP* 71(1): 112-129.
- Centeno, A.J., 1982. Curso de estatística aplicada à biologia. Ed. da Universidade Federal de Goiás, Goiania, 188 p.
- Christie, N.D., 1976a. A numerical analysis of the distribution of shallow sublittoral sand macrofauna along a transect at Lamberts Bay, South Africa. *Trans. R. Soc. S. Afr.*, 42(2):149-172.
- , N.D., 1976b. The efficiency and effectiveness of a diver-operated suction sampler on a homogeneous macrofauna. *Est. Coast Mar. Sci.*, 4:687-693.
- Clifford, H.T. & Stephenson, W., 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, New York, 229 p.
- Corbisier, T.N., 1981. Aspectos da macrofauna bentônica de zona entre marés arenosa, no sistema estuarino de Santos (Estado de São Paulo, Brasil). Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 123pp.
- Correa, I.C.S., 1987. Plataforma continental adjacente de Rio Grande do Sul: Síntese dos conhecimentos. *Publ. ACIESP* 54(2):50-73.
- Coscaron, S., 1959. La "Almeja Amarilla" (*Mesodesma* (T.) *mactroides* Deshayes) de la costa de la provincia de Buenos Aires. *Agro*, 3:1-66.
- Costa, C.S.B., Seeliger, U. & Kinas, P. G., 1988. The effect of wind velocity on the salinity regime in the lower Patos Lagoon estuary. *Ciência e Cultura* 40(9):909-912.
- Cunha, L.P.R., 1981. Variação sazonal da distribuição, abundância e diversidade dos peixes na zona de arrebenção da praia do Cassino, RS, Brasil. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 44p.
- Cushing, D.H., 1975. Ecologia marinha y pesquerias. Editorial Acribia, Zaragoza, 256p.
- Dahl, E., 1952. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. *Oikos*, 4: 1-27.

- Davies, J.L., 1980. Geographical variation of coastal development. 2nd edition. Longman. 211p.
- Davis, J.C., 1986. Data and statistical analysis in geology. 2nd edition. John Wiley and Sons, 646p.
- Day, J.H., Field, J.G. & Montgomery, M.P., 1971. The use of numerical methods to determine the distribution of the benthic fauna across the continental shelf of North Carolina. *J. Anim. Ecol.*, 40:93-126.
- Delancey, L. B., 1984. An ecological study of the surf zone at Folly Beach, South Carolina. Tese de Mestrado, College of Charleston, South Carolina, 131 p.
- Delaney, P. J. V., 1965. Fisiografia e geologia de superficie da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Publ. Esp. Geol. UFRGS (Porto Alegre)*, 6: 1-105.
- Demicheli, M.A., 1984. Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas. I. Playa Portozuelo. *Com. Soc. Malac. Urug.*, 6(47):235-249.
- ., 1985a. Estudios exploratorios del infralitoral de las playas arenosas uruguayas. II. Datos complementarios sobre la Playa Portozuelo. *Com. Soc. Malac. Urug.*, 6(48):287-291.
- ., 1985b. Estudios exploratorios del infralitoral de las playas uruguayas. III. Playa Anaconda. *Com. Soc. Malac. Urug.*, 6(49):301-312.
- Dexter, D.M., 1974. Sandy beach fauna of the Pacific and Atlantic coasts of Costa Rica and Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 22:56-76.
- ., 1976. The sandy beach fauna of Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 20(4):479-485.
- ., 1979. Community structure and seasonal variation in intertidal Panamanian sandy beaches. *Est. Coast. Mar. Sci.*, 9:543-556.
- ., 1983. Community structure of intertidal sandy beaches in New South Wales, Australia. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds.). *Sandy beaches as ecosystems*. The Hague, Junk, p:461-472
- ., 1984. Temporal and spatial variability in the community structure of the fauna of four beaches of South eastern New South Wales. *Aust. J. Mar. Freshw. res.*, 36:281-289.
- ., 1985. Distribution and life histories of abundant crustaceans of four sandy beaches of south-eastern New South Wales. *Austr. J. Mar. Freshw. Res.*, 36:281-289.
- ., 1988. The sandy beach fauna of Portugal. *Arq. Mus. Bocage*,

1(8):101-110.

- ., 1989. The sandy beach fauna of Egypt. *Est. Coast. Shelf Sci.* 29:261-271.
- Dillery, D.G. & Knapp, L.V., 1970. Longshore movements of the sand crab, *Emerita analoga* (Decapoda, Hippidae). *Crustaceana*, 18:233-240.
- Du Preez, H.H., McLachlan, A., Marais, J.F.K. & Cockcroft, A.C., 1990. Bioenergetics of fishes in a high energy surf-zone. *Mar. Biol.*, 106:1-12.
- Eagle, G. A., 1983. The chemistry of sand beach ecosystems - a review. In: Mc Lachlan, A. & Erasmus, T. (eds) *Sandy beaches as ecosystems*, The Hague, Junk, p. 203-224.
- Eleftheriou, A. & Nicholson, M.D., 1976. The effects of exposure on beach fauna. *Cah. Biol. Mar.*, 16:695-710.
- Escofet, A., Gianuca, N., Magtía, S. & Scarabino, V., 1979. Playas arenosas del Atlantico sudoccidental entre los 29 y 43 LS: Consideraciones generales y esquema biocenológico. *Mem. Sem. Ecol. Bent. Sed. Plat. Cont. Atl. Sul.*, Montevideo, UNESCO p:245-259.
- Farias, F.F., Bittencourt, A.C.S.P., Zanini, A., Jr., Dominguez, J.M.L., 1985. Variações temporais e espaciais na dinâmica de sedimentação da Praia da Armação - Salvador/BA. *Rev. Bras. Geocien.*, 15(1):48-54.
- Field, J.G., 1971. A numerical analysis of changes in the soft-bottom fauna along a transect across False Bay, South Africa. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 7:215-253.
- Field, J. G., Clarke, K. R. & Warwick, R. M., 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 8: 37-52.
- Fincham, A.A., 1970. Amphipods in the surf plankton. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 50:177-198.
- ., 1971. Ecology and population studies of some intertidal and sub-littoral sand-dwelling amphipods. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 51:471-488.
- Fleischack, P.C., 1985. Aspects of the benthic ecology of three subtidal beaches at Durban, South Africa. M.Sc. Thesis, University of Natal, Durban, 154 p.
- Fleischack, P.C. & Freitas, A.J., 1989. Physical parameters influencing the distribution of surf zone benthos. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 28:517-530.
- Flemming, B.W. & Fricke, A.H., 1983. Beach and nearshore habitats

- as a function of internal geometry, primary sedimentary structures and grain size. In: McLachlan, A & Erasmus, T. (eds.). *Sandy beaches as ecosystems*. The Hague, Junk, p:115-132.
- Flemming, N. C. & Max, M. D., (eds), 1988. *Code of practice for scientific diving: Principles for the safe practice of scientific diving in different environments*. Unesco Technical Papers in marine science 53
- Folk, R. L. & Ward, W. C., 1957. Brazos River Bar: a study on the significance of grain size parameters. *J. Sed. Petrol.*, 27(1):3-26.
- Fox, W. T. & Davis, R. A. Jr., 1976. Weather patterns and coastal processes. In: Davis, R. A. & Echington, P. (eds). *Beach and nearshore sedimentation*. Society of economic paleontologists and mineralogists, Tulsa, p. 1-23.
- Gallisaires, J.M., Abussamra, E., Tinoco, T., Coe, R., 1990. Variações sazonais de perfis de praia. Praias de Piratininga e Canboinhas (Niterói - RJ). *Publ. ACIESP*, 71(3):352 - 361.
- Gianuca, N.M., 1983. A preliminary account of the ecology of sandy beaches in southern Brazil. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds.). *Sandy Beaches as ecosystems*. The Hague, Junk.
- ., 1985. The ecology of a sandy beach in southern Brazil. Tese de Doutorado, Universidade de Southampton, Southampton, England, 330p.
- ., 1987. Zonação e produção nas praias arenosas do litoral sul e sudeste do Brasil: Síntese dos conhecimentos. *Publ. ACIESP* 54(1):313-332.
- ., 1988. Recursos naturais das praias arenosas do sul do Brasil. *Inf. UNESCO Cienc. Mar.*, 47:89-94.
- Gibbs, R.J., Matthews, M.D. & Link, D.A., 1971. The relationship between sphere size and setting velocity. *J. Sed. Petrol.*, 41:7-18.
- Goldsmith, V., 1973. Eolian sedimentation in coastal areas. In: Davis Jr., R. A. (ed.) *Coastal sedimentation environments*. VIMS Contr., 533: 238-260.
- Gorzelay, J.F. & Nelson, W.G., 1987. The effects of beach replenishment on the benthos of a sub-tropical Florida Beach. *Mar. Environ. Res.*, 21:75-94.
- Greenacre, M. J., 1984. *Theory and applications of correspondende analysis*. Academic Press, London, 364 p.
- Griep, G. H. & Moraes, G. N., 1985. ANGRA. Um analisador granulométrico para micros. Resumos do II Encontro Brasileiro

de Oceanólogos. Rio Grande, RS.

- Hale, P.B. & Greenwood, B., 1980. Storm wave climatology: a study of the magnitude and frequency of geomorphic process. In: McCann, S.B. (ed.). **The coastline of Canada**. Geological Survey of Canada, Paper 80-10. p:73-88.
- Hartmann, C., Silva, D.F., Mendes, C. A. B., Haertel, V. & Nunes, J. C., 1990. Estudo por sensoriamento remoto das "frentes" costeiras na região da desembocadura da Laguna dos Patos, RS. **Anais do Encontro sobre Sensoriamento Remoto**, p. 577-586.
- Hedgpeth, J.W., 1957. Sandy beaches. In:----- (ed.). **Treatise on marine ecology and paleoecology**. Vol.1 : Ecology. Geol. Soc. Am. Boulder, Colorado Mem No. 67:587-608.
- Herz, R., 1977. **Circulação das águas de superfície da Lagoa dos Patos**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 318 p.
- Hill, G.W. & Hunter, R.E., 1976. Interaction of biological and geological process in the beach and nearshore environments, northern Padre Island, Texas. In: Davis, R.A. & Echington, P. (eds.). **Beach and Nearshore sedimentation**. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, p:169-187.
- Holme, N.A. & McIntyre, A.D., 1971. **Methods for the study of marine benthos**. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 334p.
- Holmes, P., 1975. Wave conditions in coastal areas. In: Hails, J. S. & Carr, A. (eds.) **Nearshore sediment dynamics and sedimentation. An interdisciplinary review**. John Wiley and Sons, p: 1-15.
- Homsí, A., 1979a. **Restauração dos molhes de Rio Grande**. Relatório Interno - Empresa de Portos do Brasil S/A PORTOBRÁS, Rio de Janeiro.
- , 1979b. **Restauração do cabeço molhe leste do Rio grande**. Estudo tridimensional de estabilidade em bacia de ondas. Relatório interno - Empresa de Portos do Brasil S/A - PORTOBRÁS, Rio de Janeiro.
- , A., 1978. Wave climate in some zones off the Brazilian coast. Proc. 16th Coastal Engineering Cf, ASCE/Hamburg, p. 114-133.
- Horward, J.D. & Dorjes, J., 1972. Animal-sediment relationships in the two beach-related tidal flats, Sapelo Island, Georgia. **J. Sed. Petrol.** 42:608-623.
- Hubálek, Z., 1982. Coefficients of association and similarity based on binary (presence-absence) data: an evaluation. **Biol. Rev.** 57: 669-689.

- Hurlbert, S. H., 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52 (4): 577-586.
- IPAGRO, 1979. Observações meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul. *Bol. Tec, Porto Alegre* 3; 3-372.
- Jaramillo, E., 1978. Zonación y estructura de la comunidad macrofaunística en playas de arena del sur de Chile (Mehuín, Valdivia). *Stud. Neotrop. Fauna. Environ.*, 13:71-92.
- Jones, M.L., 1963. Four new species of *Magelona* (Annelida: Polychaeta) and a redescription of *Magelona longicornis* Johnson. *Am. Mus. Novitates*, 2164:1-31.
- , M.L., 1968. On the morphology, feeding, and behaviour of *Magelona* sp. *Biol. Bull.*, 134:272-297.
- Kantin, R., 1983. Hydrologie et qualité des eaux de la région sud de la Lagune dos Patos (Brésil) et de la plateforme continentale adjacente. Tese, Université de Bordeaux, 185 p.
- King, C. L., 1972. *Beaches and Coasts*. 2nd edition. Edward Arnold, 596p.
- Kjerfve, B., 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: Wolfe, A. D. (ed) *Estuarine variability*, Academic Press, p. 63-81.
- Knott, D.M., Cader, D.R. & Van Dolah, R.F., 1983. Macrobenthos of sandy beach and nearshore environments at Murrels inlet, South Carolina, USA. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 16:573-590.
- Komar, P.D., 1976. *Beach process and sedimentation*. Prentice-Hall, Inc., 428p.
- Lasiak, T.A., 1983. The impact of surf zone fish communities on faunal assemblages associated with sand. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds.). *Sandy beaches as ecosystems*. The Hague, Junk, p. 501-506.
- , 1986. Juveniles, food and the surf zone habitat: implications for teleost nursery areas. *S. Afr. J. Zool.*, 21:51-56.
- Leber, K.M., 1982. Seasonality of macroinvertebrates on a temperate, high wave energy sandy beach. *Bull. Mar. Sci.*, 32:86-98.
- Levinton, J.S., 1982. *Marine Ecology*. Prentice-Hall Inc., 525p.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F., 1988. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, 337p.
- Lunardon, M.J., 1988. Hábitos alimentares e aspectos biológicos de *Menticirrhus littoralis* (Holbrook, 1860) (Pisces - Scianidae) no

- litoral do Paraná. Tese de Mestrado , Dep. de Zoologia, UFPR, Curitiba, 87 p.
- Martins, L. R. & Villwock, J. A., 1987. Eastern South America quaternary coastal and marine geology: a synthesis. *Unesco Rep. Mar. Sci.*, 43:28-96.
- Matta, J.F., 1977. Beach fauna study of the CERC Field Research Facility, Duck, North Carolina. *Coast. Eng. Res. Cent. Miscell. Rep.*, No. 77-6:1-102. In: Knott, D.M., Cader, D.R. & Van Dolah, R.F., 1983. Macrobenthos of sandy beach and nearshore environments at Murrels inlet, South Carolina, USA. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 16:573-590.
- McDermott, J.J., 1987. The distribution and food habitats of *Nephtys bucera* Ehlers, 1868 (Polychaeta: Nephtyidae) in the surf zone of a sandy beach. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 100(1): 21-27.
- McArdle, S.B. & McLachlan, A., 1991. Dynamics of the swashzone and effluent line on sandy beaches. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 75:91-99.
- McLachlan, A., 1980a. Exposed sandy beaches as semi-closed ecosystems. *Mar. Environ. Res.*, 4:59-63.
- . 1980b. The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple rating system. *S. Afr. J. Sci.*, 76:137-138.
- ., 1980c. Intertidal zonation of the macrofauna and stratification of the meiofauna on high energy beaches in the eastern Cape, South Africa. *Trans. Roy. Soc. South Afr.*, 44:213-223
- ., Erasmus, T., Van der Horst, G., Rossouw, G., Lasiak, McGwynne, L. 1981a. Sand beach energetics: an ecosystem approach towards a high energy interface. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 13:11-25.
- ., Wooldridge, T. & Dye, A.H., 1981b. The ecology of sandy beaches in Southern Africa. *S. Afr. J. Zool.*, 16:219-231.
- ., 1983. Sandy beach ecology - a review. In: ----. & Erasmus, T. (eds.). *Sandy beaches as ecosystems*. The Hague, Junk, p: 321-360.
- . & Hesp, P., 1984. Faunal response to morphology and water circulation of a sandy beach with cusps. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 19:133-144.
- ., Cockcroft, A.C. & Malan, D.E., 1984. Benthic faunal response to a high energy gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 16:51-63.
- ., 1990. Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands. *J. Coast. Res.*, 6(1) 57-72.

- ., & Romer, G., 1990. Trophic relationship in a high-energy beach and surf-zone ecosystem. In: Barnes, M. & Gibson, R.N. (eds.). *Trophic relationships in the marine environment*. Proc. 24th Europ. Mar. Biol. Symp., p:356-371.
- McNaughton, S. J. & Wolf, L. L., 1970. Dominance and the niche in ecological systems. *Science*, 167: 131-139.
- Monteiro, A.M.G., 1980. A macrofauna do infralitoral superior das praias de Santos e São Vicente. Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 127p.
- Monteiro-Neto, C., 1990. Comparative community structure of surf-zone fishes in the Chesapeake Bight and Southern Brazil. Tese de Doutorado, Faculty of the School of Marine Science, The College of William and Mary, 150 p.
- Monteiro-Neto, C. & Cunha, L.P.R., 1990. Seasonal and ontogenetic variation in food habits of juvenile *Trachinotus marginatus* Cuvier, 1832 (Teleostei, Carangidae) in the surf zone of Cassino Beach, RS, Brazil. *Atlântica*, 12(1):45-54.
- Moreira, P.S., 1972. Species of marine isopods (Crustacea, Peracarida) from Southern Brazil. *Bolm. Inst. Oceanogr., S. Paulo*, 21:163-179.
- Morin, J.G., Kastendiek, J.E., Harrington, A. & Davis, N., 1985. Organization and patterns of interactions in a subtidal sand community on an exposed coast. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 27:163-185.
- Motta, V. F., 1969. Relatório-Diagnóstico sobre a melhoria e o aprofundamento do acesso pela Barra de Rio Grande. Relatório do Departamento Estadual de Portos, Rios e Canais, Porto Alegre, 105 p.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H., 1974. Mathematical treatment of vegetational data. In: *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, 547 p.
- Nelson, W.G., 1986. Predation and prey population variation in a high energy sand beach macrofaunal community. *Ophelia*, 26:305-316.
- Occhipinti, A. G., 1963. Climatologia dinâmica do litoral sul brasileiro. *Contr. Av. Inst. oceanogr. S Paulo* 3: 1-86.
- Oliver, J. S., Slattery, P. N., Hulberg, L. W. & Nybaken, J. M., 1980. Relationships between wave disturbance and zonation of benthic invertebrate communities along a subtidal high-energy beach in Monterey Bay, California. *Fish. Bull.*, 78(2): 437-454.
- Paes, E.T., 1989. Aspectos da bioecologia de *Donax gemmula*

- Morrison, 1971 (Bivalvia, Tellinacea, Donacidae) na zona de arrebentação da praia do Cassino, Rio Grande, RS. Tese de Mestrado, Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 181p.
- Paxton, H., 1979. Taxonomy and aspects of the life history of australian beachworms (Polychaeta Onuphidae). *Aust. J. Freshwater Res.*, 30:265-294.
- Paz, R.S., 1985. Fatores meteorológicos e sua influência ecológica: um exemplo no sistema estuarial da Lagoa dos Patos. Anais do III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro, Universidade Federal do Ceará p:301-312.
- Pearse, A.S., Humm, H.J. & Waage, K.M., 1942. Ecology of sand beaches at Beaufort *Ecol. Monogr.*, 12(2):136-180.
- Penchaszadeh, P.E. & Olivier, S.R., 1975. Ecologia de una población de "berberecho" (*Donax hanleyanus*) en Villa Gesell, Argentina. *Malacologia*, 15(1):133-144.
- Pereira, C. S. & Miranda, L. B., 1980. Correntes costeiras: estudo de um modelo aplicado ao litoral do Rio Grande do Sul (lat. 29 S-35 S). Relatório INPE, no. 1841 - RPE 201. 14 p.
- Perkins, T.H., 1980. Review of species previously referred to *Ceratonereis mirabilis*, and descriptions of new species of *Ceratonereis*, *Nephtys*, and *Goniada* (Polychaeta). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 93(1):1-49.
- Pielou, E.C., 1984. The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination. John Wiley & Sons, New York, 263p.
- Polgar, T. T., 1975. Characterization of benthic community responses to environmental variation by multiple discriminant analysis. In: Saila, S. S. (ed.) *Fisheries and energy production*, Lexington Books, Massachusetts, p. 267-293.
- Priestley, M.B., 1981. Spectral analysis and time series. Academic Press, London, 890p.
- Reise, K., 1985. Tidal flat ecology. Springer-Verlag, 191p.
- Riedl, R. & McMahan, E., 1974. High energy beaches. In: Odum, H.T., Copeland, B.J. & McMahan, E. (eds.). *Coastal ecological systems of the United States*. The Conservation Foundation, Washington, DC., p:180-251.
- Rocha, J., Milliman, J.D., Santana, C.I., Vicari, M.A., 1975. Upper continental margin sedimentation off Brazil. Part V. Southern Brazil. *Contr. Sedimentol.*, 4:117-150.
- Rohlf, F. J., 1989. NTSYS-pc. Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Applied Biostatistics Inc.

- Romer, G.S., 1990. Surf zone fish community and species response to a wave energy gradient. *J. Fish. Biol.*, 36(3):279-287.
- Romesburg, H.C., 1984. *Cluster analysis for researches*. Lifetime Learning Publ., Belmont, California, 334p.
- Salas, C., 1987. Ecology of Donacidae (Mollusca, Bivalvia) from the Bay of Malaga (SE Spain). *Invest. Pesq.*, 51(1):67-77.
- Saloman, C.H. & Naughton, S.P., 1978. Benthic macroinvertebrates inhabiting the swash zone of Panama City Beach, Florida. *Northeast Gulf Science*, 2:65-72.
- Salvat, B., 1964. Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sediments meubles intertidaux et la repartition verticale de la faune endogee. *C. R. Acad. Sciences Paris*, 259: 1567-1579.
- Santos, P.J.P., 1990. *Ecologia de Scolelepis gaucha (Polychaeta: Spionidae) nas praias do Rio grande do Sul: uma abordagem dinâmica da interação população-ambiente*. Tese de Mestrado, FURG, Rio Grande, Brasil, 180p.
- Segatto, A.Z. & Freitas, C.A.F., 1988. Avaliação quantitativa das florações fitoplanctônicas em zona de arrebatamento de praia arenosa exposta e sua relação com alguns parâmetros físicos e químicos - Praia do Cassino - RS. I - Relação entre concentração de clorofila A e material em suspensão (Maio à julho de 1987). *Relatório de Iniciação Científica, CNPq*, 8pp.
- Shepperd, R.A., Knott, B. & Eliot, I.G., 1988. The relationship of juvenile southern mole crabs *Hippa australis*, Hale (Crustacea: Anomura: Hippidae) to superficial swash water-circulation over several diurnal spring-tide cycles during winter conditions on a macro-tidal sandy beach. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 121(3):209-225.
- Shin, P. K. S., 1982. Multiple discriminant analysis of macrobenthic infaunal assemblages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 59: 39-50.
- Short, A.D., 1983. Sediments and structures in beach-nearshore environments, South East Australia. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds.). *Sandy beaches as ecosystems*. The Hague, Junk, p:145-156.
- . & Wright, L.D., 1983. Physical variability of sandy beaches. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds.). *Sandy beaches as ecosystems*. The Hague, Junk, p. 133-144.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J., 1981. *Biometry - The principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman & Company, New York, 859p.

- Souza, J.R.B. 1991. Zonação e variação temporal da macrofauna bentônica da Praia de Barrancos - PR. Tese de Mestrado, Dep.de Zoologia, UFPR, Curitiba.
- Stephenson, T. A., 1943. The causes of the vertical and horizontal distributions of organisms between tidemarks in South Africa. Proc. Linn. Soc. London, 154 (3)
- Tomazelli, L. J., 1979. Origination and dispersal patterns of the Rio Grande do Sul continental shelf superficial sediments. Mem. Sem. Ecol. Bent. Sedim. Plat. Cont. Atl. Sul, Montevideo, Unesco, p. 31-41.
- Tricart, J., 1965. Le modelé des régions chaudes, fôrets et savanes. S.E.D.E.S., Paris. 322p.
- Underwood, A.J., 1981. Techniques of analysis of variance in experimental marine biology and ecology. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 19:513-605.
- Valério-Berardo, M.T., 1992. Composição e distribuição de Amphipoda de fundos não consolidados da região de Ubatuba (SP, Brasil). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 148pp.
- Veloso, V. G., 1988. Abundância e distribuição larval de Emerita brasiliensis Schmitt, 1935 (Decapoda:Hippidae) na área próxima à Barra de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 127 p.
- Vieira, E. F. & Rangel, S. R. S., 1988. Planície costeira do Rio Grande do Sul. Geografia física, vegetação e dinâmica sócio-demográfica, Sagra Editora, Porto Alegre, 256 p.
- Villwock, J. A. & Martins, L. R., 1972. Depósitos lamíticos de pós-praia, Cassino - RS. Pesquisas, Porto Alegre, 1: 69-85.
- Villwock, J. A., 1987. Processos costeiros e a formação das praias arenosas e campos de dunas ao longo da costa sul e sudeste brasileira. Publ. da ACIESP 54(1): 380-398.
- Wainer, I. J., 1963. Análise e previsão das ondas em Tramandaí. Relatório do INPH, UFRGS, Porto Alegre, 30 p.
- Whittaker, R. H., 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Science, 147: 250-260.
- , 1975. Communities and ecosystems. 2nd edition.. MacMillan Company, New York, 385 p.
- Wright, L.D., Chappel, J., Thom, B.G., Bradshaw, M.P. & Cowell, F., 1979. Morphodynamics os reflective and dissipative beach and inshore systems: Southeastern Australia. Mar. Geol., 32:105-140.

- Wright, L.D., Guza, R.T. & Short, A.D., 1982. Dynamics of a high-energy dissipative surf zone. *Mar. Geol.*, 45:41-62.
- Wright, L.D. & Short, A.D., 1983. Morphodynamics of beaches and surf zones in Australia. In: Komar, P.D. (ed.). *Handbook of Coastal Process and Erosion*. CRC Press Inc., p:35-64.
- , 1984. Morphodynamics variability of surf zones and beaches : A synthesis. *Mar. Geol.*, 56:93-118.
- Wright, L.D., Nielsen, P., Shi, N.C. & List, J.H., 1986. Morphodynamics of a bar-trough surf zone. *Mar. Geol.*, 70:251-285.

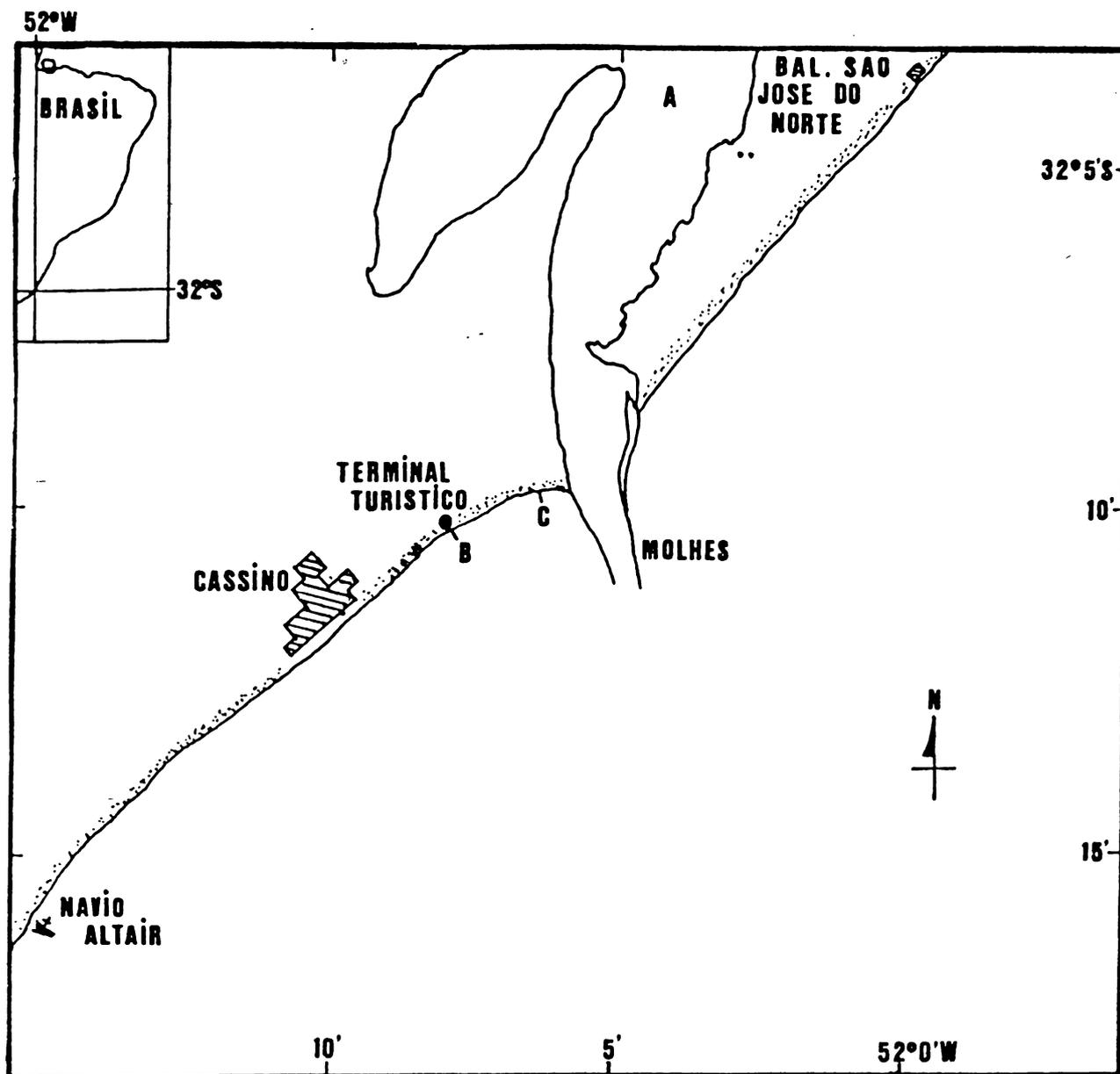


Figura 1. Área de estudo . A - Região estuarina da Lagoa dos Patos; B Transversal fixa para as amostragens temporais e espaciais; C Transversal próxima ao molhe oeste para as amostragens espaciais.

DUNAS FRONTAIS

136

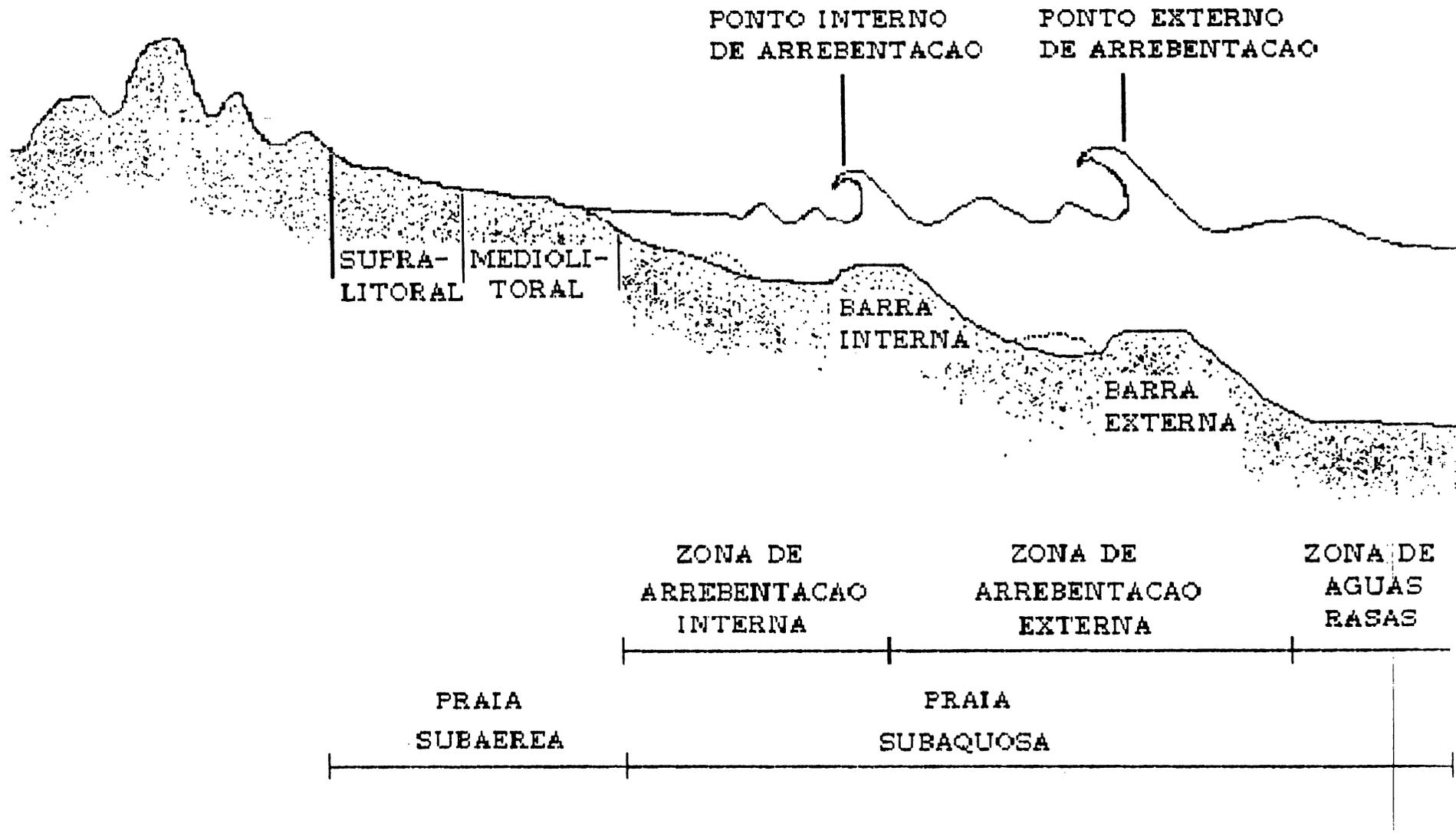


Figura 2. Perfil esquemático da Praia do Cassino, nomenclatura e limites para as zonas físicas.

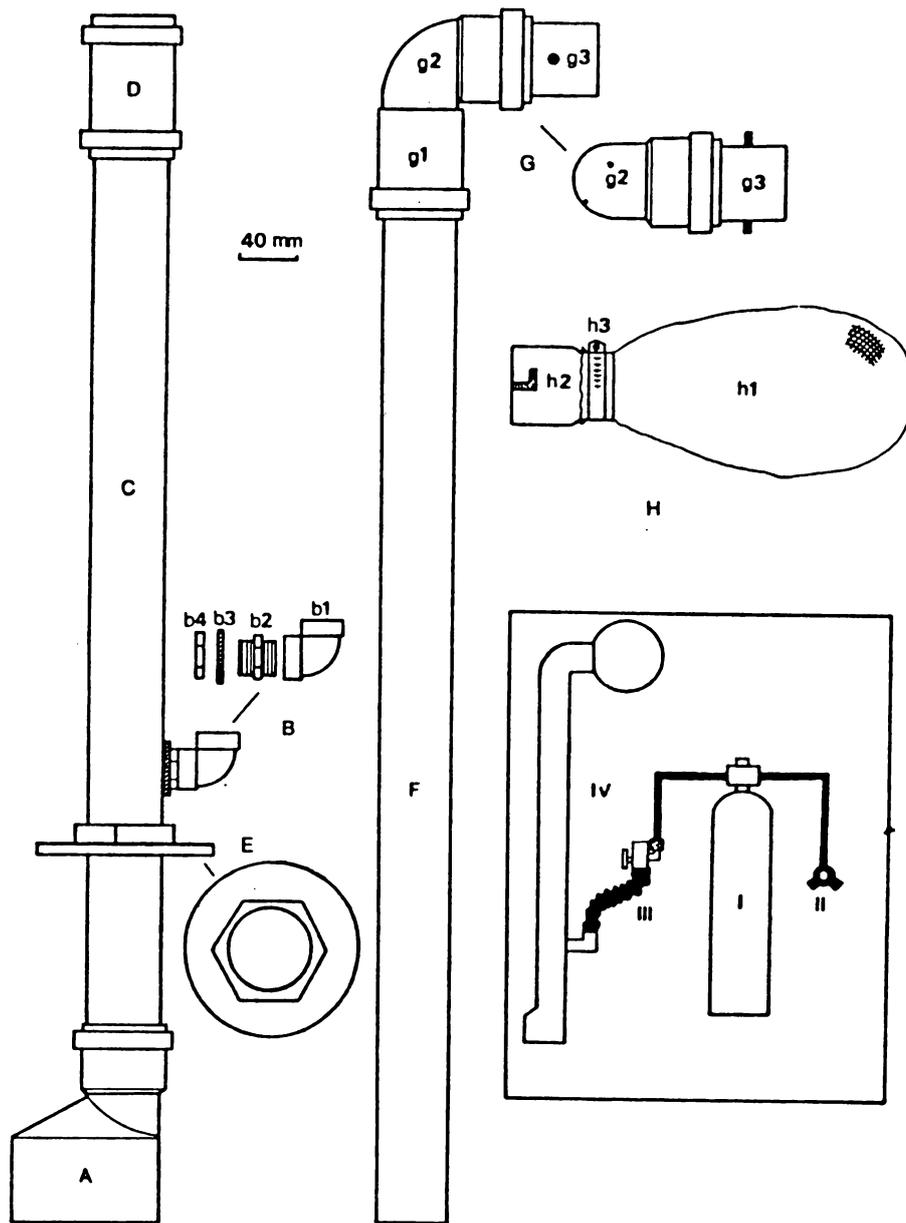


Figura 3. Desenho do corpo principal (CPA) do amostrador de sucção ("air-lift"). A - superfície amostral; B - entrada de ar; C e F - tubo de sucção; D - conexão entre tubos; E - flange para demarcação da profundidade amostral; G - extremo superior de conexão com o copo coletor; H - copo coletor. No quadro menor está o esquema do amostrador. I - garrafa de mergulho; II - regulador (fornecimento de ar para o mergulhador); III - válvula manual de injeção de ar (fornecimento de ar para a CPA); IV - CPA (Segundo Borzone et al., 1990).

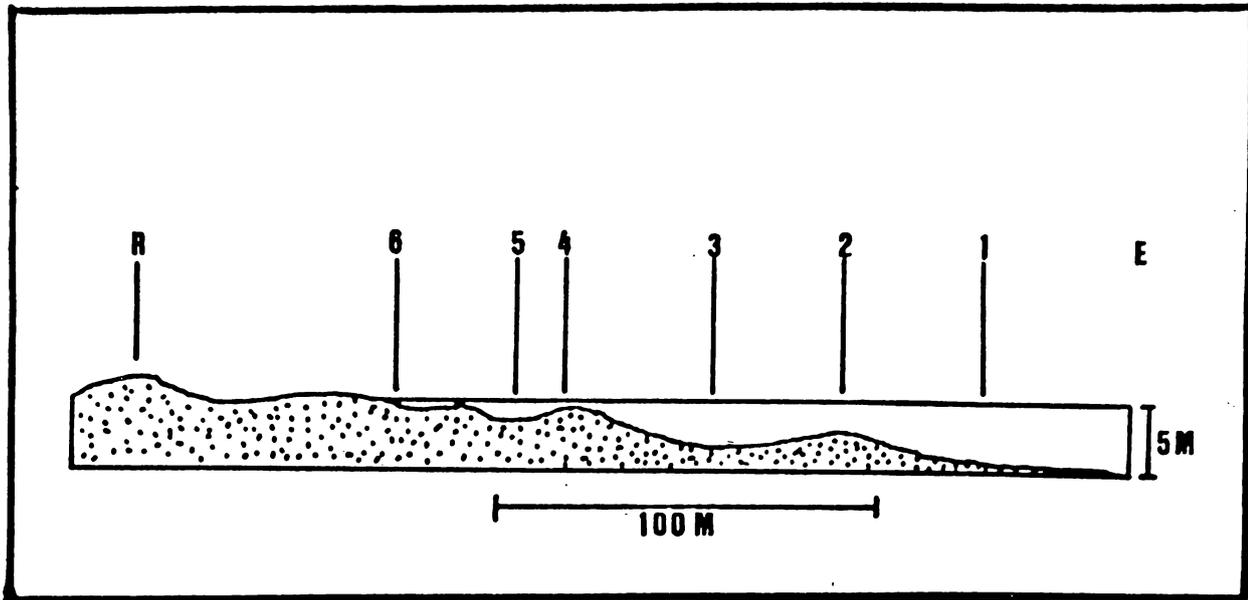


Figura 4. Perfil esquemático da praia mostrando o ponto de referência fixo (R) para as estações de coleta (E) com o "air-lift". 1 - atrás da zona de arrebitação (ou zona de arrebitação externa); 2 - crista da segunda barra arenosa; 3 - cava da segunda barra; 4 - crista da primeira barra; 5 - cava da primeira barra; 6 - zona de varrido.

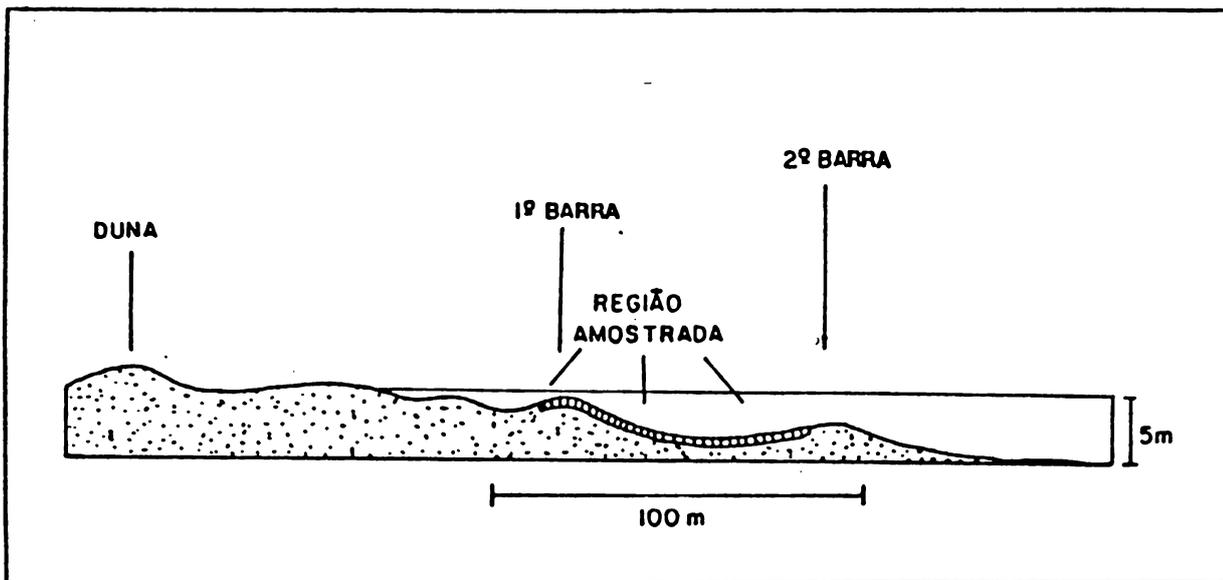


Figura 5. Perfil esquemático da praia evidenciando a extensão da zona de arrebitação interna (ZAI) amostrada pela draga (achureado) ao longo das amostragens temporais.

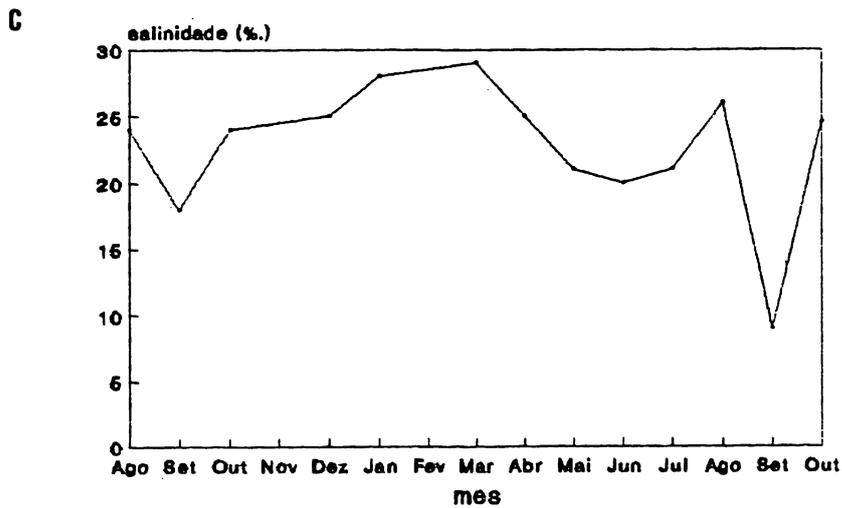
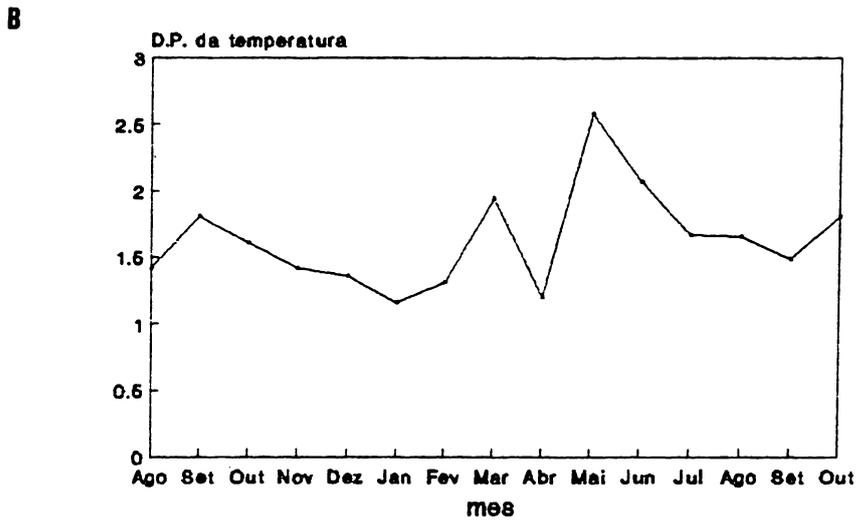
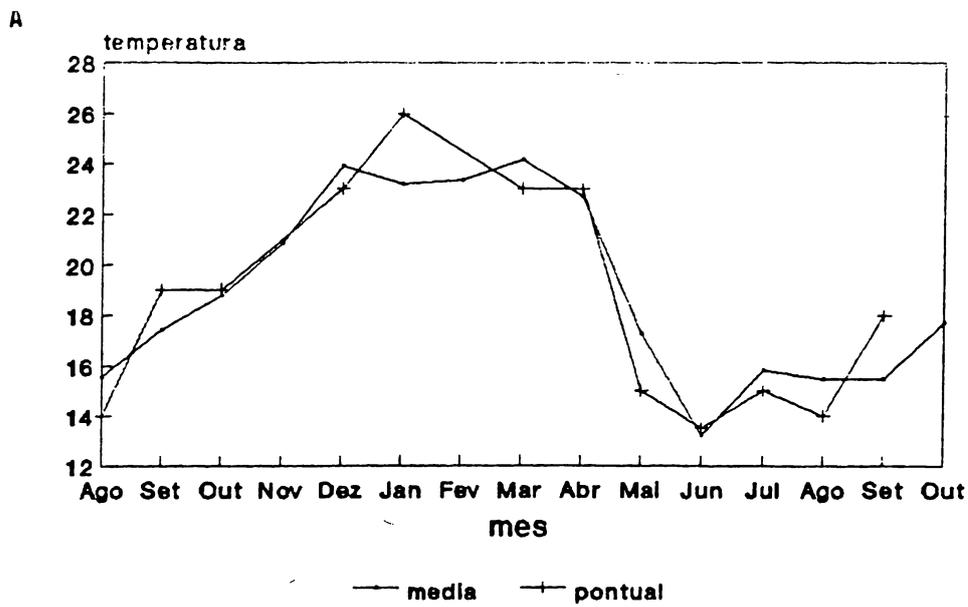


Figura 6. Registros de temperatura e salinidade da coluna d'água da zona de arrebanção interna entre agosto de 1986 e outubro de 1987. A - Temperatura no momento da coleta (pontual) e temperatura média mensal na estação costeira da DHN em Mostardas; B - Desvio Padrão (DP) da temperatura média mensal; C - Salinidade no momento da coleta.

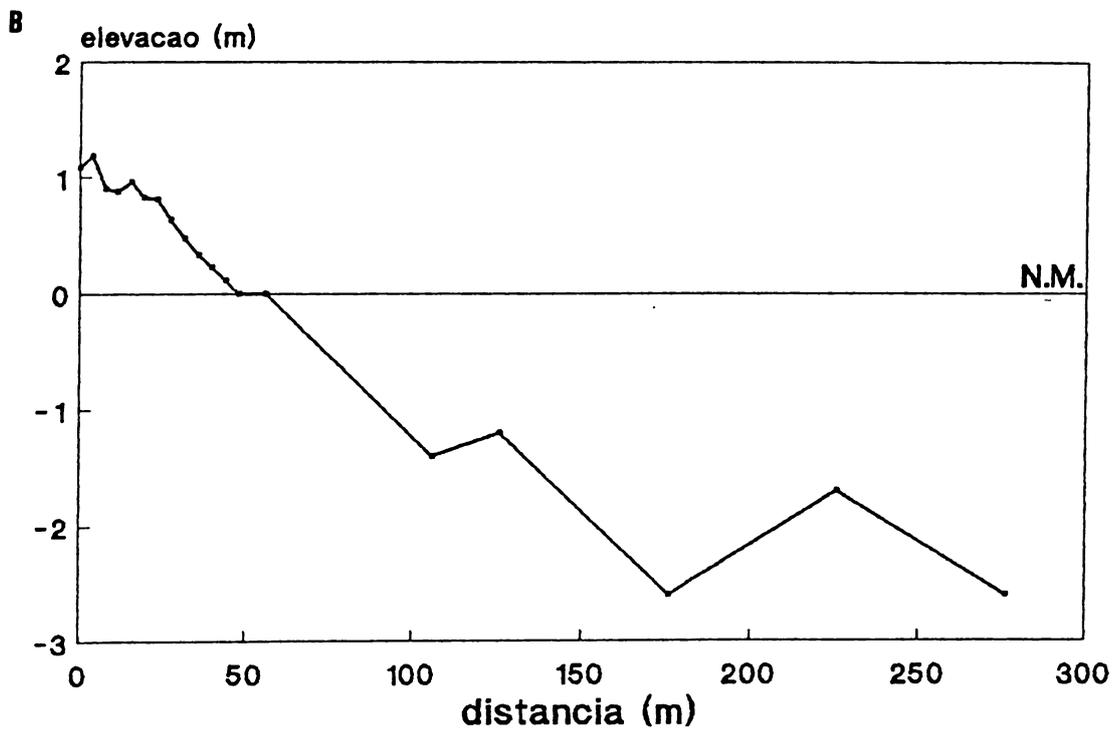
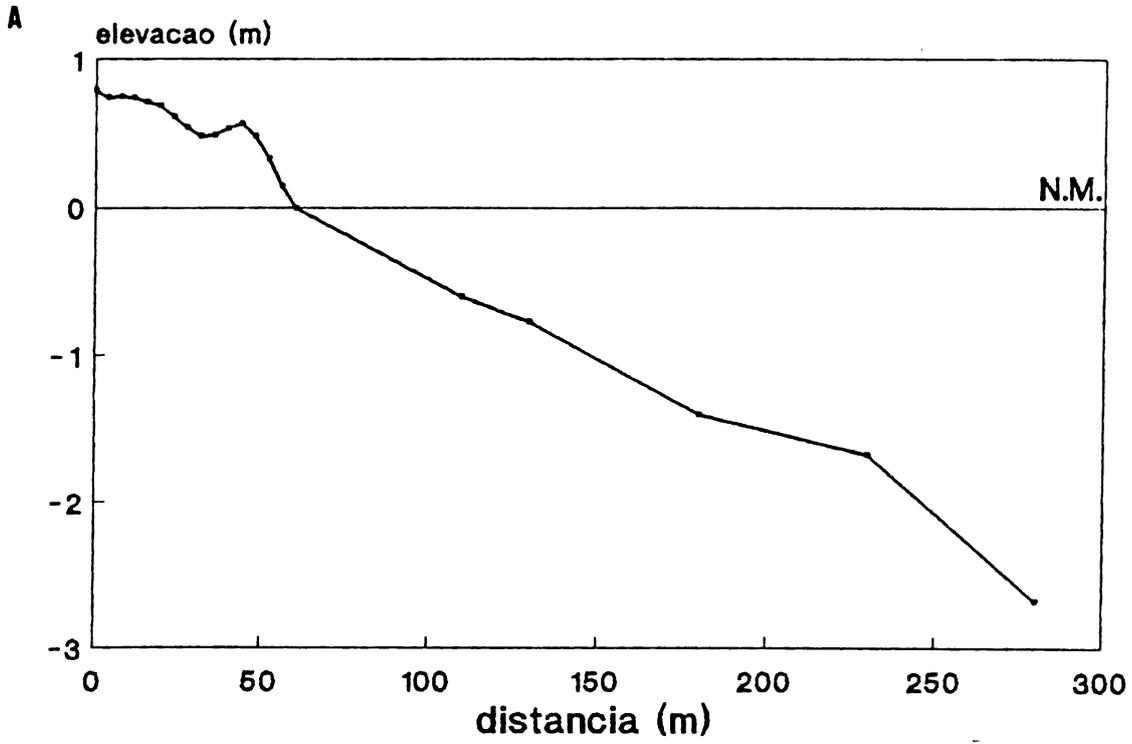
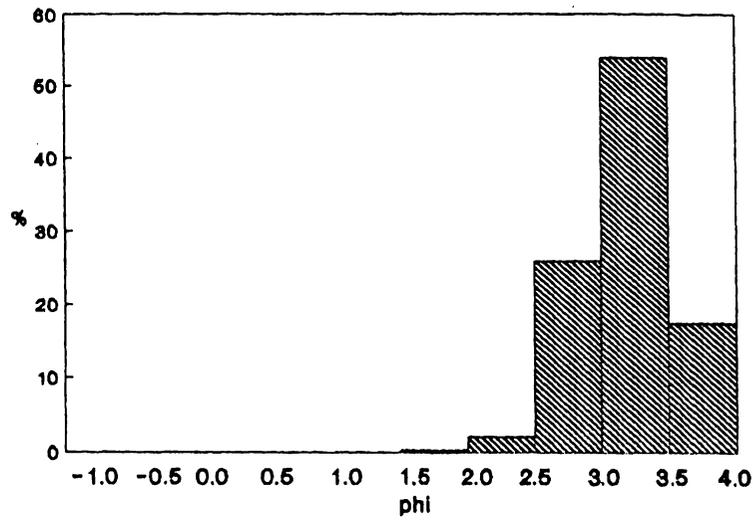
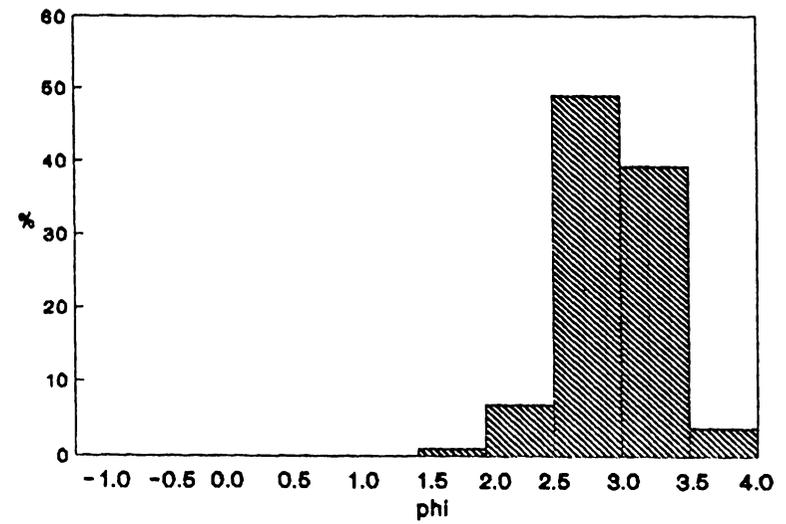


Figura 7. Perfis da praia do Cassino levantados no verão de 1990. A - Transversal próxima ao molhe oeste; B - transversal do Terminal Turístico. Exagero vertical de 50 vezes.

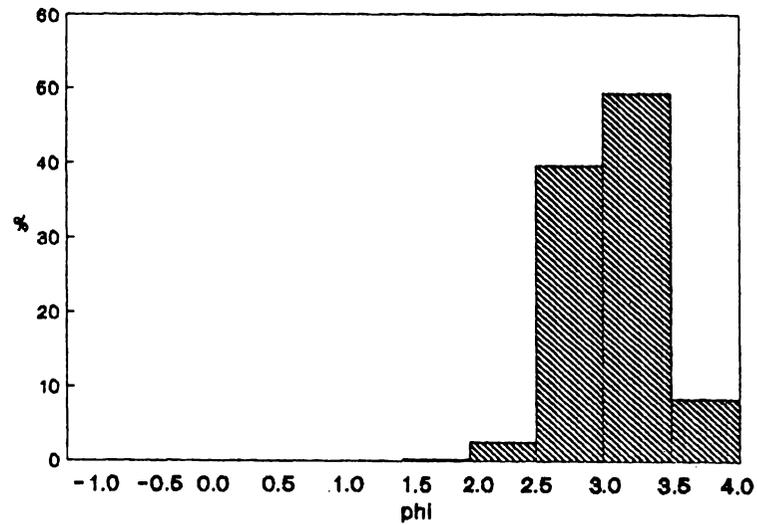
ZAI - MOLHE



ZAI - TERMINAL



ZV - MOLHE



ZV - TERMINAL

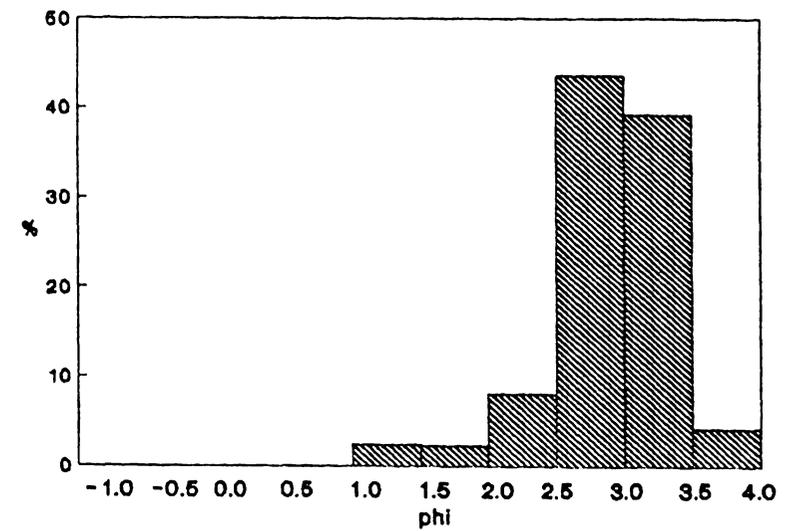
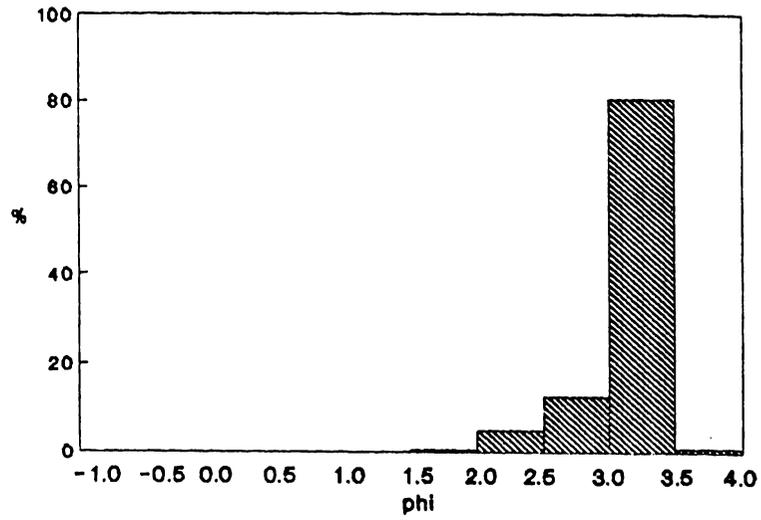
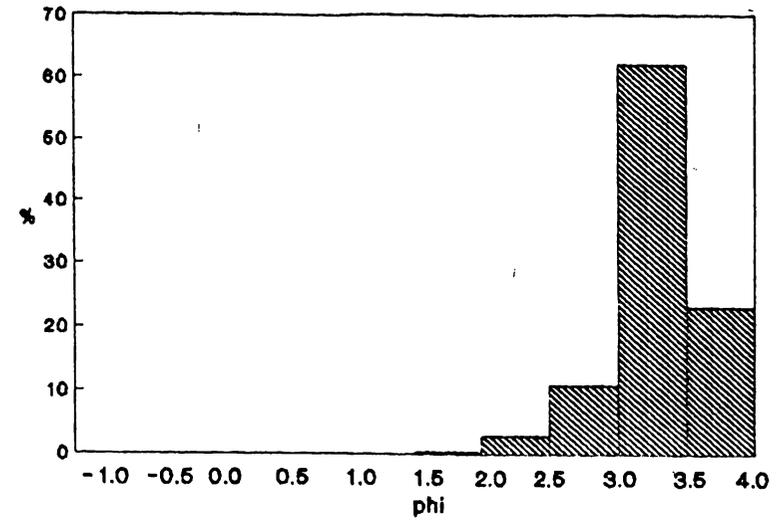


Figura 8. Distribuição granulométrica do sedimento da zona de varrido (ZV) e da zona de arrebenção interna (ZAI) nas transversais do molhe oeste e do Terminal Turístico.

AGOSTO 86

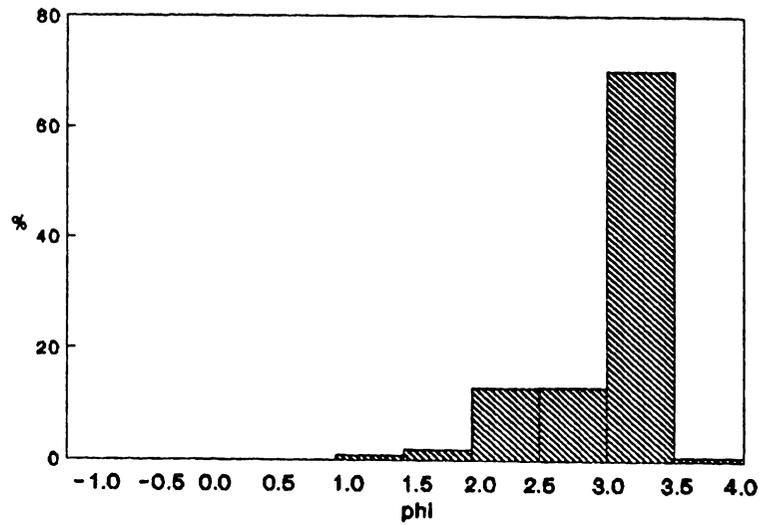


MAIO 87



142

ABRIL 87



JUNHO 87

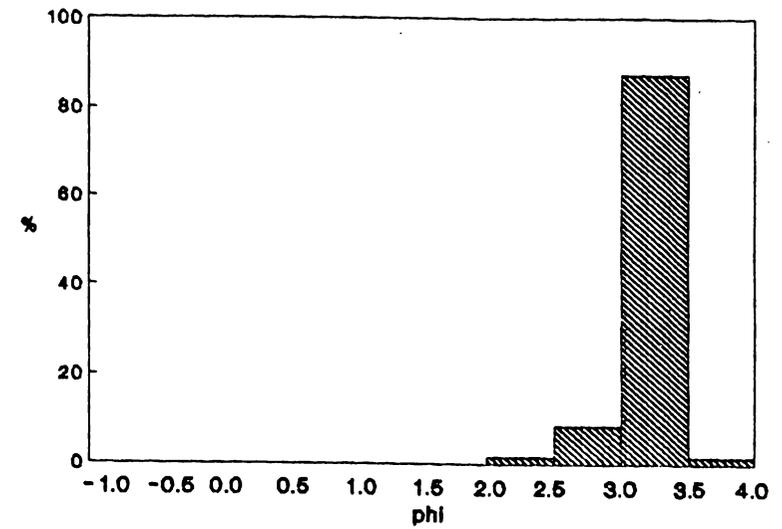
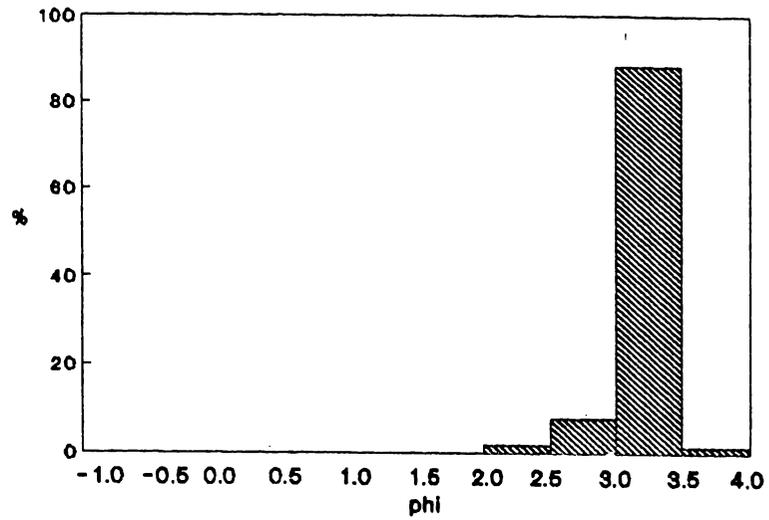
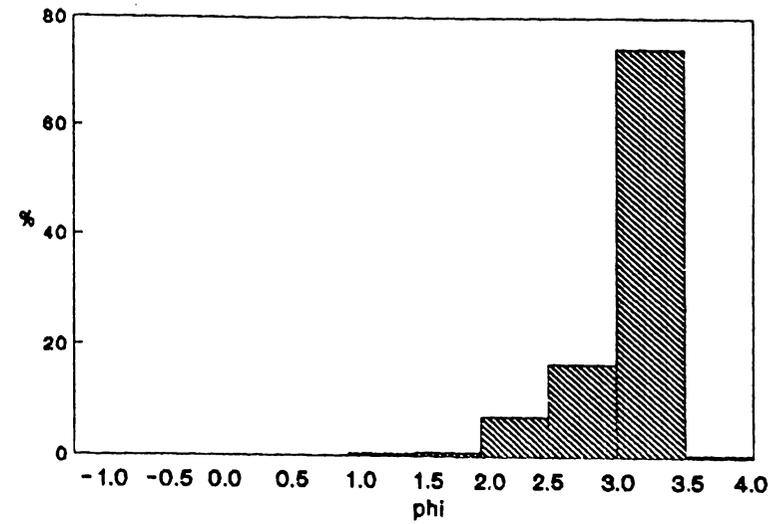


Figura 9. Distribuição granulométrica do sedimento da zona de arrebentação interna no Terminal Turístico durante o período de estudo.

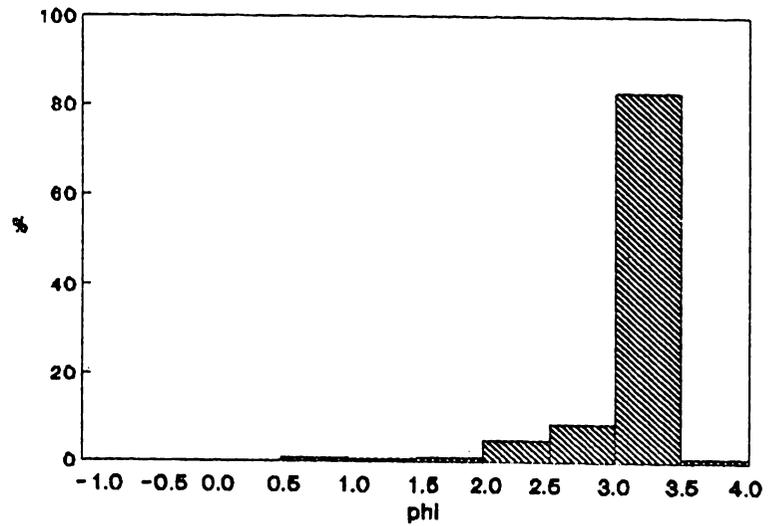
JULHO 87



SETEMBRO 87



AGOSTO 87



FEVEREIRO 90

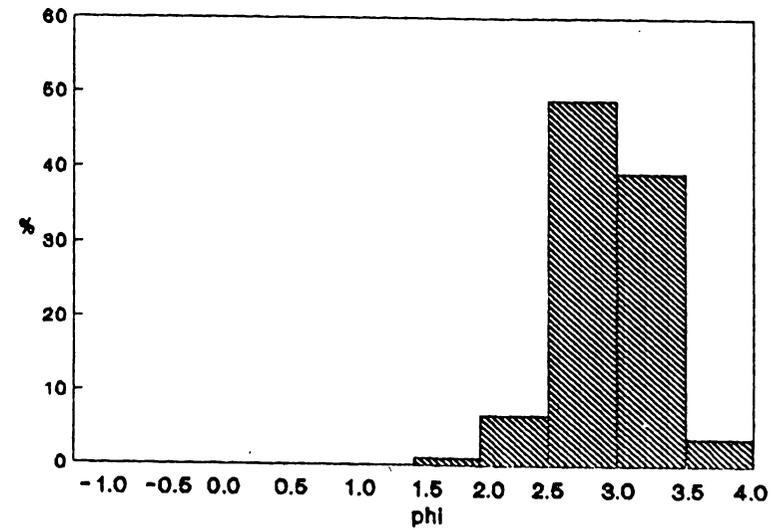


Figura 9. Continuação.

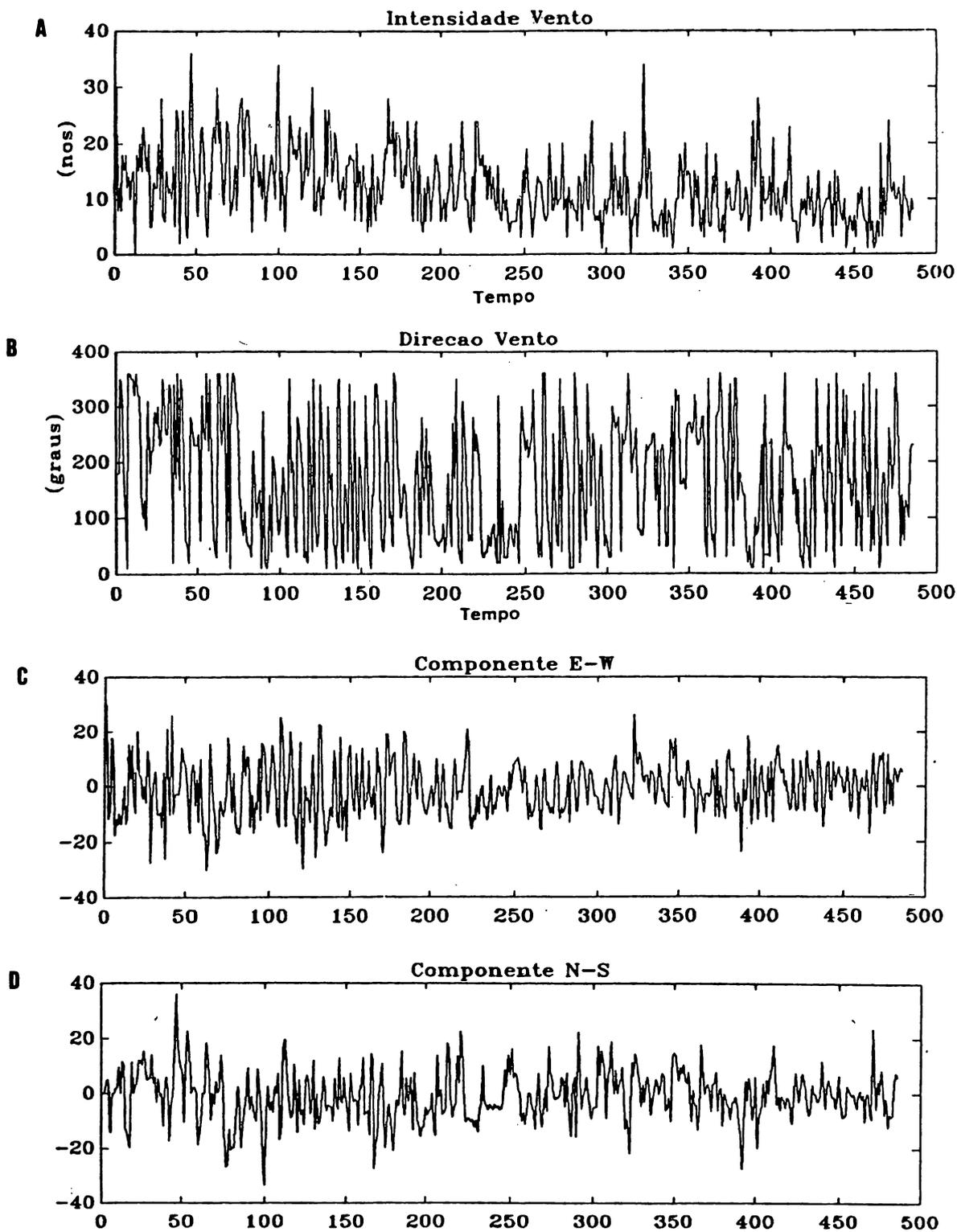


Figura 10. Séries temporais das direções e intensidades do vento registradas de julho de 1986 a outubro de 1987 na estação costeira da DHN em Mostardas. A - Intensidade do vento independente da direção; B - Direção do vento; C - Componente E-W do vento; D - Componente N-S do vento.

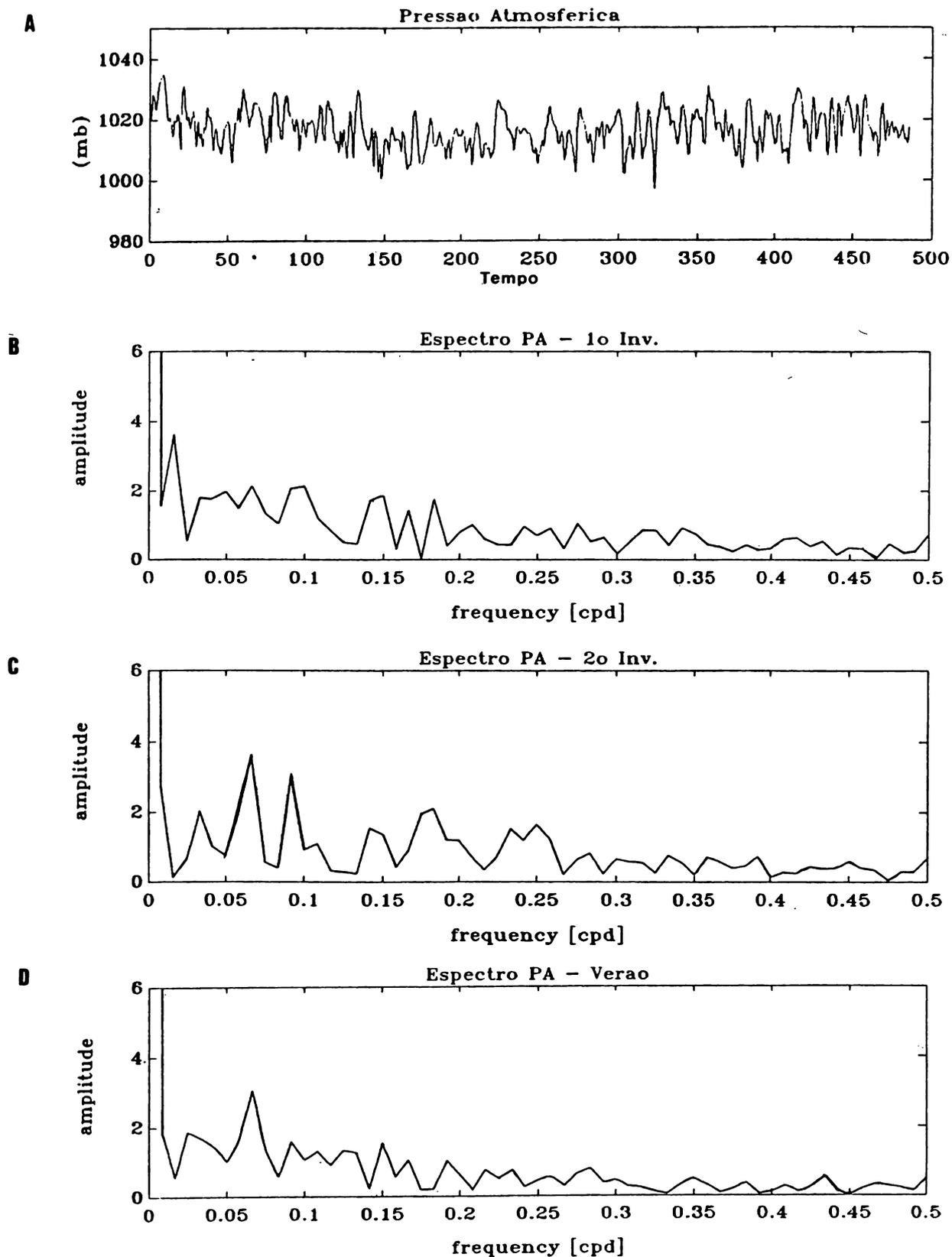


Figura 11. Série temporal e espectros sazonais da pressão atmosférica registrada de julho de 1986 a outubro de 1987 na estação costeira da DHN em Mostardas. A - Série temporal; B - Espectro no inverno de 1986; C - Espectro no inverno de 1987; D - Espectro no verão de 1987.

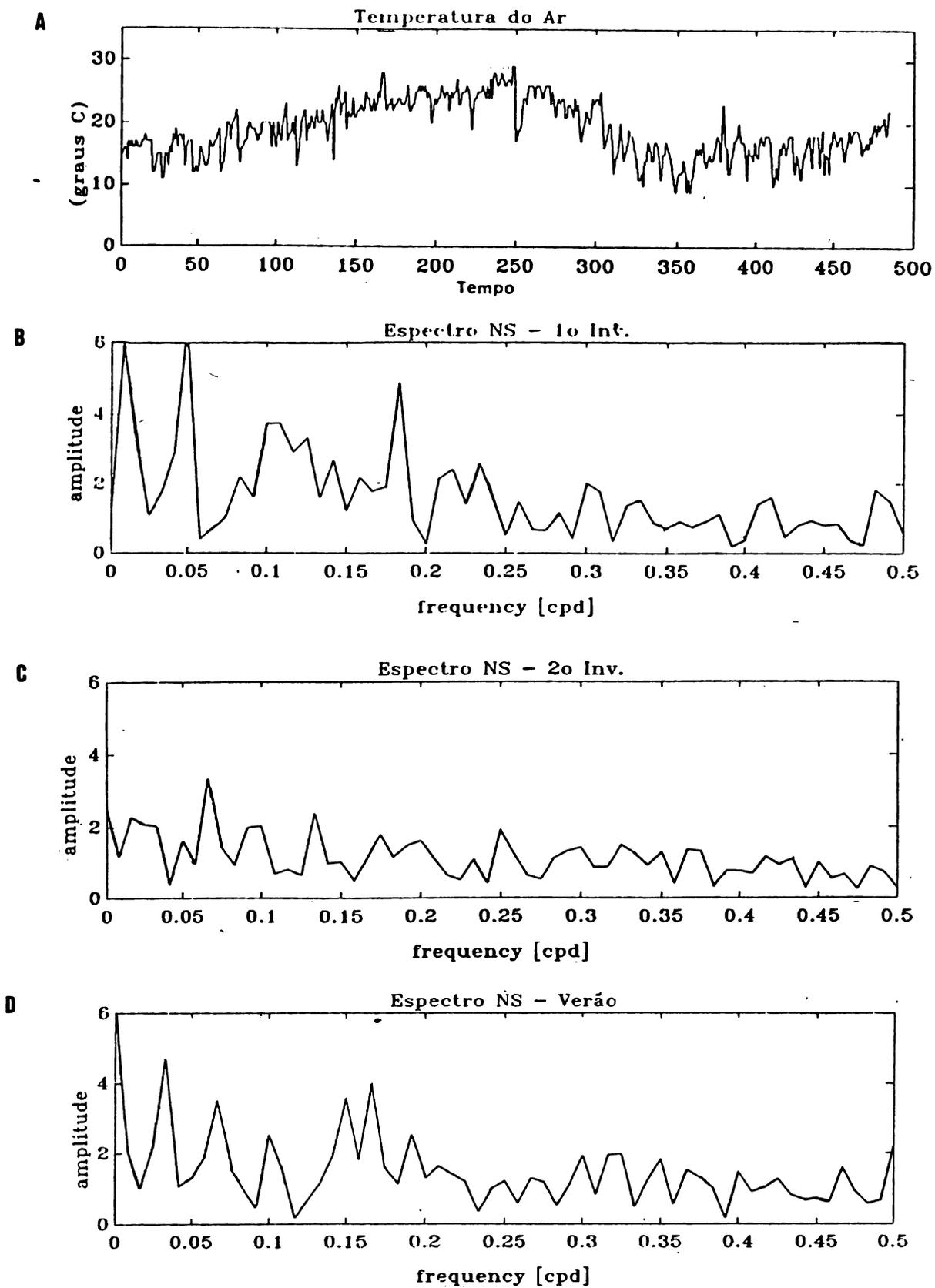


Figura 12. Série temporal da temperatura do ar (A) registrada de julho de 1986 a outubro de 1987 na estação costeira da DHN em Mostardas e espectros sazonais das componentes N-S do vento, B - inverno de 1986, C - inverno de 1987, D - verão de 1987.

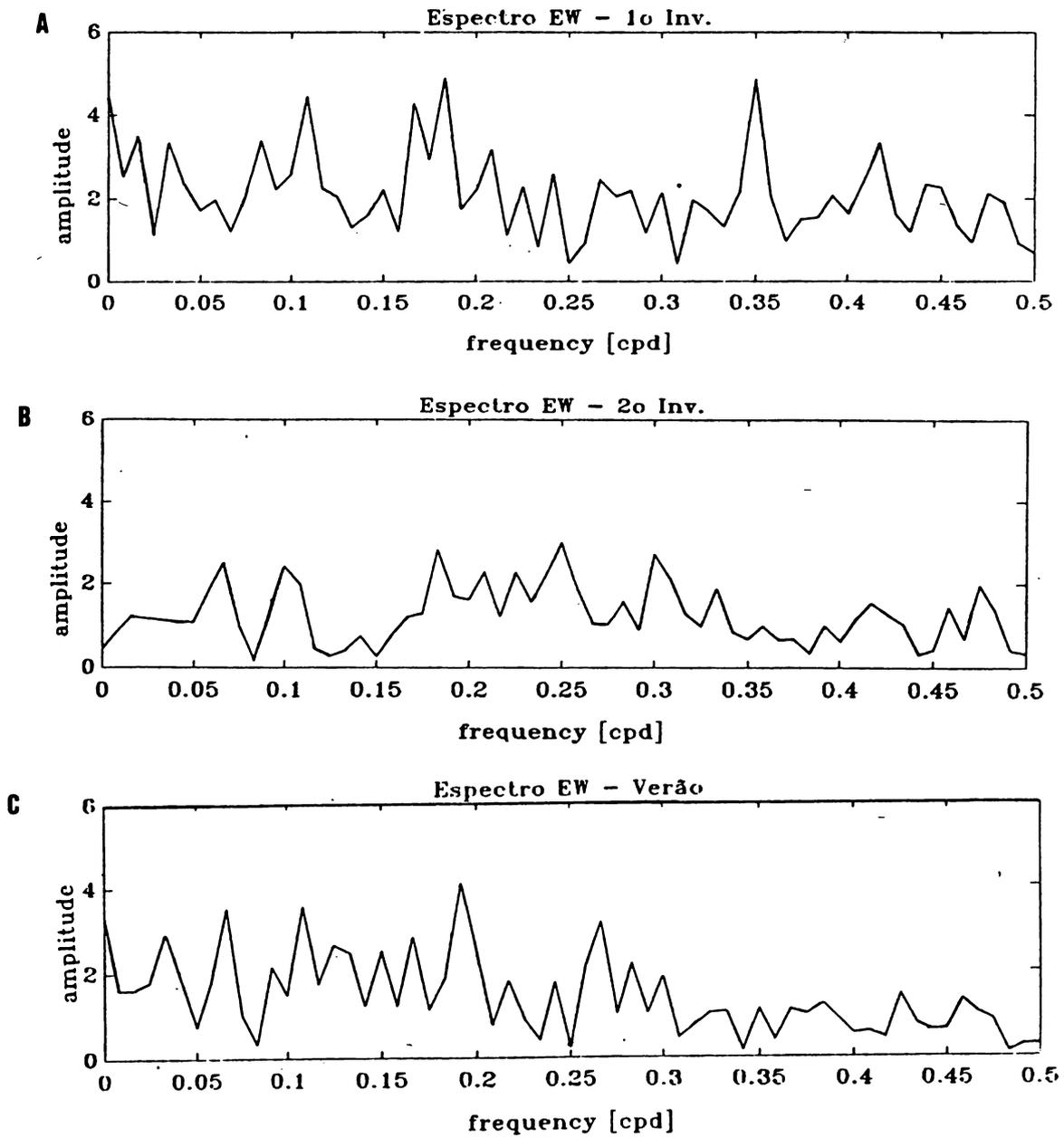
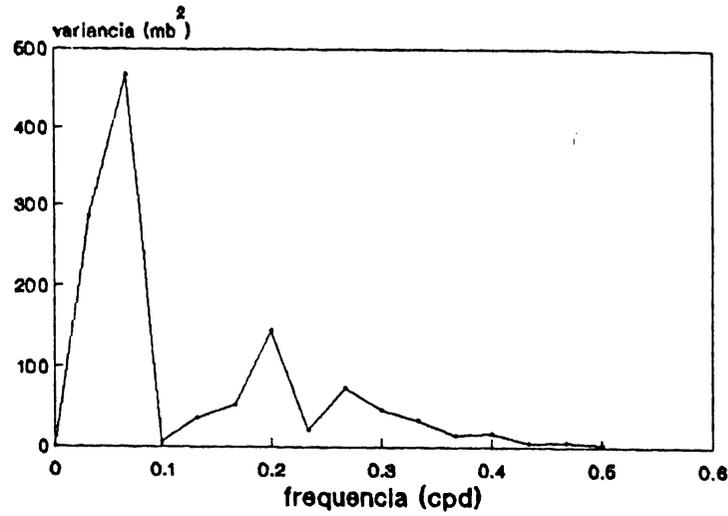
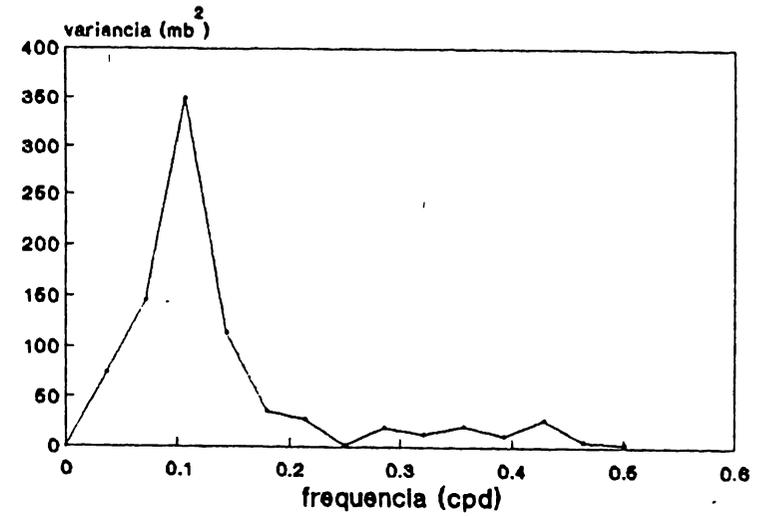


Figura 13. Espectros sazonais das componentes E-W do vento. A - Inverno de 1986; B - Inverno de 1987; C - Verão de 1987.

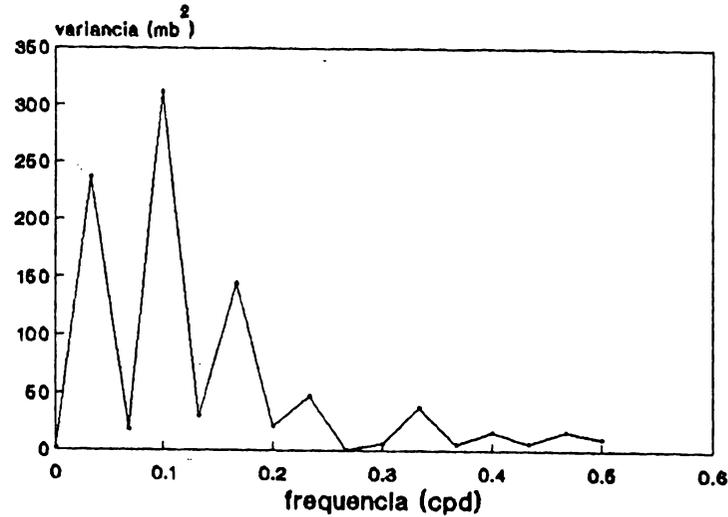
JULHO 86



SETEMBRO 86



AGOSTO 86



OUTUBRO 86

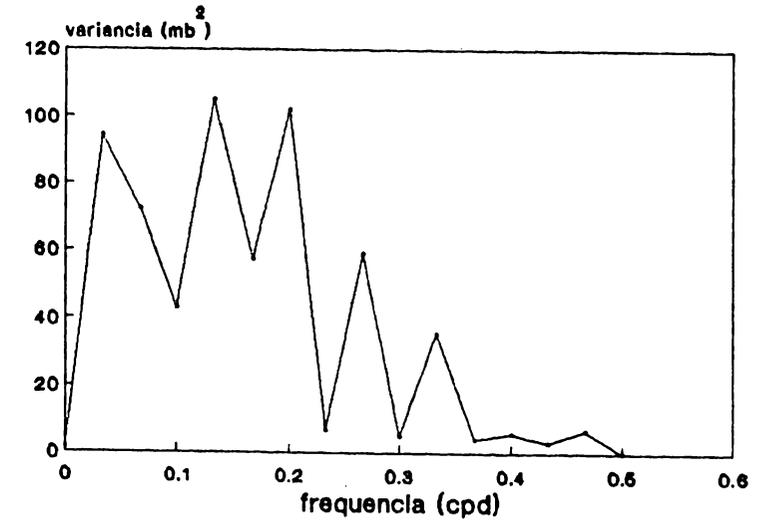
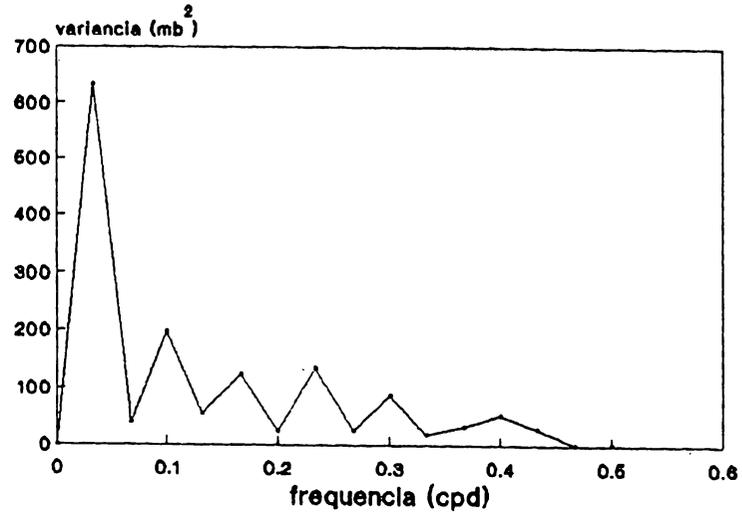
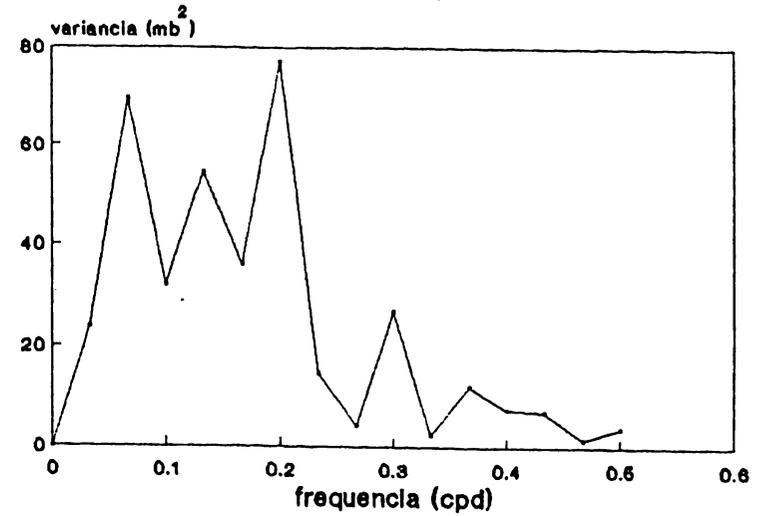


Figura 14. Espectros mensais da pressão atmosférica registrada de julho de 1986 a outubro de 1987 na estação costeira da DHN em Mostardas.

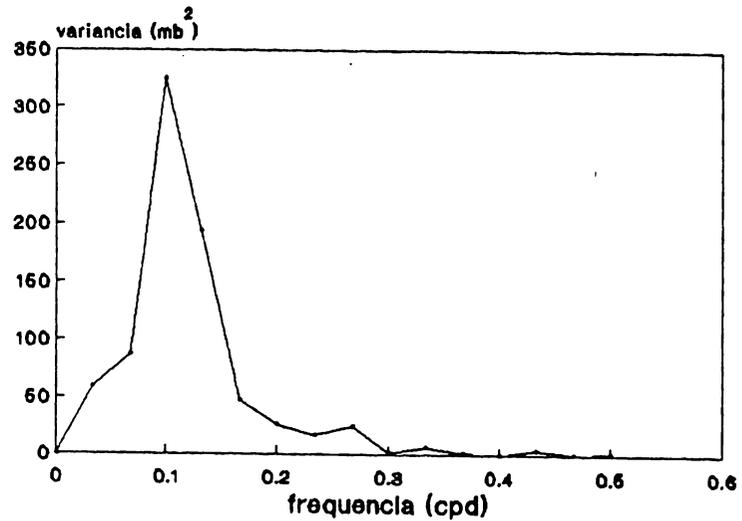
NOVEMBRO 86



JANEIRO 87



DEZEMBRO 86



FEVEREIRO 87

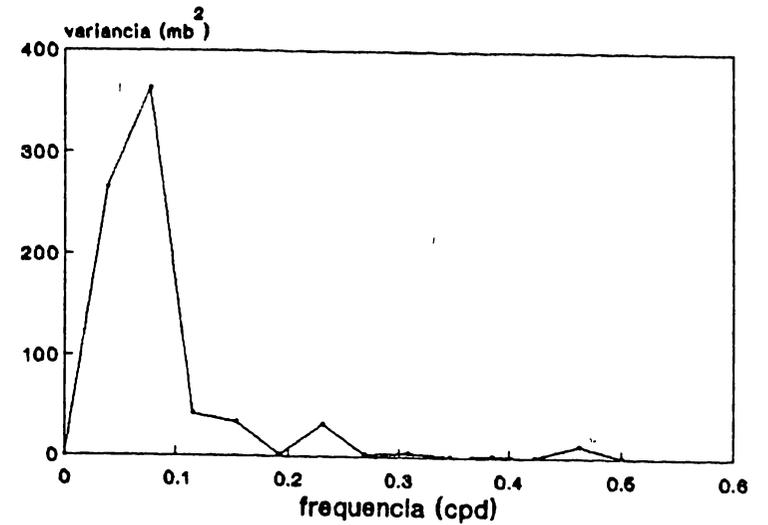
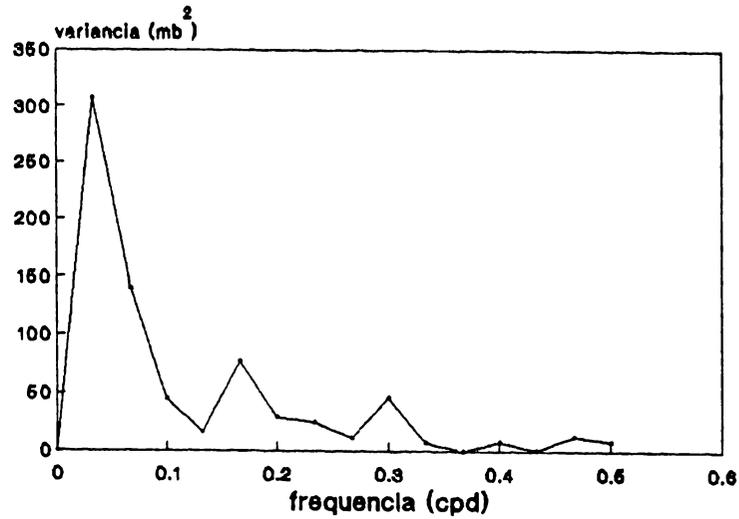
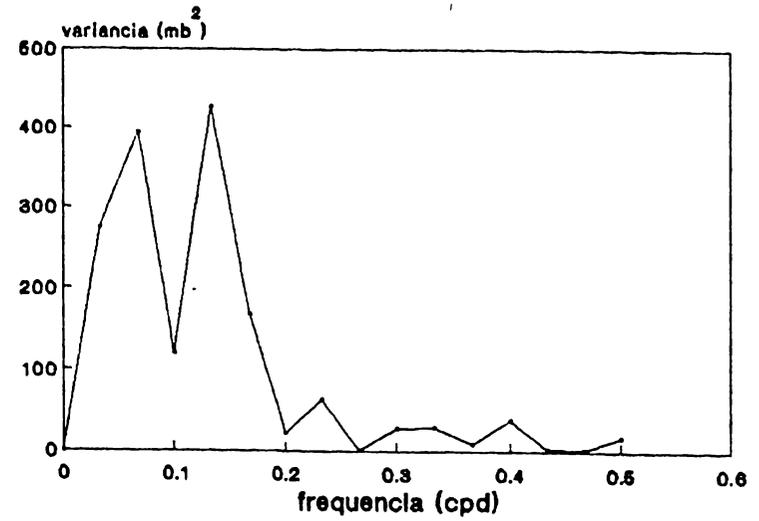


Figura 14. Continuação.

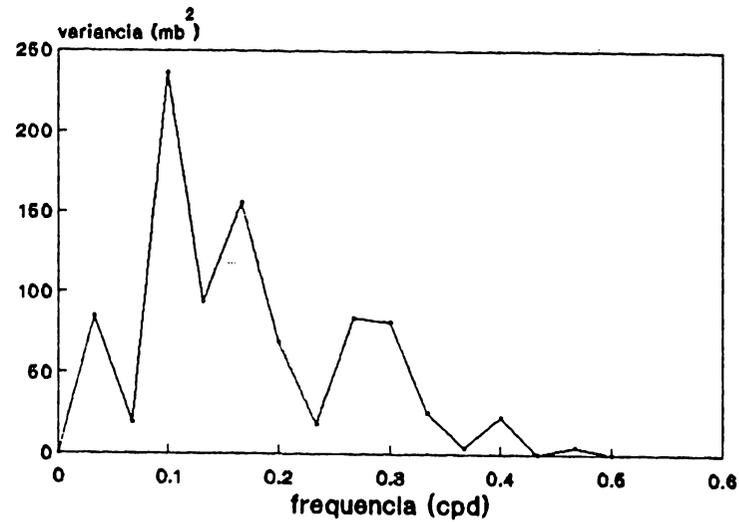
MARCO 87



MAIO 87



ABRIL 87



JUNHO 87

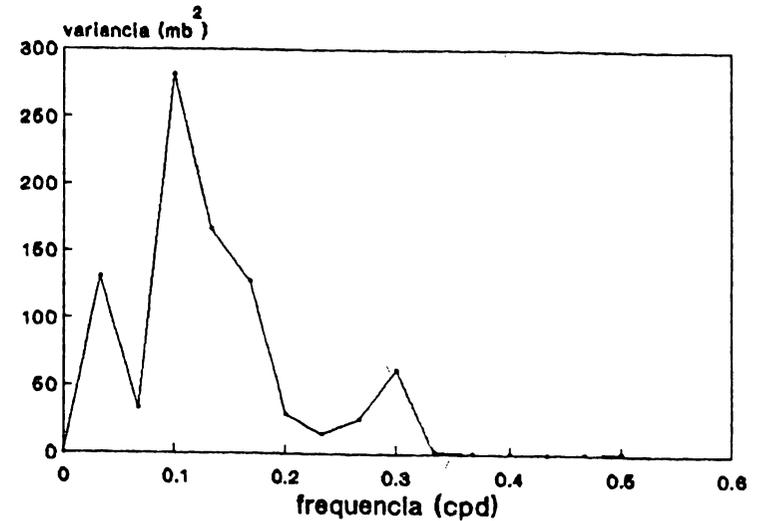
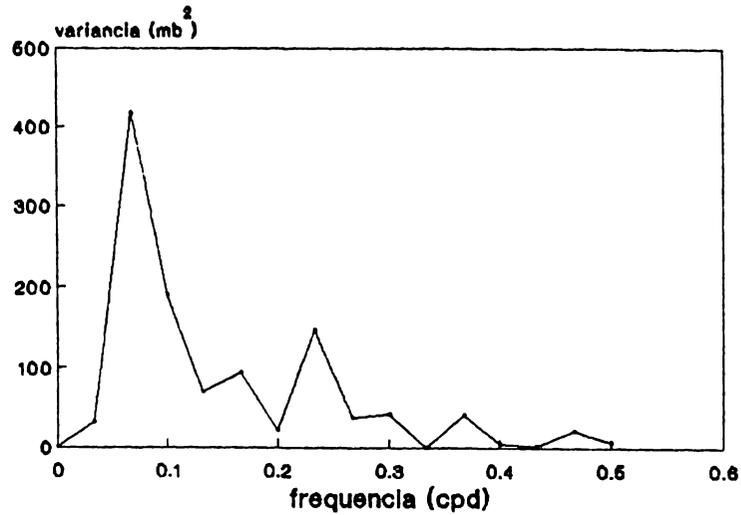
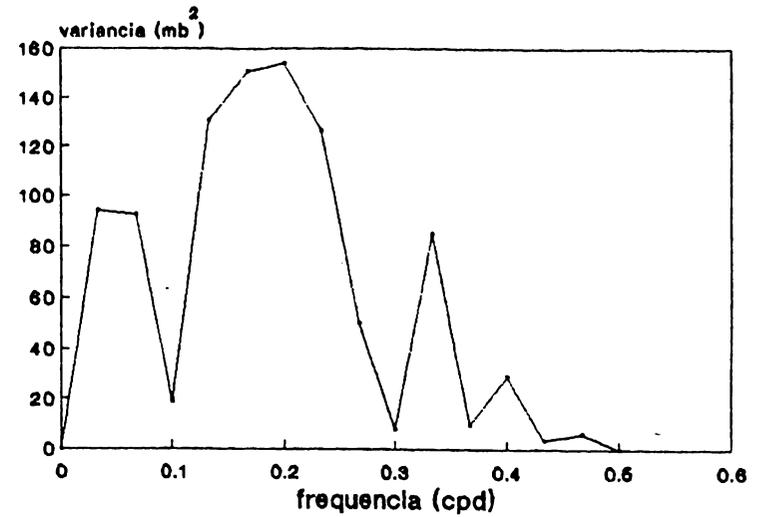


Figura 14. Continuação.

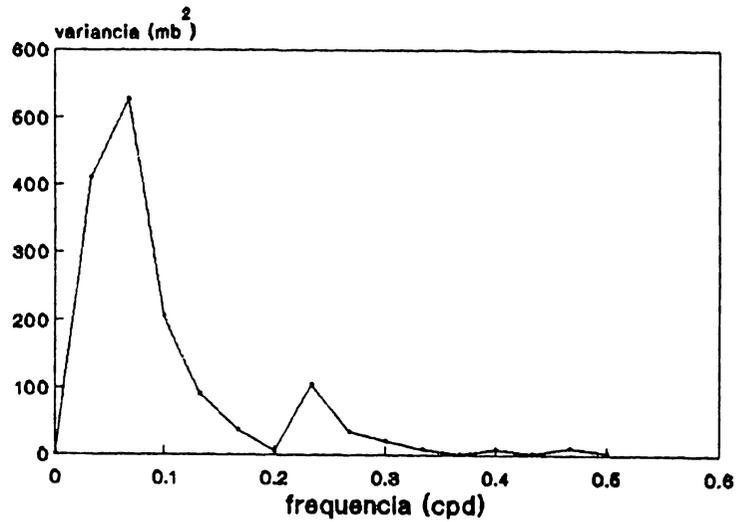
JULHO 87



SETEMBRO 87



AGOSTO 87



OUTUBRO 87

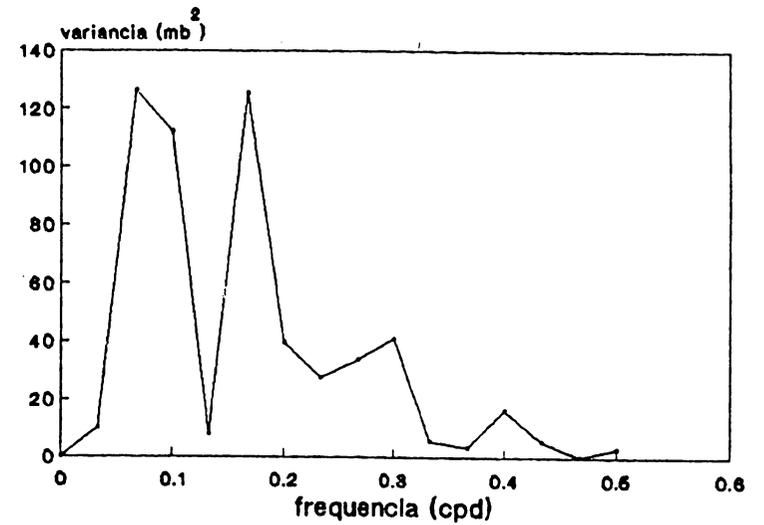
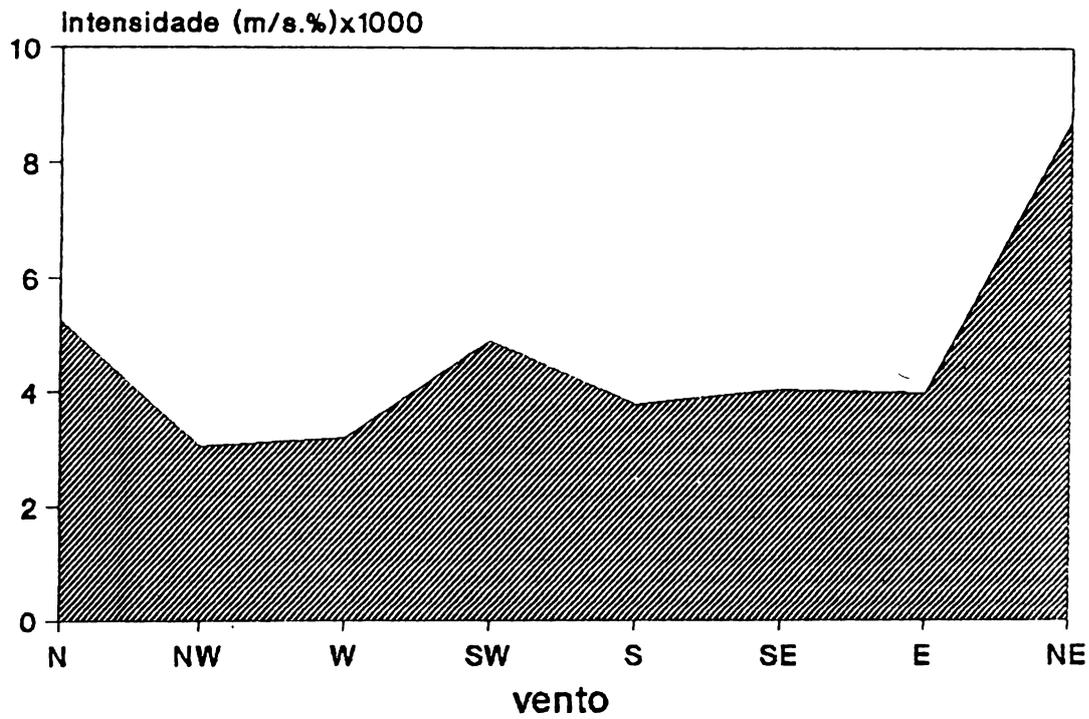


Figura 14. Continuação.

A



B

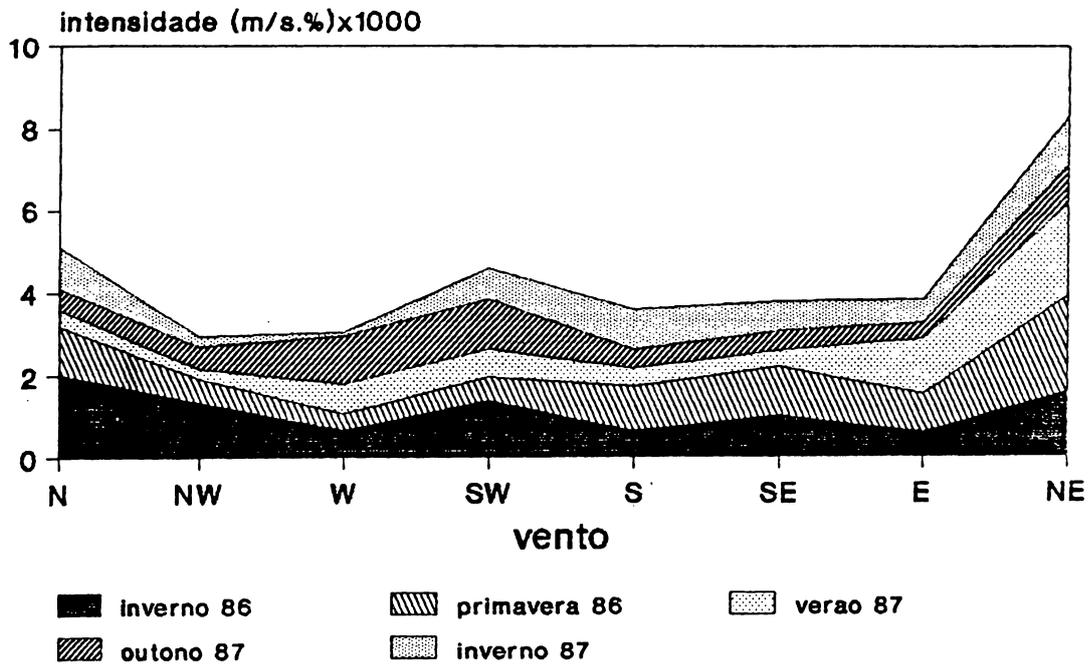


Figura 15. Intensidade anual (A) e sazonal (B) dos ventos registrados de julho de 1986 a outubro de 1987 na estação costeira da DHN em Mostardas.

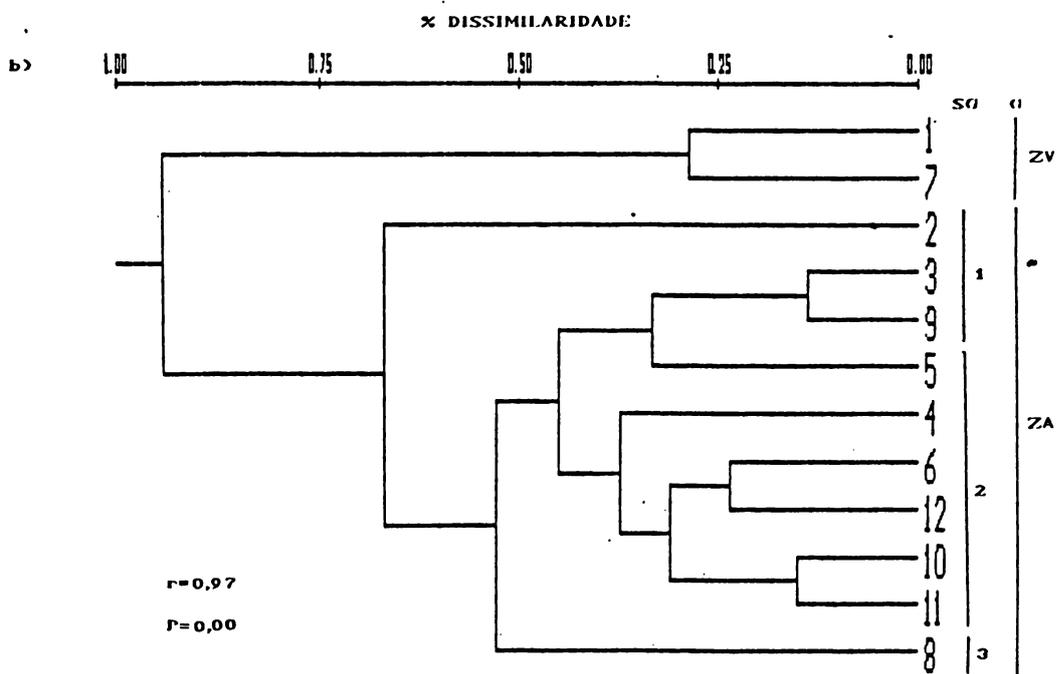
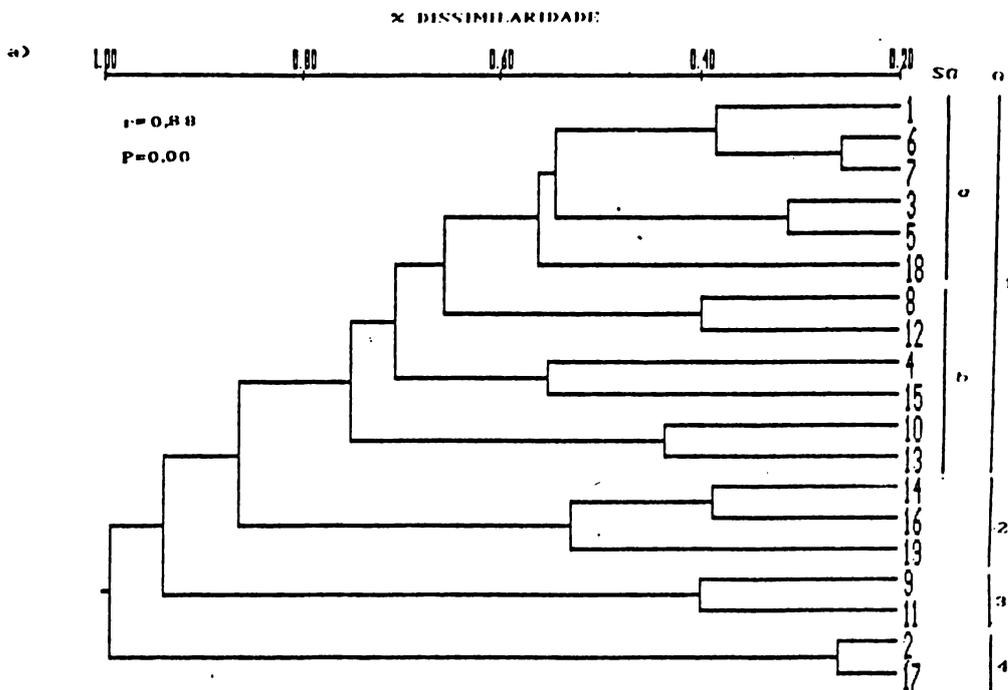


Figura 16. Agrupamentos de taxa (A) e de estações (B) das transversais do molhe oeste e do Terminal Turístico usando o coeficiente de dissimilaridade de Bray-Curtis e o método de agrupamento de UPGMA. G - Grupo (estações) ou associação (taxa); SG - subgrupo; r - coeficiente de correlação cofenética; P - nível de significância de r. Ver legenda dos taxa e das estações nas Tabs. 14 e 11 respectivamente.

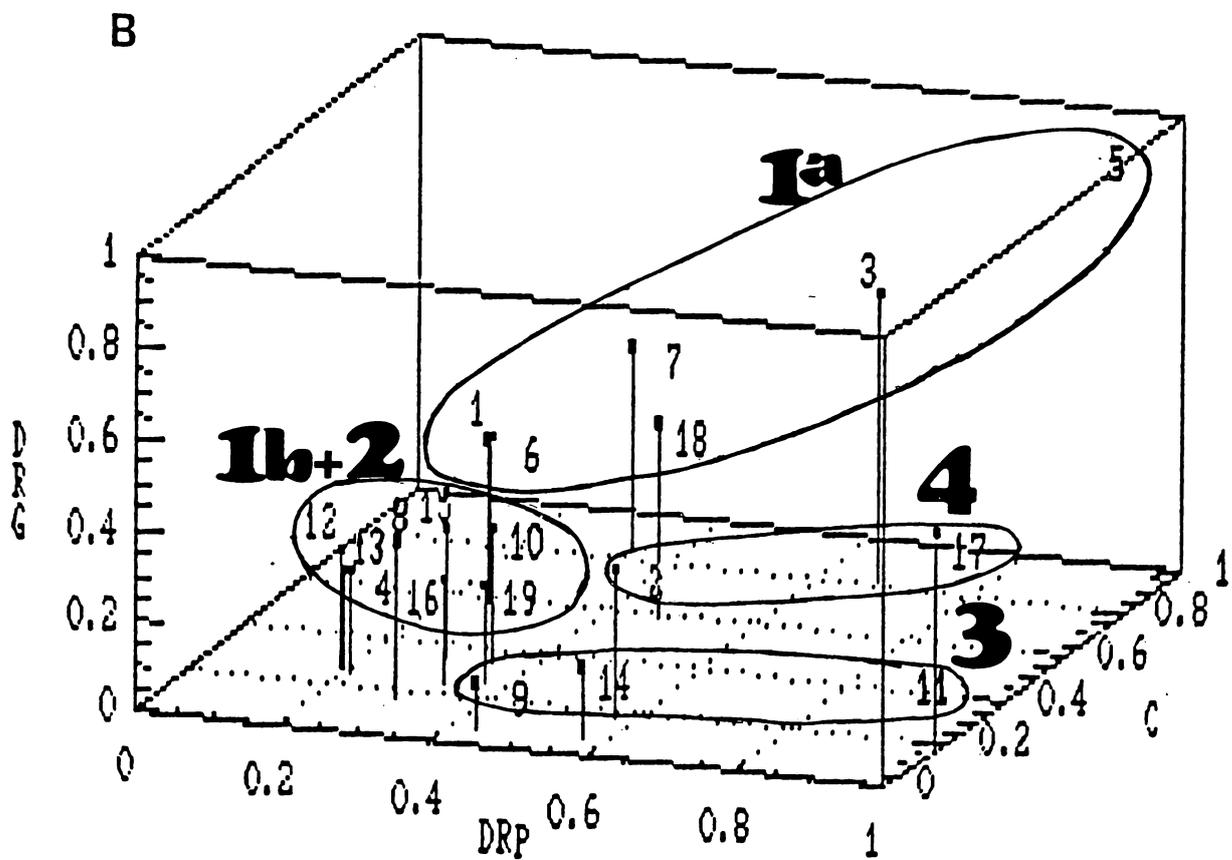
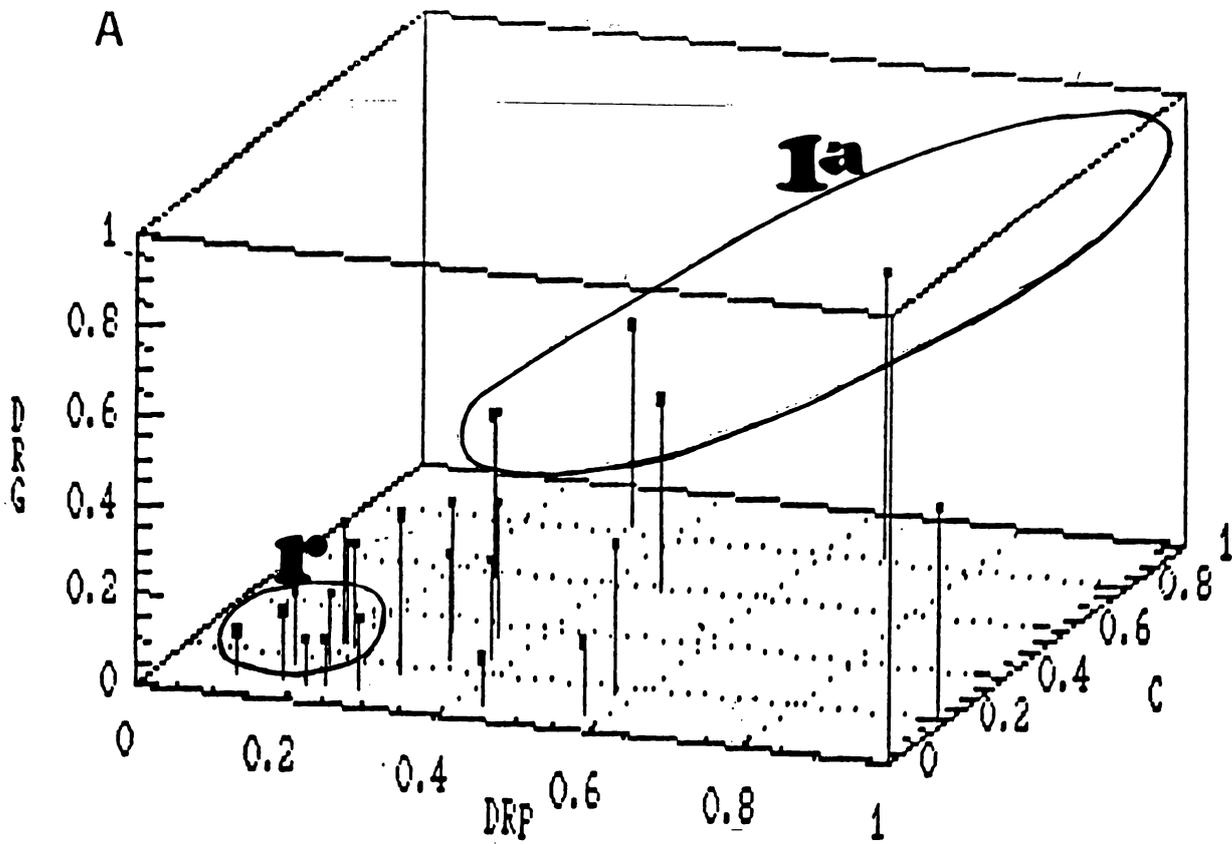


Figura 17. Diagrama de Dominância Relativa Global (DRG), Parcial (DRP) e Constância (C) dos taxa coletados com o "air-lift" nas transversais do molhe oeste e do Terminal Turístico. "A" com e "B" sem as espécies raras (r). Ver legenda dos taxa na Tab.14. As associações 1, 2, 3 e 4 formadas pela análise de agrupamento no modo R estão assinaladas.

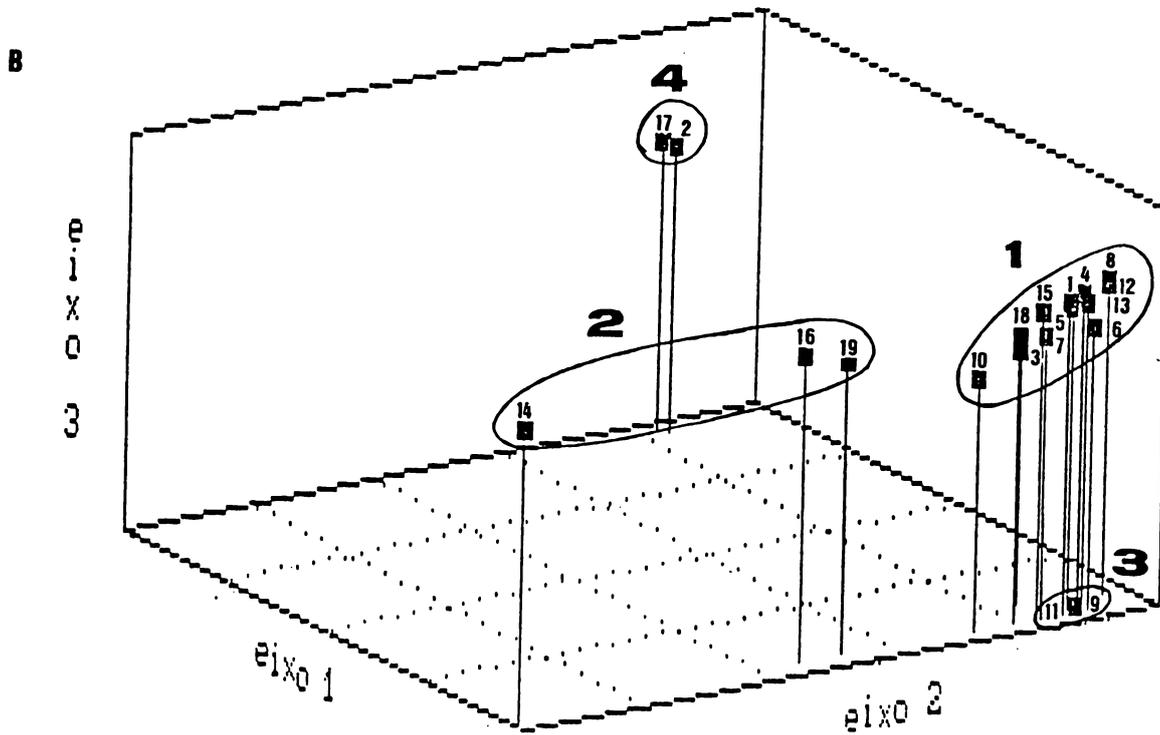
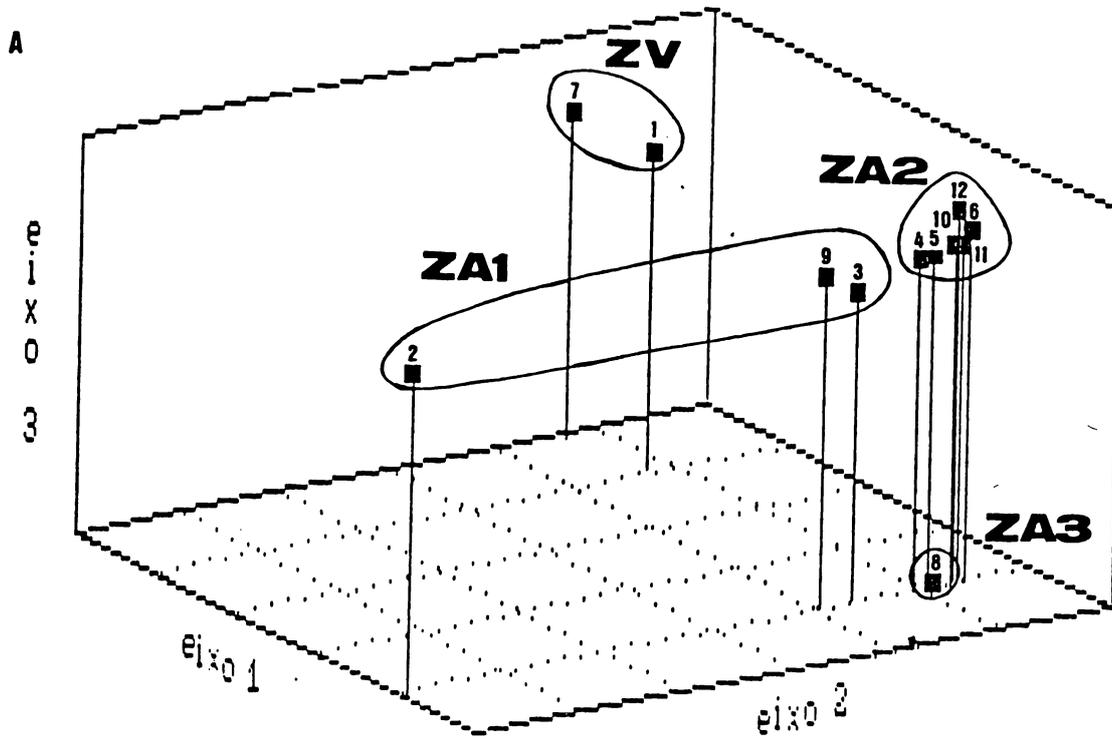


Figura 18. Ordenação dos taxa (B) e das estações (A) das transversais do molhe oeste e do Terminal Turístico através da Análise de Correspondência. Os eixos 1 das duas ordenações sofreram rotação. Os grupos de taxa (1, 2, 3 e 4) e de estações (ZV e ZA1, ZA2 e ZA3) formados pelas análises de agrupamento estão assinalados. Ver legenda dos taxa e das estações nas Tabs.14 e 11 respectivamente.

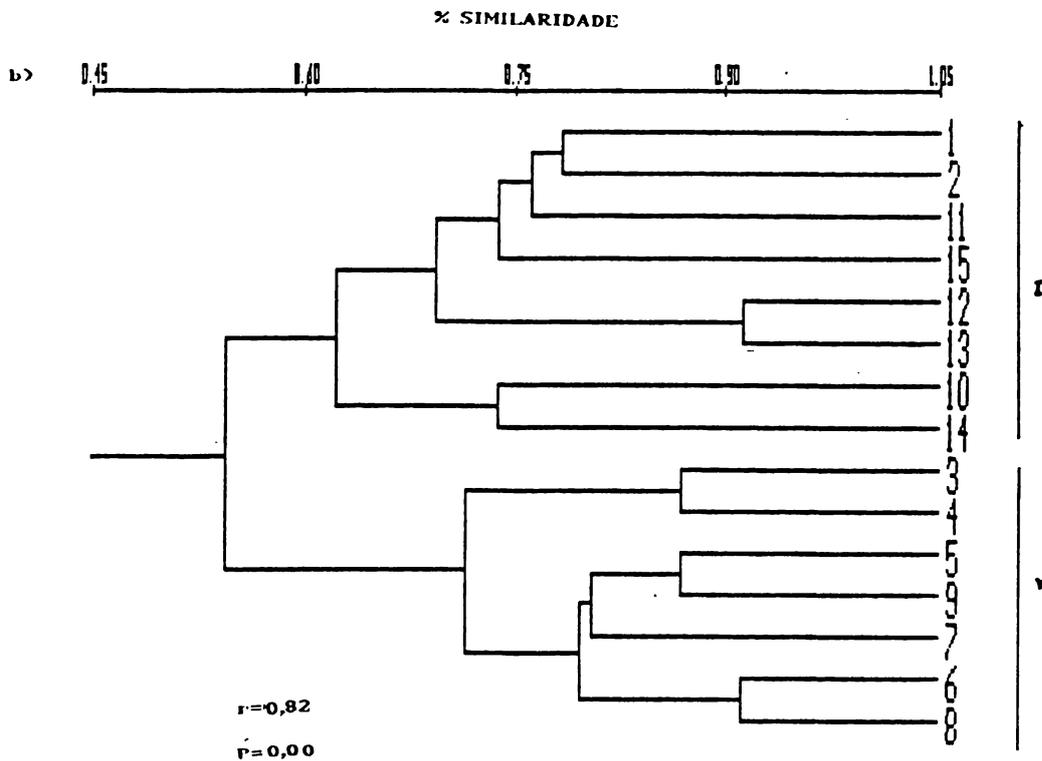
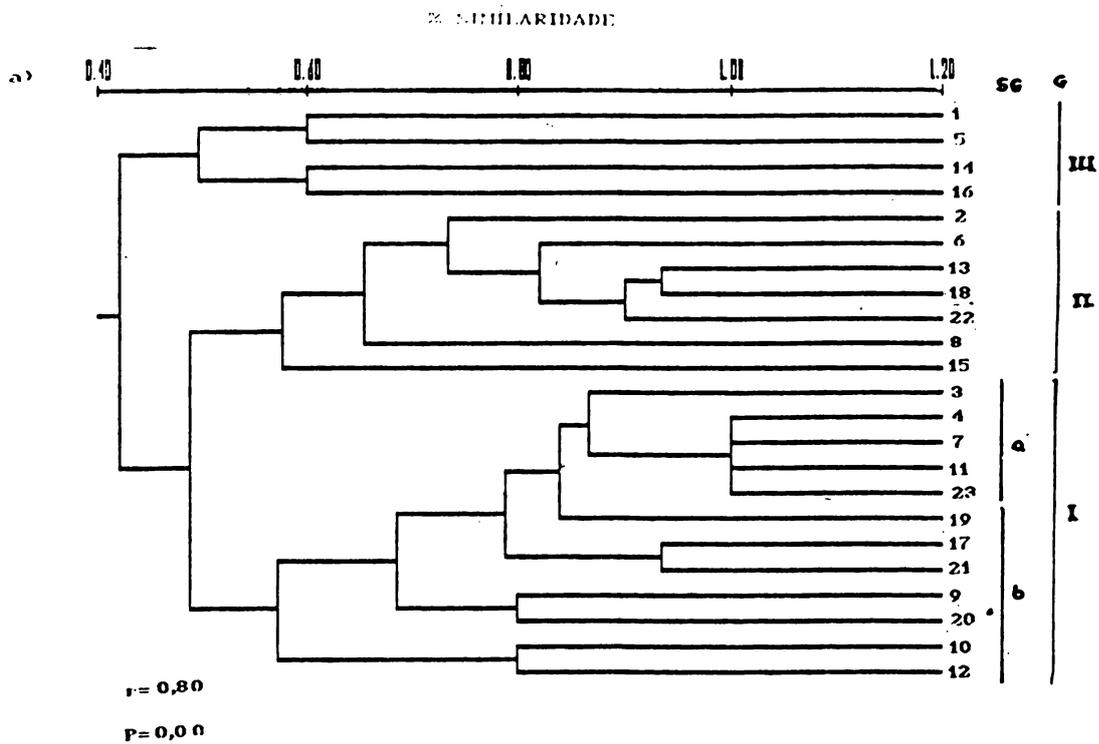


Figura 19. Agrupamentos de taxa (A) da zona de arrebentação interna e de meses de coleta (B) usando o coeficiente de similaridade de Ligação Simples e método de agrupamento de UPGMA. G - Grupo (meses) ou associação (taxa); SG - subgrupo; r - coeficiente de correlação cofenética; P - nível de significância de r. Ver legenda dos taxa e dos meses nas Tabs. 20 e 10 respectivamente.

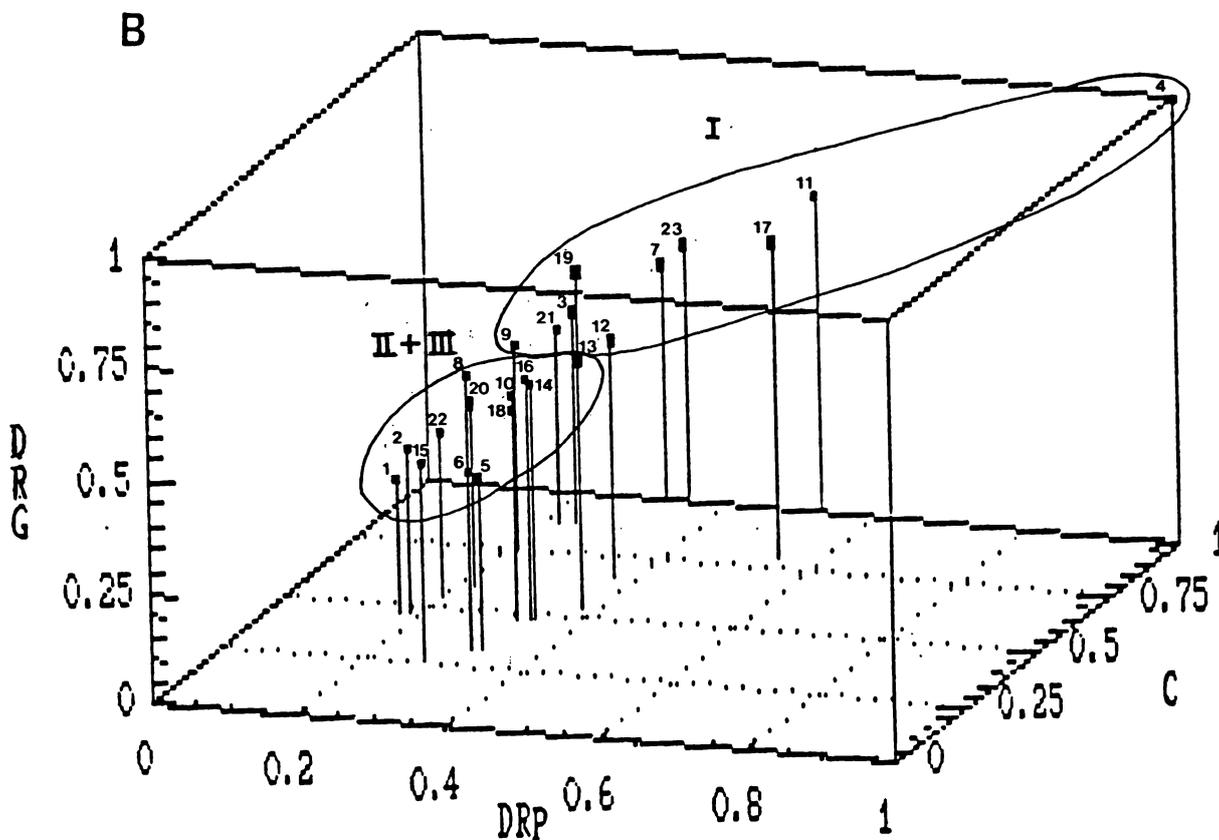
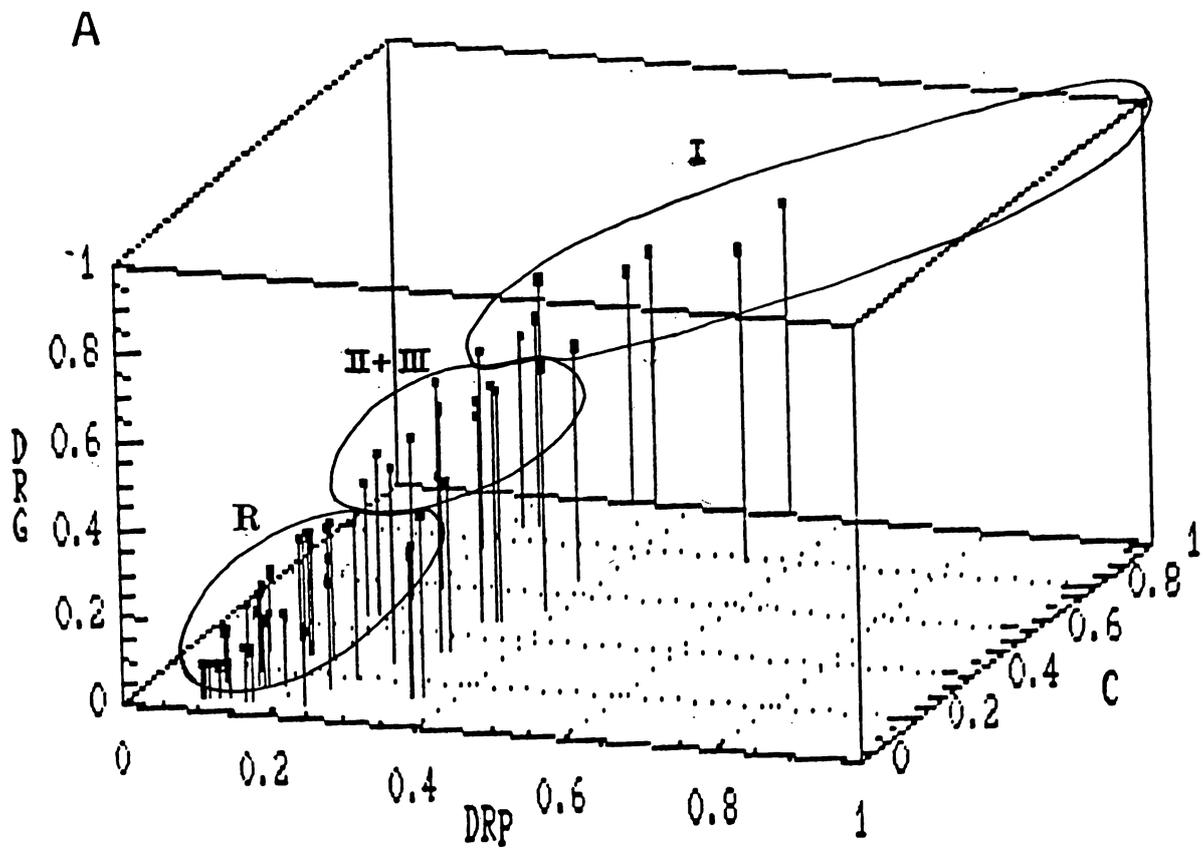


Figura 20. Diagrama de Dominância Relativa Global (DRG), Parcial (DRP) e Constância (C) dos taxa coletados na zona de arrebenção interna entre agosto de 1986 e outubro de 1987. "A" com e "B" sem as espécies raras (r). Ver legenda dos taxa na Tab.20. As associações I, II e III formadas pela análise de agrupamento no modo R estão assinaladas.

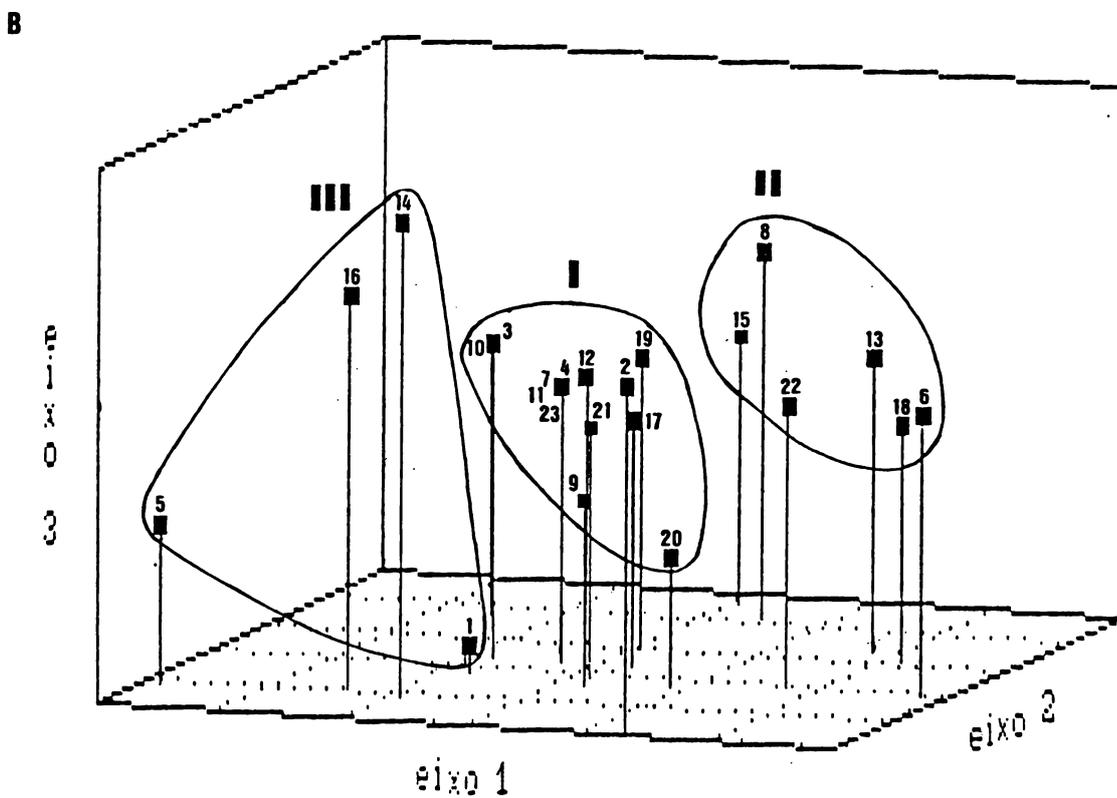
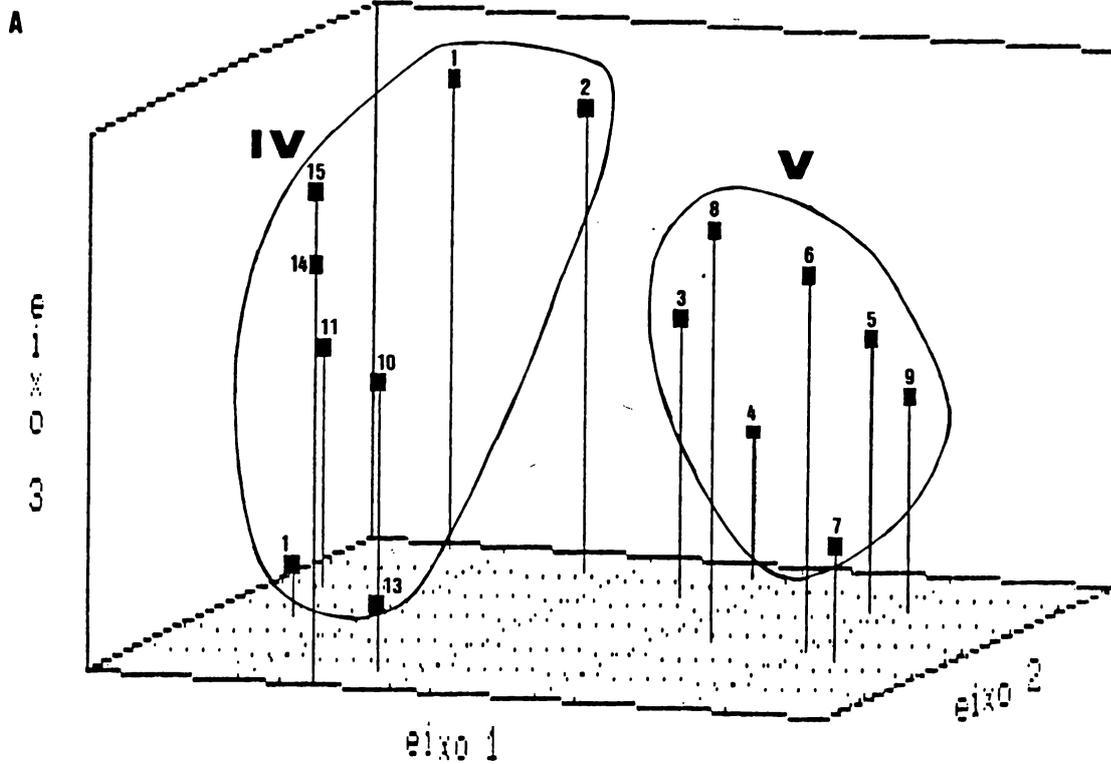


Figura 21. Ordenação dos taxa (B) e dos meses de coleta (A) através da Análise de Correspondência. Os grupos de taxa (I, II e III) e de meses (IV e V) formados pelas análises de agrupamento estão assinalados. Ver legenda dos taxa e dos meses nas Tabs. 20 e 10 respectivamente.

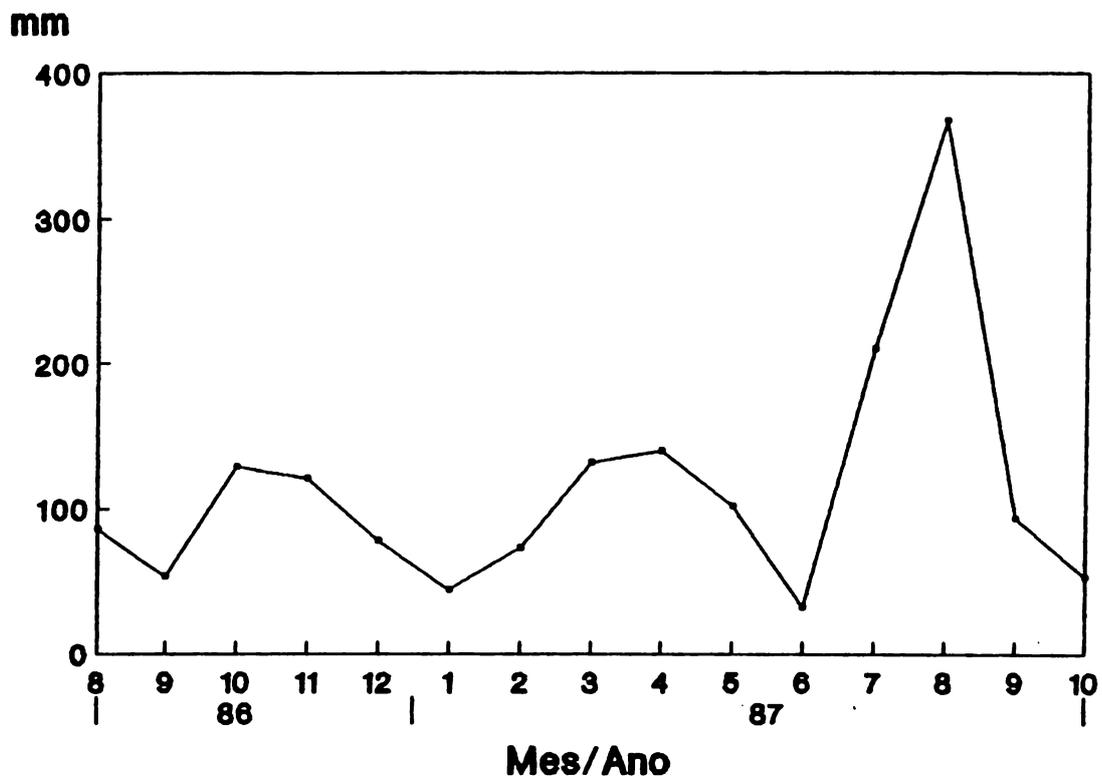


Figura 22. Intensidade de chuvas na região de Rio Grande entre agosto de 1986 e outubro de 1987 (Dados originais da Estação 1104 do IPAGRO).

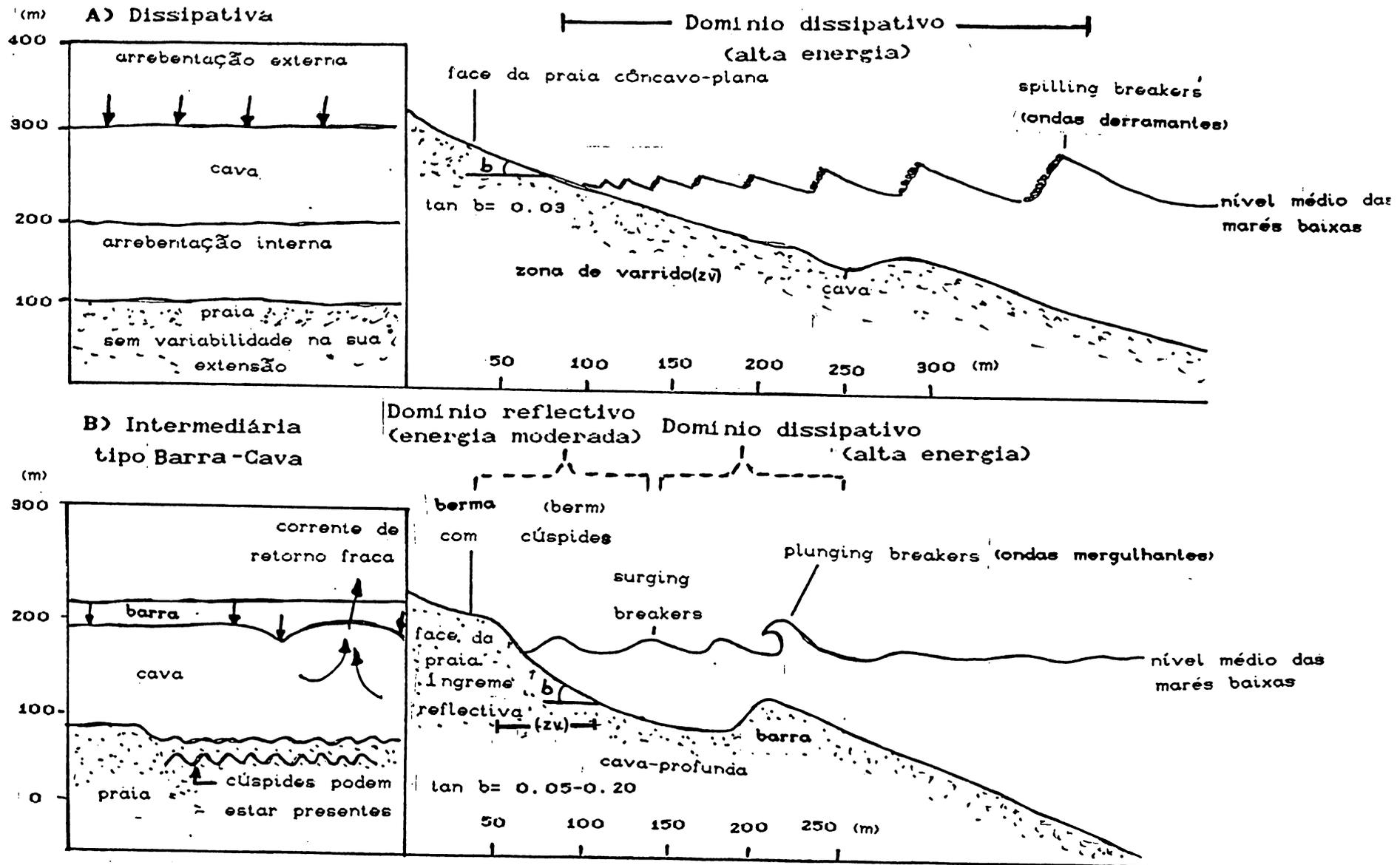


Figura 23. Representação esquemática das variações morfodinâmicas sazonais da Praia do Cassino entre 3 e 10 km ao sul do molhe oeste. A - Estado dissipativo (inverno); B - Estado intermediário tipo Barra-Cava (verão). Vista de cima (quadro) e em perfil da praia (adaptado de Wright & Short, 1984).

Tabela 1. Salinidades medias mensais da zona de arrebitacao interna da Praia do Cassino em novembro de 1986 e entre maio e outubro de 1987. Dados cedidos por A.Z. Segatto e M.A. Marchiori (Dep. de Oceanografia, FURG).

MES	MEDIA	DESUDIO PADRAO	C.V.	LIMITES	NUMERO DE REGISTROS
NOV 86	26.3	2.3	8.7	20 - 27	22
MAI 87	25.6	5	19.5	16 - 32	16
JUN 87	18.9	2.4	12.5	12 - 22	15
JUL 87	24.7	4.2	17	16 - 30	17
SET 87	22.1	5.2	23.5	9 - 27	16
OUT 87	23.1	3.4	14.7	15 - 28	14

Tabela 2. Analise granulometrica do sedimento da Praia do Cassino (verao/90). ZAI - zona de arrebitacao interna, ZV - zona de varrido, X - peso percentual simples, %ac - peso percentua so percentual acumulado, AMF - areia muito fina, AF - areia fina, BS - bem selecionado, MES - mesocurtica, PLA - platicurtica, AS - aproximadamente simetrico.

Parametros Estatisticos e Interpret Granulometrica	MOLHES				TERMINAL TURISTICO			
	ZAI		ZV		ZAI		ZV	
	X	%ac	X	%ac	X	%ac	X	%ac
Diametro (phi)								
-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.028	0.028	0	0	0.04	0.04	0.078	0.078
1	0.008	0.036	0.006	0.006	0.014	0.054	0.074	0.153
1.5	0.052	0.088	0.002	0.008	0.132	0.186	2.406	2.559
2	0.394	0.482	0.218	0.226	0.983	1.168	2.255	4.814
2.5	2.096	2.578	2.502	2.728	6.814	7.982	8.098	12.912
3	26.045	28.623	39.627	42.355	48.925	56.907	43.599	56.511
3.5	53.937	82.56	49.328	91.683	39.343	96.25	39.261	95.772
4	17.44	100	8.317	100	3.75	100	4.228	100
Moda	3.5		3.5		3		3	
Media	3.16		3.056		2.952		2.937	
Mediana	3.198		3.077		2.929		2.925	
Desvio	0.394		0.366		0.373		0.428	
Assimetria	-0.06		-0.012		0.005		-0.097	
Curtose	1.075		0.873		0.887		1.015	
Classificacao	AMF		AMF		AF		AF	
Selecao	BS		BS		BS		BS	
Achatamento	MES		PLA		PLA		MES	
Tendencia	AS		AS		AS		AS	

Tabela 3. Análise granulométrica do sedimento da zona de arrebentação interna da Praia do Cassino. % - peso percentual simples, %ac - peso percentual acumulado, AF - areia fina, AMF - areia muito fina, BS - bem selecionado, MBS - muito bem selecionado, PLA - platicurtica, LEP - leptocurtica, MLEP - muito leptocurtica, AS - aproximadamente simétrica, AG - assimetria para o lado dos grosseiros, FAG - forte assimetria para os grosseiros.

Parâmetros Estatísticos e Interpretação Granulométrica	86		87						90							
	Dímetro (phi)		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Fevereiro	
	%	%ac	%	%ac	%	%ac	%	%ac	%	%ac	%	%ac	%	%ac	%	%ac
-0.5	0.023	0.023	0	0	0	0	0	0	0	0	0.088	0.088	0	0	0	0
0	0.009	0.032	0.02	0.02	0.018	0.018	0.05	0.05	0	0	0.039	0.127	0.006	0.006	0	0
0.5	0.006	0.038	0.006	0.026	0.009	0.027	0.038	0.0881	0.005	0.005	0.042	0.169	0.015	0.021	0.04	0.04
1	0.026	0.064	0.035	0.061	0.045	0.072	0.056	0.144	0.005	0.01	0.774	0.94	0.06	0.081	0.014	0.054
1.5	0.184	0.248	0.83	0.891	0.16	0.232	0.194	0.338	0.041	0.051	0.491	1.433	0.384	0.465	0.132	0.186
2	0.624	0.872	1.986	2.878	0.344	0.576	0.27	0.608	0.165	0.216	0.981	2.414	0.78	1.245	0.983	1.168
2.5	4.95	5.822	12.983	15.861	2.91	3.485	1.673	2.282	1.886	2.102	4.9	7.31	7.22	8.465	6.814	7.982
3	12.589	18.412	13.163	29.024	11.038	14.524	8.601	10.882	7.954	10.056	8.848	16.158	16.759	25.224	48.925	56.907
3.5	80.582	98.994	70.256	99.28	62.1	76.624	87.506	98.389	88.41	98.467	82.859	99.017	74.323	99.547	39.343	96.25
4	1.006	100	0.72	100	23.376	100	1.611	100	1.533	100	0.983	100	0.447	99.994	3.75	100
4.5	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0.006	100	0	100
Moda	3.5		3.5		3.5		3.5		3.5		3.5		3.5		3	
Media	3.169		3.015		3.318		3.224		3.226		3.202		3.096		2.952	
Mediana	3.196		3.149		3.286		3.224		3.226		3.204		3.167		2.929	
Desvio	0.286		0.432		0.362		0.222		0.217		0.288		0.351		0.373	
Assimetria	-0.317		-0.496		0.035		-0.187		-0.181		-0.285		-0.409		0.005	
Curtose	1.398		1.185		1.348		1.18		1.157		1.646		1.451		0.887	
Classificação	AMF		AMF		AMF		AMF		AMF		AMF		AMF		AF	
Seleção	MBS		BS		BS		MBS		MBS		MBS		BS		BS	
Achatamento	LEP		LEP		LEP		LEP		LEP		MLEP		LEP		PLA	
Tendência	FAG		FAG		AS		AG		AG		AG		FAG		AS	

Tabela 4- Matriz de correlação entre as séries temporais das variações meteorológicas. T- temperatura, P-pressão, E_W e N_S componentes do vento, V- velocidade do vento e D- direção do vento, n- n^o amostral, P- nível de significância.

	T	P	E___W	N___S	V	D
T	1.0000	-0.4304	0.0582	0.0699	0.0043	-0.1828
n	(486)	(486)	(486)	(486)	(486)	(486)
P	0.0000	0.0000	0.2004	0.1239	0.9245	0.0001
P	-0.4304	1.0000	-0.0145	0.0334	0.0047	-0.1320
n	(486)	(486)	(486)	(486)	(486)	(486)
P	0.0000	0.0000	0.7493	0.4622	0.9172	0.0036
E___W	0.0582	-0.0145	1.0000	0.2027	0.0856	0.0606
n	(486)	(486)	(486)	(486)	(486)	(486)
P	0.2004	0.7493	0.0000	0.0000	0.0594	0.1826
N___S	0.0699	0.0334	0.2027	1.0000	0.0829	-0.0242
n	(486)	(486)	(486)	(486)	(486)	(486)
P	0.1239	0.4622	0.0000	0.0000	0.0678	0.5942

Tabela 5 - Matriz de correlação entre os espectros das variáveis meteorológicas. T- temperatura, P- pressão, E___W e N___S- componentes do vento, V- velocidade do vento, D- direção do vento, n- n^o amostral e P- nível de significância.

	T	P	E___W	N___S	V	D
T	1.0000	0.9832	0.1588	0.1367	0.9229	0.8900
n	(244)	(244)	(244)	(244)	(244)	(244)
P	0.0000	0.0000	0.0130	0.0329	0.0000	0.0000
P	0.9832	1.0000	0.1498	0.1529	0.9486	0.9217
n	(244)	(244)	(244)	(244)	(244)	(244)
P	0.0000	0.0000	0.0193	0.0168	0.0000	0.0000
E___W	0.1588	0.1498	1.0000	0.2433	0.1634	0.1623
n	(244)	(244)	(244)	(244)	(244)	(244)
P	0.0130	0.0193	0.0000	0.0001	0.0106	0.0111
N___S	0.1367	0.1529	0.2433	1.0000	0.1723	0.1629
n	(244)	(244)	(244)	(244)	(244)	(244)
P	0.0329	0.0168	0.0001	0.0000	0.0070	0.0108

TABELA 6. TESTE DE SIGNIFICANCIA DOS PICOS DE ENERGIA ESPECTRAL E INDICE DE ENERGIA ESPECTRAL (IEE) DA PRESSAO ATMOSFERICA (ANEXO I).

	S2T	S2maxc	F(X)	S2	FxS2
JUL86	39.69	25.92	0.2	145.258	29.0516
			0.3	46.9946	14.09838
			0.03333	285.645	9.520548
			0.13333	37.007	4.934143
			0.33333	33.0927	11.03079
			0.06667	467.107	31.14202
			0.16667	52.934	8.82251
			0.26667	74.1325	19.76891
SUM (FxS2)				128.3689	
AGO86	30.98	20.24	0.1	311.85	31.185
			0.2	21.5169	4.30338
			0.03333	236.49	7.882212
			0.13333	30.2407	4.031993
			0.23333	47.4197	11.06444
			0.33333	37.7727	12.59077
			0.16667	144.794	24.13282
			SUM (FxS2)		
SET86	28.85	19.3	0.10714	349.084	37.40086
			0.21429	27.5019	5.893382
			0.42857	27.7273	11.88309
			0.03571	72.4296	2.586461
			0.14286	113.932	16.27633
			0.35714	20.8745	7.455119
			0.07143	145.933	10.42399
			0.17857	35.6299	6.362431
			0.28571	19.4146	5.546945
			SUM (FxS2)		
OUT86	20.75	13.56	0.1	42.9462	4.29462
			0.2	102.003	20.4006
			0.03333	94.3384	3.144299
			0.13333	104.868	13.98205
			0.33333	35.4647	11.82145
			0.06667	72.2217	4.815021
			0.16667	57.218	9.536524
			0.26667	58.9322	15.71545
					83.71001
NOV86	48.63	32.54	0.1	196.553	19.6553
			0.2	24.9081	4.98162
			0.3	87.3302	26.19906
			0.4	52.9499	21.17996
			0.03333	633.093	21.10099
			0.13333	55.0013	7.333323
			0.23333	134.95	31.48788
			0.06667	40.4721	2.698275
			0.16667	124.045	20.67458
			0.36667	33.3936	12.24443
SUM(FxS2)				167.5554	

TABELA 6. TESTE DE SIGNIFICANCIA DOS PICOS DE ENERGIA ESPECTRAL E INDICE DE ENERGIA ESPECTRAL (IEE) DA PRESSAO ATMOSFERICA (ANEXO I).

	S2T	S2maxc	F(X)	S2	FxS2
DEZ86	25.82	16.87	0.1	325.202	32.5202
			0.2	26.1523	5.23046
			0.03333	58.791	1.959504
			0.13333	194.17	25.88869
			0.23333	17.1001	3.989966
			0.06667	87.5291	5.835565
			0.16667	47.558	7.926492
			0.26667	25.0206	6.672243
SUM (FxS2)				90.02312	
JAN87	12.07	7.89	0.1	31.8667	3.18667
			0.2	77.0056	15.40112
			0.3	26.852	8.0556
			0.03333	23.6539	0.788384
			0.13333	54.3604	7.247872
			0.23333	14.6197	3.411215
			0.06667	69.3824	4.625725
			0.16667	35.9687	5.994903
			0.36667	12.0117	4.40433
SUM (FxS2)				53.11562	
FEV87	27.89	19.62	0.11538	42.0834	4.855583
			0.203977	32.6282	6.626037
			0.03846	265.726	10.21982
			0.15385	34.0919	5.245039
			0.07692	362.31	27.86889
SUM (FxS2)				54.81537	
MAR87	24.11	15.75	0.1	44.9326	4.49326
			0.2	28.9479	5.78958
			0.3	46.1654	13.84962
			0.03333	307.716	10.25617
			0.13333	16.6941	2.225824
			0.23333	24.9968	5.832503
			0.06667	139.683	9.312666
			0.16667	77.3787	12.89671
SUM (FxS2)				64.65634	
ABR87	29.98	20.06	0.1	236.414	23.6414
			0.2	68.7657	13.75314
			0.3	81.5897	24.47691
			0.4	22.8563	9.14252
			0.03333	84.4299	2.814049
			0.13333	93.897	12.51929
			0.33333	25.304	8.434582
			0.16667	155.123	25.85435
			0.26667	84.211	22.45655
SUM (FxS2)				143.0928	

TABELA 6. TESTE DE SIGNIFICANCIA DOS PICOS DE ENERGIA ESPECTRAL E INDICE DE ENERGIA ESPECTRAL (IEE) DA PRESSAO ATMOSFERICA (ANEXO I).

	S2T	S2maxc	F(X)	S2	FxS2
MAI87	51.81	33.86	0.1	120.713	12.0713
			0.4	38.9967	15.59868
			0.03333	273.968	9.131353
			0.13333	425.918	56.78765
			0.23333	63.8793	14.90496
			0.06667	393.371	26.22604
			0.16667	167.832	27.97256
			SUM (FxS2)		
JUN87	29.21	19.55	0.1	261.308	28.1308
			0.2	28.9658	5.79316
			0.3	62.1107	18.63321
			0.03333	130.341	4.344266
			0.13333	166.564	22.20798
			0.06667	33.5974	2.239939
			0.16667	127.634	21.27276
			0.26667	25.55	6.813419
SUM (FxS2)				109.4355	
JUL87	38.03	24.85	0.1	190.588	19.0588
			0.3	41.6167	12.48501
			0.03333	31.433	1.047662
			0.133333	69.9424	9.32563
			0.233333	147.214	34.34988
			0.06667	417.258	27.81859
			0.16667	93.9047	15.6511
			0.26667	38.0627	10.15018
0.36667	40.4657	14.83756			
SUM (FxS2)				144.7244	
AGO87	48.8	31.89	0.1	206.717	20.6717
			0.03333	410.604	13.68543
			0.13333	90.9311	12.12384
			0.23333	104.997	24.49895
			0.06667	526.895	35.12809
			0.16667	37.656	6.276126
			0.26667	34.9039	9.307823
			SUM (FxS2)		
SET87	31.99	21.41	0.2	153.836	30.7672
			0.4	29.1855	11.6742
			0.03333	94.1634	3.138466
			0.13333	130.494	17.39877
			0.23333	126.708	29.56478
			0.33333	85.218	28.40572
			0.06667	92.493	6.166508
			0.16667	150.578	25.09684
0.26667	50.3563	13.42851			
SUM (FxS2)				165.641	

Continuacao
TABELA 6. TESTE DE SIGNIFICANCIA DOS PICOS DE ENERGIA
ESPECTRAL E INDICE DE ENERGIA ESPECTRAL (IEE)
DA PRESSAO ATMOSFERICA (ANEXO I).

	S2T	S2maxc	F(X)	S2	FxS2
OUT87	18.65	12.79	0.1	112.071	11.2071
			0.2	39.8154	7.96308
			0.3	41.1342	12.34026
			0.4	16.4402	6.57608
			0.23333	27.4659	6.408618
			0.06667	126.262	8.417888
			0.16667	125.633	20.93925
			0.26667	33.7485	8.997712
SUM (FxS2)					82.85199

Tabela 7. Lista de espécies registradas durante o período estudado na zona de arrebentação interna da Praia do Cassino.

FILO NEMERTINEA

ESPECIES INDET.

FILO MOLLUSCA

CLASSE GASTROPODA

OLIVIDAE

Ollivancillaria deshagesiana (Duclos, 1857)
Ollivancillaria vesica auricularia (Lamarck, 1810)

COLUBRARIDAE

Buccinanops duartei Klappenbach, 1961

NATICIDAE

Natica limbata Orbigny, 1840

COLUMBELLIDAE

Parvanachis isabellei (Orbigny, 1841)

CLASSE PELECYPODA

DONACIDAE

Donax hanleyanus Philippi, 1842
Donax gemmula Morrison, 1971

MESODESMATIDAE

Mesodesma mactroides Deshayes, 1854

MACTRIDAE

Macra isabelleana Orbigny, 1846

VENERIDAE

Tivela ventricosa (Gray, 1838)
Amiantis purpuratus (Lamarck, 1818)

CORBULLIDAE

Corbula caribaea Orbigny, 1842

TELLINIDAE

Strigilla carnaria (Linnaeus, 1758)

FILO ANNELIDA

CLASSE POLYCHAETA

ONUPHIDAE

Diopatra viridis Kinberg, 1865

Australonuphis casamiquelorum (Orensanz, 1974)

MAGELONIDAE

Magelona riojai Jones, 1963

SIGALIONIDAE

Sigalion cirriferum Orensanz & Gianuca, 1974

Sthenelais limicola (Ehlers, 1901)

GLYCERIDAE

Hemipodus olivieri Orensanz & Gianuca, 1974

NEPHTYIDAE

Nephtys simoni Perkins, 1960

OWENIDAE

Owenia fusiformis delle Chiaje, 1844

SPIONIDAE

Scolelepis gaucha (Orensanz & Gianuca, 1974)

Dispio sp.

LUMBRINERIDAE

Lumbrineris tetraura (Schamarda, 1861)

FLABELLIGERIDAE

Pherusa capitata Nonato, 1966

NEREIDIDAE

ESPECIE INDET.

FILO ARTHROPODA

SUB-FILO CRUSTACEA

CLASSE OSTRACODA

ASTEROPIDAE

Leuroleberis poulsenii (Moguilevsky & Ramirez, 1970)

CLASSE MALACOSTRACA

ORDEM AMPHIFODA

PHOXOCEPHALOPSIDAE

Phoxocephalopsis sp.

Fuelche sp.

PHOXOCEPHALIDAE

Metharpinia sp.

UROHAUSTORIDAE

Huarpe sp.

OEDICEROTIDAE

Bathyporeiapus spp.

LYSIANASSIDAE

ESPECIE INDET.

ISAEIDAE

Cheiriphotis sp.

ESPECIE INDET.

ATYLIDAE

Atylus minikoi (Walker, 1916)

ORDEM ISOPODA

SEROLIDAE

Serolis bonaerensis Bastida & Torti, 196

IDOTEIDAE

Synidotea marplatensis Giambiagi, 1922

Idotea balthica (Pallas, 1772)

Macrochiridothea liliane Moreira, 1973
Macrochiridothea robusta Bastida & Torti, 1969
Macrochiridothea giambiagiae Torti & Bastida, 1972

SPHAEROMATIDAE

Ancinus gaucho Pires, 1988

CYMOTHOIDAE

Anilocra sp.

ORDEM CUMACEA

DIASTYLIDAE

Diastylis sympterigia Bacescu & Queiroz, 1981

PSEUDOCUMATIDAE

Leptocuma kinbergi Sars, 1873

ORDEM MYSIDACEA

MYSIDAE

Bowmaniella brasiliensis Bacescu, 1968
Metamysidopsis elongata atlantica Bacescu, 1968
Mysidopsis coelhoi Bacescu, 1968
Neomysis aff. americana (Smith, 1873)
MYSINAE INDET.

ORDEM STOMATOPODA

ESPÉCIE INDET.

ORDEM DECAPODA

HIPPIDAE

Emerita brasiliensis Schmitt, 1935

DIOGENIDAE

Loxopagurus loxocheles (Moreira, 1901)

XANTHIDAE

Panopeus sp.

MAJIDAE

ESPÉCIE INDET.

GRAPSIDAE

Cyrtograpsus affinis (Dana, 1851)

OCYPODIDAE

aff. *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787)

PINNOTHERIDAE

Pinnixa patagoniensis Rathburn, 1918

PORTUNIDAE

Arenaeus cribarius (Lamarck, 1818)

Callinectes sapidus Rathburn, 1896

FENAEIDAE

Fenaeus paulensis Pérez-Farfante, 1967

FILO ECHINODERMATA

CLASSE OPHIUROIDEA

AMPHIURIDAE

Diamphiodia planispina (Martens, 1873)

ESPECIES INDET.

CLASSE ECHINOIDEA

SCUTELLIDAE

Mellita quinquiesperforata (Leske, 1778)

FILO CHORDATA

ORDEM PERCIFORMES

TRIGLIDAE

Prionotus punctatus (Bloch, 1797)

SCIANIDAE

Micropogonias furnieri (Desmaret, 1823)

ORDEM PLEURONECTIFORMES

FLEURONECTIDAE

Oncopterus darwini Steindachner, 1875

Tabela 8. Reparticao do numero total de especies ou taxa entre os grupos zoológicos ao longo do periodo de estudo.

Grupo	No. de Especies	% acumulada	Grupo menor	% simples no grupo
Crustacea	35	55	Peracarida	66
Polychaeta	13	76	Outros	34
Mollusca	13	97	Bivalvia	62
Outros	2	100	Gastropoda	38
Total	63	100		

Tabela 9. Reparticao do numero total de individuos entre as especies mais abundantes coletadas com a draga entre agosto de 1986 e outubro de 1987.

Especies	No. de individuos	% simples	% acumulada
D.gemmula	16726	79.5	79.5
Phoxocephala	982	4.7	84.2
M.liliana	936	4.4	88.6
Amphiurida	261	1.2	89.8
M.atlantic	246	1.2	91
Outros	1899	9	100
Total	21056		100

Tabela 10. Macrofauna coletada com draga na zona de agitação interna de áreas de lagunas costeiras em 1986 e 1987. As replicas foram agrupadas. a - adulto; c- crab; j- juvenil; m- megalopa; pl - post-larva. Números de 1 a 15 representam os codigos dos meses nas análises multivariadas (Figs. 19a, 19b, 21a) e na ANOVA (Tab. 22)

TAXA	86					87									
	28/08	30/09	26/10	08/12	13/01	26/01	17/03	04/04	25/04	20/05	28/06	22/07	24/08	25/09	18/10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nemertinea	0	0	3	3	0	0	1	0	0	4	2	2	1	0	0
Ollivancillaria deshayesian	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Ollivancillaria auricularia	0	0	0	2	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0
Buccinanops duartei	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Natica limbata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Parvanachis isabellei	0	0	1	0	1	1	2	22	0	5	0	0	0	1	0
Donax hanleyanus (j)	3	2	3	1	7	1	0	1	0	4	1	1	5	43	26
Donax gemmula	969	977	1934	1000	2399	937	1087	1754	1606	1069	1080	1026	453	187	244
Mesodesma mactroides (j)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	3	5	2	14
Mactra isabelleana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Tivela ventricosa (j)	0	0	0	0	10	14	7	11	4	0	0	0	0	0	0
Amiantis purpuratus (j)	0	0	0	0	0	1	0	1	10	0	4	0	0	0	0
Corbula caribea	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Strigilla carnaria	0	1	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Diopatra viridis (j)	0	0	0	0	0	0	0	50	0	3	0	0	0	0	0
Australonuphis casamiquelori	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Sigalion cirriferum	9	5	12	26	26	3	7	5	13	30	13	4	1	2	5
Magelona riojai	3	9	1	20	2	2	0	1	2	0	1	0	0	0	0
Hemipodus olivieri	1	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hephtys simoni	0	0	1	36	7	5	2	2	1	3	2	2	1	1	0
Owenia fusiformis	0	0	0	0	18	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scolecopsis gaucha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Dispio sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Lumbrineris tetraura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Pherusa capitata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Nereididae juvenil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Leuroleberis poulsoni	0	0	2	0	1	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0
Puelche sp	2	2	14	21	0	0	0	4	0	0	2	4	6	0	5
Phoxocephalopsis sp	68	65	238	208	144	5	22	35	13	17	25	11	31	3	77
Bathyporeiapus spp	13	43	25	32	7	0	0	0	1	0	23	4	4	0	17
Lyssianassidae	0	2	3	39	94	32	10	11	15	0	0	0	0	0	0
Cheiriphotis sp	0	2	0	0	0	1	0	35	0	5	2	0	0	115	5
Corophiidae	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atylus minikoi	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Metharpinia sp	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Serolis bonaerensis	0	0	2	6	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Synidotea marplatensis	1	0	1	0	0	0	0	58	0	21	0	2	0	99	1
Idotea balthica	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0
Macrochiridotea lilianae	0	10	55	113	408	26	61	51	65	0	0	1	15	17	114
Macrochiridotea robusta	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Macrochiridotea giambiagia	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ancinus gaucho	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anilecra sp	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diastylis sympterigiae	0	0	0	0	10	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptocuma kinbergi	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bowmaniella brasiliensis	0	0	4	3	20	12	4	8	41	0	0	0	0	0	0
Mysinae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Metamysidopsis atlantica	1	18	6	4	7	3	9	190	1	1	1	0	1	0	0
Mysidopsis coelhoi	0	0	0	0	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Neomysis cf. americana	1	10	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0

CONTINUAÇÃO

Tabela 10. Macrofauna coletada com draga na zona de arrebentação interna da Praia do Cassino entre agosto de 86 e outubro de 87. As réplicas foram agrupadas. a - adulto; c- crab; j- juvenil; m- megalopa pl- pos-larva. Números de 1 a 15 representam os códigos dos meses nas análises multivariadas e na ANOVA.

TAXA	86					87									
	28/08	30/09	26/10	08/12	13/01	26/01	17/03	04/04	25/04	20/05	28/06	22/07	24/08	25/09	18/10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Stomatopoda (j)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emerita brasiliensis (m,c)	0	0	0	12	9	3	3	15	2	1	0	1	1	0	0
Panopeus sp	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0
Majidae (j)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cyrtograpsus affinis	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Pinnixa patagoniensis	0	1	5	9	9	7	3	19	5	2	0	2	1	1	2
Arenaeus cribarius (a)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Arenaeus cribarius (c,j)	0	0	0	0	1	0	1	6	10	0	0	0	0	0	0
Callinectes sp (c,m)	0	0	1	4	14	2	6	5	1	0	0	0	0	1	0
Callinectes sapidus	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Penaeus paulensis (pl)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Amphiuridae (j)	21	13	62	48	15	6	16	27	25	18	1	1	4	1	3
Amphiodia planispina	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mellita quinquesperforata	1	0	0	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prionotus punctatus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micropogonias furnieri	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Oncopterus darwini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

Tabela 12. Macrofauna coletada com draga na zona de arrebentação interna do Terminal Turístico e do Molhe oeste no verão de 1990.

TAXA	Terminal Turístico (21-23/02/90)				Molhes (12/03/90)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Nemertinea</i>	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Ollivancillaria</i> sp juvenil	0	0	2	1	0	0	1	0
<i>Parvanachis isabellei</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Natica limbata</i>	0	0	0	1	1	0	1	3
<i>Donax hanleyanus</i> juvenil	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Donax gemmula</i>	305	273	357	300	326	372	396	466
<i>Tivela ventricosa</i> juvenil	1	0	0	0	6	0	0	3
<i>Strigilla carnaria</i> juvenil	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Amiantus purpuratus</i> juvenil	0	0	0	0	24	5	5	6
<i>Magelona riojai</i>	7	1	0	3	2	5	5	5
<i>Nephtys simoni</i>	3	0	2	0	0	0	0	0
<i>Sigalion cirriferum</i>	2	0	0	1	1	0	1	0
<i>Sthenelais limicola</i>	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Phoxocephalopsis</i> sp	21	10	4	27	0	1	1	0
<i>Puelche</i> sp	1	0	2	4	0	0	0	0
Lysianassidae	1	2	3	5	1	0	1	0
<i>Metharpinia</i> sp	0	1	0	0	0	1	2	2
<i>Macrochiridothea lilianae</i>	15	25	9	13	0	0	3	9
<i>Macrochiridothea robusta</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Bowmaniella brasiliensis</i>	17	18	13	19	0	6	5	10
<i>Metamysidopsis atlantica</i>	0	2	11	22	0	3	2	1
<i>Leptocuma kinbergi</i>	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Diastylis sympterigiae</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Leuroleberis poulsenii</i>	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Emerita brasiliensis</i>	4	5	6	6	0	0	0	0
<i>Loxopagurus loxochelis</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Pinnixa patagoniensis</i>	0	2	2	4	8	0	1	3
<i>Callinectes</i> sp crab e meg.	1	2	3	2	5	16	7	20
<i>Arenaeus cribarius</i> juvenil	0	0	0	0	1	0	0	0
aff. <i>Ocypode quadrata</i> meg.	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Penaeus paulensis</i> pos-larva	0	0	0	0	0	0	0	1
Amphiuridae juvenil	0	4	3	3	0	0	1	0
Numero de especies	12	15	18	18	14	12	16	12
Media na transversal			1575				1375	
Total na transversal			28				25	
Numero de individuos	378	346	423	416	379	414	433	529
Media na transversal			391.25				438.75	
Total na transversal			1565				1755	

Tabela 13. Comparação entre as densidades e abundâncias de *M. riojai* e *D. gemmula* para cada amostrador na transversal do Terminal e do Molhe oeste. Teste t (diferença entre médias), N - Número de amostras, S- desvio padrão, * - $P < 0.05$ NS - Não significativo ($P > 0.05$).

Especie	Air-lift						Draga					
	Terminal turístico			Molhes			Terminal turístico			Molhes		
	N	X	S	N	X	S	N	X	S	N	X	S
<i>M. riojai</i>	11	6.18	4.98	12	14.75	18.29	8	2.75	3.09	8	4.25	1.5
<i>D. gemmula</i>	11	4.27	3.5	12	2.58	2.5	8	308.75	35.1	8	390	58.4
Teste t	NS			*			*			*		

Tabela 14. Calculo do Coeficiente de Importancia Parcial (CIP) para eliminacao de especies raras coletadas com o "air-lift" (ve-rao/90). AT - abundancia total; C - constancia nos meses; DRP - Dominancia Relativa Parcial; DRG - Dominancia Relativa Global. As formulacoes destes coeficientes se encontram no Anexo II. Os numeros de 1 a 19 sao os codigos das especies usados nas analises multivariadas (Figs.16a,16b) dos padroes espaciais da fauna e no diagrama tridimensional de DRGxDRPxC (Figs.17a,b).

Especies	AT	C	DRP	DRG	CIP
1 Nemertinea	13	0.58	0.26	0.37	0.84
Anthozoa juvenil	1	0.08	0.11	0.10	0.19
Ollivancillaria sp juvenil	2	0.17	0.16	0.15	0.32
Parvanachis isabellei	2	0.08	0.17	0.15	0.26
2 Donax hanleyanus juvenil	10	0.17	0.58	0.33	0.74
3 Donax gemmula	91	0.83	0.67	0.63	1.50
Tivela ventricosa	1	0.08	0.11	0.10	0.19
4 Strigilla carnaria juveni	4	0.25	0.19	0.22	0.44
Corbula caribea juvenil	1	0.08	0.20	0.10	0.29
5 Magelona riojai	1365	0.83	0.92	1.00	1.76
Grubeulepis bracteata	1	0.08	0.11	0.10	0.19
6 Nephtys simoni	12	0.58	0.25	0.36	0.83
Onuphis oculata	1	0.08	0.11	0.10	0.19
7 Sigalion cirriferum	25	0.83	0.34	0.45	1.17
8 Sthenelais limicola	11	0.17	0.30	0.34	0.46
9 A. casamiquelorum	1	0.08	0.43	0.10	0.51
Owenia fusiformis	2	0.08	0.17	0.15	0.26
Scoloplos ohlini	2	0.08	0.17	0.15	0.26
Huarpe sp	2	0.08	0.27	0.15	0.35
10 Phoxocephalopsis sp.n.	8	0.33	0.36	0.30	0.69
11 Puelche sp.n.	4	0.08	1.00	0.22	1.08
Lyssianassidae	2	0.17	0.20	0.15	0.37
12 Metharpinia sp	6	0.25	0.19	0.27	0.44
13 Macrochiridotea lilianae	4	0.25	0.20	0.22	0.45
14 Macrochiridotea robusta	2	0.08	0.56	0.15	0.65
15 Bowmaniella brasiliensis	7	0.33	0.30	0.29	0.63
16 Metamysidopsis atlantica	4	0.25	0.33	0.22	0.58
17 Emerita brasiliensis	32	0.17	1.00	0.48	1.17
Atelecyclidae megalopa	1	0.08	0.11	0.10	0.19
Callichirus mirim	1	0.08	0.23	0.10	0.31
18 Pinnixa patagoniensis	21	0.58	0.47	0.43	1.05
19 Callinectes sp (c,m)	4	0.25	0.38	0.22	0.63
Amphiuridae juvenil	2	0.08	0.17	0.15	0.26

Tabela 15. Matriz rearranjada de especies por estacoes do Terminal e do molhe atraves dos resultados das analises classificatorias no modo Q e R. Os codigos das estacoes estao na Tabela 11. ZV - zona de varrido.

GRUPOS	TAXA	ZV		ZONA DE ARREBENTACAO INTERNA E EXTERNA									
		1	7	2	3	9	5	4	6	12	10	11	8
	Nemertinea	0	0	0	1	1	0	4	2	3	1	1	0
	Nephtys simoni	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	3	1
	Sigalion cirriferum	0	0	1	1	1	1	1	3	5	6	4	2
1b	Donax gemmula	0	0	6	6	4	12	23	10	3	11	14	2
	Magelona riojai	1	0	0	9	9	30	29	567	552	57	107	4
	Pinnixa patagoniensis	1	0	0	8	2	3	0	3	0	0	1	3
	Sthenelais limicola	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0	0
	Metharpinia sp	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	2	0
1a	Strigilla carnaria	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0
	Bowmaniella brasiliensis	0	0	0	1	1	4	0	0	1	0	0	0
	Phoxocephalopsis sp.n.	0	0	1	0	0	0	5	1	0	0	0	1
	Macrochiridothea lilianae	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0
	Macrochiridothea robusta	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Metamysidopsis atlantica	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	Callinectes sp (c,m)	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
3	A. casamiquelorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Puelche sp.n.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Donax hanleyanus	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Emerita brasiliensis	20	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 16 - Resultados das Anovas avaliando o efeito do gradiente horizontal de exposição entre os níveis do Terminal e do Molhe (códigos na tab. 11) sobre os parâmetros biológicos, dados do "air-lift". F- razão de variância, P-nível de significância, NS- não significante, * $P < 0,05$

		F	P
ZV	nº de espécies	2.400	NS
	nº de indivíduos	7.141	NS
ZAI(50m)	nº de espécies	0.484	NS
	nº de indivíduos	0.340	NS
	Donax gemmula	4.200	NS
ZAI(70m)	nº de espécies	0.267	NS
	nº de indivíduos	0.800	NS
	D. gemmula	0.250	NS
ZAI(120m)	nº de indivíduos	0.217	NS
	D. gemmula	1.870	NS
	Magelona riojai	1.191	NS
	Sigalion cirriferum	2.500	NS
ZAI(170m)	nº de espécies	0.143	NS
	M. riojai	4.113	NS
	D. gemmula	0.069	NS
ZAE(220m)	nº de indivíduos	0.090	NS
	D. gemmula	1.581	NS
	M. riojai	0.040	NS

Tabela 17 - Resultados das Anovas, avaliando o efeito do gradiente horizontal da exposição entre o Terminal(TT) e o molhe(M) sobre os parâmetros biológicos. Dados de arrastos. TC- teste de Cochran, F- razão de variância, DMS- diferença mínima significante, P- nível de significância, NS- não significante, * $P < 0,05$

	TC	P	F	P	DMS
Número de Taxa	0.739	NS	1.433	NS	
Número de indivíduos	0.771	NS	1.689	NS	
Donax gemmula	0.734	NS	5.687	NS	
Número de indivíduos sem Donax gemmula	0.792	NS	7.025	*	TT>M
Magelona riojai	0.810	NS	0.761	NS	
Macrochiridothea lillianae	0.720	NS	9.715	*	TT>M
Phoxocephalopsis sp	0.789	NS	26.913	*	TT>M
Callinectes sp (C,M)	0.814	NS	17.093	*	TT<M
Metamysidopsis atlantica	0.840	NS	1.341	NS	
Bowmaniella brasiliensis	0.970	*	6.257	*	TT>M

Tabela 18 - Resultados das Anovas avaliando o efeito do gradiente vertical de energia entre níveis no perfil do molhe sobre os parâmetros biológicos. TC- teste de Cochran, F- razão de variância, DMS- teste de comparação de médias a posteriori, P- nível de significância, NS- não significante, * $P < 0,05$.

	TC	P	F	P	DMS
Número de taxa	0.325	NS	5.905	*	<u>M1 M2 M3 M4 M5 M6</u>
Número de indivíduos	0.223	NS	18.670	*	<u>M1 M2 M3 M4 M5 M6</u>
D. gemmula	0.430	NS	3.172	*	<u>M1 M2 M6 M3 M4 M5</u>
M. riojai	0.381	NS	36.626	*	<u>M1 M2 M3 M4 M5 M6</u>
Nº de indivíduos sem M. riojai	0.248	NS	2.626	NS	—
Pinnixa patagoniensis	0.642	*	0.686	NS	—
Sigalion cirriferum	0.474	NS	1.768	NS	—
Nephtys simoni	0.600	*	2.280	NS	—

Tabela 19 - Resultados das Anovas avaliando o efeito do gradiente vertical de energia entre níveis no perfil do terminal sobre os parâmetros biológicos. TC- teste de Cochran, F- razão de variância, DMS- teste de comparação entre médias a posteriori, P- nível de significância, NS- não significante, * $P < 0,05$.

	TC	P	F	P	DMS
Número de Taxa	0.55	NS	3.895	*	<u>T1 T3 T2 T5 T4 T6</u>
Número de indivíduos	0.42	NS	24.053	*	<u>T2 T3 T1 T5 T4 T6</u>
D. gemmula	0.41	NS	1.736	NS	—
M. riojai	0.55	NS	28.140	*	<u>T2 T1 T3 T5 T4 T6</u>
Número de indivíduos sem M. riojai	0.38	NS	1.408	NS	—
Pinnixa patagoniensis	0.61	*	3.843	*	<u>T2 T4 T1 T5 T6 T3</u>
Sigalion cirriferum	0.33	*	1.150	NS	—
Nephtys simoni	0.33	*	0.437	NS	—

Tabela 20. Cálculo do Coeficiente de Importancia Global (CIG) para eliminacao de especies raras coletadas pela draga em 1986/1987. AT - abundancia total; C - constancia nos meses; DRP - Dominancia Relativa Parcial; DRG - Dominancia Relativa Global. As formulacoes destes coeficientes se encontram no Anexo II. Os numeros de 1 a 23 sao os codigos das especies usados nas analises multivariadas (Figs.19a,21b) dos padroes temporais e no diagrama tridimensional de DRGxDRPxC (Figs.20a,b).

Especies	AT	C	DRP	DRG	CIG
1 Nemertinea	16.0	0.47	0.16	0.29	0.76
Ollivancillaria deshayesiana	3.0	0.20	0.10	0.14	0.34
Ollivancillaria auricularia	8.0	0.33	0.13	0.23	0.56
Buccinanops duartei	2.0	0.07	0.15	0.11	0.18
Natica limbata	1.0	0.07	0.10	0.07	0.14
2 Parvanachis isabellei	33.0	0.47	0.18	0.36	0.83
3 Donax hanleyanus (j)	98.0	0.87	0.24	0.47	1.34
4 Donax gemmula	16726.0	1.00	1.00	1.00	2.00
5 Mesodesma mactroides (j)	42.0	0.33	0.32	0.39	0.72
Mactra isabelleana	4.0	0.07	0.23	0.17	0.23
6 Tivela ventricosa (j)	46.0	0.33	0.31	0.40	0.73
Amiantis purpuratus (j)	16.0	0.27	0.19	0.29	0.56
Corbula caribea	4.0	0.20	0.12	0.17	0.37
Strigilla carnaria	10.0	0.27	0.16	0.25	0.51
Diopatra viridis (j)	53.0	0.13	0.36	0.41	0.54
Australonuphis casamiquelorum	4.0	0.13	0.16	0.17	0.30
7 Sigalion cirriferum	161.0	1.00	0.31	0.52	1.52
8 Magelona riojai	41.0	0.73	0.16	0.38	1.12
Hemipodus olivieri	9.0	0.33	0.14	0.24	0.57
9 Nephtys simoni	63.0	0.80	0.19	0.43	1.23
Owenia fusiformis	26.0	0.13	0.35	0.34	0.47
Scolelepis gaucha	1.0	0.07	0.13	0.07	0.14
Dispio sp	1.0	0.07	0.10	0.07	0.14
Lumbrineris tetraura	1.0	0.07	0.10	0.07	0.14
Pherusa capitata	1.0	0.07	0.10	0.07	0.14
Nereididae juvenil	1.0	0.07	0.11	0.07	0.14
Leuroleberis poulsoni	8.0	0.33	0.13	0.23	0.56
10 Puelche sp.n.	60.0	0.60	0.26	0.42	1.02
11 Phoxocephalopsis sp.n.	982.0	1.00	0.52	0.71	1.71
12 Rathyporeiapus spp	169.0	0.67	0.37	0.53	1.20
13 Lyssianassidae	206.0	0.53	0.38	0.55	1.08
14 Cheiriphotis sp	165.0	0.47	0.34	0.53	0.99
Corophiidae	2.0	0.07	0.16	0.11	0.18
Atylus minikoi	4.0	0.20	0.12	0.17	0.37
Metharpinia sp	5.0	0.27	0.11	0.18	0.45
15 Serolis bonaerensis	73.0	0.27	0.27	0.44	0.71
16 Synidotea marplatensis	183.0	0.47	0.33	0.54	1.00
Idotea balthica	4.0	0.13	0.18	0.17	0.30
17 Macrochiridotea lilianae	936.0	0.80	0.54	0.70	1.50
Macrochiridotea robusta	12.0	0.20	0.22	0.26	0.46
Macrochiridotea giambiagiae	5.0	0.20	0.12	0.18	0.38
Ancinus gaucha	1.0	0.07	0.10	0.07	0.14
Anilocra sp	1.0	0.07	0.09	0.07	0.14
Diastylis sympterigiiae	23.0	0.13	0.35	0.33	0.46
Leptocuma kinbergi	2.0	0.13	0.10	0.11	0.25
18 Bowmaniella brasiliensis	92.0	0.47	0.32	0.47	0.93
Mysinae	1.0	0.07	0.10	0.07	0.14

CONTINUACAO

Tabela 20. Calculo do Coeficiente de Importancia Global (CIG) para eliminacao de especies raras antes das analises multivariadas. AT - abundancia total; C - constancia nos meses; DRP - Dominancia Relativa Parcial; DRG - Dominancia Relativa Global. As formulacoes destes coeficientes se encontram no Anexo II. Os numeros de 1 a 23 sao os codigos das especies usados nas analises multivariadas (Figs.19a,21b) dos padroes temporais da fauna e no diagrama tridimensional de DRGxDRPxC (Figs.20a,b).

Especies	AT	C	DRP	DRG	CIG
19 <i>Metamysidopsis atlantica</i>	246.0	0.87	0.25	0.57	1.43
<i>Mysidopsis coelhoi</i>	10.0	0.13	0.24	0.25	0.38
<i>Neomysis cf. americana</i>	13.0	0.27	0.16	0.27	0.54
Stomatopoda (j)	1.0	0.07	0.09	0.07	0.14
20 <i>Emerita brasiliensis</i> (m,c)	47.0	0.60	0.21	0.40	1.00
<i>Panopeus</i> sp	4.0	0.13	0.14	0.17	0.30
Majidae (j)	1.0	0.07	0.09	0.07	0.14
<i>Cyrtograpsus affinis</i>	4.0	0.13	0.18	0.17	0.30
21 <i>Pinnixa patagoniensis</i>	66.0	0.87	0.22	0.43	1.30
<i>Arenaeus cribarius</i> (a)	1.0	0.07	0.09	0.07	0.14
<i>Arenaeus cribarius</i> (c,j)	18.0	0.27	0.19	0.30	0.57
22 <i>Callinectes</i> sp (c,m)	34.0	0.53	0.20	0.37	0.90
<i>Callinectes sapidus</i>	2.0	0.13	0.09	0.11	0.25
<i>Penaeus paulensis</i> (pl)	3.0	0.13	0.15	0.14	0.28
23 Amphiuroidae (j)	261.0	1.00	0.34	0.57	1.57
<i>Amphiodia planispina</i>	1.0	0.07	0.09	0.07	0.14
<i>Mellita quinquiesperforata</i> (j)	29.0	0.20	0.25	0.35	0.55
<i>Prionotus punctatus</i>	1.0	0.07	0.09	0.07	0.14
<i>Micropogonias furnieri</i>	1.0	0.07	0.09	0.07	0.14
<i>Oncopeltus darwini</i>	2.0	0.13	0.10	0.11	0.25

Tabela 21. Matriz original de especies por meses de coleta rearranjada apos as analises de agrupamento no modo R e Q. Puelche sp.n. e Emerita brasiliensis relocadas.

GRUPOS	TAXA	INVERNO								VERAO							
		1	2	11	15	12	13	10	14	3	4	5	9	7	6	8	
III	Puelche sp.n.	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	
	Nemertinea	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	
	Mesodesma mactroides	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Cheiriphotis sp	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	
	Synidotea marplatensis	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	
II	Parvanachis isabellei	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	
	Tivela ventricosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
	Emerita brasiliensis	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	
	Lysianassidae	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
	Bowmaniella brasiliensis	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
	Callinectes sp (c,m)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
	Magelona riojai	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	
	Serolis bonaerensis	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	
Ia	Donax hanleyanus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	
	Donax gemmula	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Sigalion cirriferum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Phoxocephalopsis sp.n.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Amphiuridae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ib	Metamysidopsis atlantica	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
	Macrochiridothea lilianae	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Pinnixa patagoniensis	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Nephtys simoni	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Bathyporeiapus spp	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	

Tabela 22 - Resultados das Anovas avaliando o efeito da sazonalidade sobre os parâmetros biológicos. TC- teste de Cochran, F- razão de variância, DMS- diferença mínima significativa, P- nível de significância, NS- não significativa, * $P < 0,05$.

	TC	P	F	P	DMS														
					VERÃO							INVERNO							
Número de taxa	0.207	NS	17.767	*	5	4	6	8	7	9	3	15	2	10	11	13	12	1	14
Número de indivíduos	0.170	NS	17.615	*	5	7	3	8	6	9	4	10	11	2	1	12	13	15	14
<i>D. gemmula</i>	0.234	NS	26.469	*	5	7	3	6	8	9	10	11	4	2	12	1	13	15	14
Número de indivíduos sem <i>D. gemmula</i>	0.445	*	7.893	*	5	4	3	8	6	15	7	9	2	14	1	10	11	13	12
<i>M. lilianae</i>	0.637	*	22.871	*	5	15	4	9	3	8	6	7	13	14	2	12	10	11	1
<i>P. patagoniensis</i>	0.258	NS	3.752	*	8	6	5	4	3	7	9	15	10	12	14	2	13	11	1
Amphiuridae	0.307	*	14.088	*	3	4	7	9	10	8	1	5	2	6	13	15	14	11	12
<i>Phoxocephalopsis</i> sp	0.215	NS	9.144	*	3	4	5	1	15	2	13	7	8	11	10	9	12	6	14
<i>Bathyporeiapus</i> spp	0.452	*	7.422	*	4	2	3	15	11	1	5	13	12	9	14	7	10	6	8
<i>N. simoni</i>	0.217	NS	11.519	*	4	6	5	7	10	11	12	8	14	13	9	2	15	3	1
<i>S. cirriferum</i>	0.280	NS	3.777	*	5	10	4	11	3	9	7	1	8	12	6	2	15	14	13
<i>D. hanleyanus</i>	0.442	NS	4.865	*	14	15	5	13	10	3	4	1	6	2	12	8	7	11	9

Tabela-23 Resultados da análise discriminante das variáveis ambientais entre os grupos (IV e V) de meses de coleta. Nas colunas IV(inverno) e V(verão) estão as médias das variáveis analisadas. DP- desvio padrão. Entre parênteses, o número de meses em cada grupo. Intensidade dos ventos: NE, SE, SW, E, S; IEE- índice de energia espectral da pressão atmosférica; TM- média e TV- desvio padrão da temperatura da água.

FUNÇÃO DISCRIMINANTE (FD)

% de separação	100
Correlação canônica	0,974
"Chi-quadrado"	26,90
Graus de liberdade	8
Nível de significância	0,007

VARIÁVEIS	COEFICIENTES PADRONIZADOS DA FD	GRUPOS DE MESES			
		IV(8)	DP	V(7)	DP
NE	2,679	457	246	647	205
SE	1,088	240	177	287	170
SW	-1,250	341	212	253	58
E	-0,823	167	90	347	139
S	1,18	238	122	232	183
IEE	1,642	123	31	90	39
TV	1,567	1,81	0,37	1,38	0,30
TM	2,452	16	1,32	23	1,80

Tabela 24- Porcentagem de discriminação dos grupos biológicos (Análise de agrupamentos), pelas suas variáveis ambientais (análise discriminante), IV- grupo inverno, V-grupo verão, N- número de meses.

ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS	ANÁLISE DISCRIMINANTE SIMPLES				TOTAL	
	---IV---		---V---			
	N	%	N	%	N	%
IV	8	100	0	0	8	100
V	0	0	7	100	7	100

Anexo 1 - Teste de Significância e Índice de energia espectral

Teste de Significância dos Picos de Energia Espectral

Os valores, são calculados pela estatística g de Fisher (Priestley, 1981):

$$g = S_{\max}^2 / \sum S_T^2$$

Onde S_{\max} é a máxima amplitude estimada no espectro (o maior pico no periodograma correspondente à máxima energia espectral) e $\sum S_T^2$ a somatória para todas as componentes estimadas (em fim, o quociente entre a máxima energia devida a uma única componente e a energia total do espectro). Assim o valor crítico é calculado por:

$$g = 1 - \exp\left\{ \left[\ln P - \ln n \right] / (m - 1) \right\}$$

Sendo $m = n/2$; P o nível de significância (no presente estudo fixado em 0.05) e n o número de pontos da série.

Se $g = 0,358$ para meses de 31 dias; 0,368 para meses de 30 dias e 0,385 para o mes de 28 dias, então o valor crítico de máxima energia para cada componente do espectro ($S_{\max c}^2$) pode ser calculado por:

$$S_{\max c}^2 = g \cdot \sum S_T^2$$

Índice de Energia Espectral para Pressão Atmosférica

Em correspondência com o índice proposto por Goldsmith (1973) para caracterização do regime de ventos utilizado no presente trabalho (secção 3.3.1.), pode ser calculado um índice que quantifique a intensidade da energia espectral de cada série mensal da pressão atmosférica (segundo Marone, com. pess.*):

$$I.E.E. = \sum_{i=1}^n f_i \cdot s_i^2$$

Onde S_i^2 é a amplitude ao quadrado (energia) de cada componente harmônica das séries da pressão atmosférica que passa pelo teste de Fisher, f_i é a frequência da componente de amplitude S_i , e n o número total de componentes significativas.

*Eduardo Marone (Centro de Biologia Marinha, UFPR, Pontal do Sul, PR).

Anexo 2 - Coeficientes para a eliminação de espécies

Uma característica comum dos estudos ecológicos no ambiente marinho é a elevada ocorrência de espécies raras, seja por problemas amostrais, seja por características intrínsecas das populações analisadas.

As espécies raras são comumente eliminadas, não só para reduzir o tempo computacional das análises matemáticas, mas também para excluir dados que possam causar "ruído", impossibilitando a discriminação de padrões ecologicamente interpretáveis (Day et al., 1970; Field, 1971; Clifford & Stephenson, 1975; Field et al., 1982; Pielou, 1984)

Apesar de ser um procedimento recomendável, a eliminação de espécies vem sendo aplicada através de "critérios" extremamente subjetivos, sendo raras as exceções onde há alguma justificativa ecológica.

O mais comum entre esses "critérios" tem sido o estabelecimento de níveis subjetivos de abundância ou frequência, abaixo dos quais as espécies são eliminadas.

Para eliminação de espécies são propostos dois coeficientes alternativos, COEFICIENTE DE IMPORTÂNCIA GLOBAL (CIG) e COEFICIENTE DE IMPORTÂNCIA PARCIAL (CIP).

Vários autores definem "importância da espécie" através da quantificação de características que demonstrem sua importância numérica como densidade, biomassa, porcentagem de cobertura, abundância relativa (McNaughton & Wolf, 1970; Mueller-Dombois & Elleberg, 1974), ou função ecológica como medidas de produtividade (Whittaker, 1965). Hulbert (1971) vai mais longe e sugere que a "importância de uma espécie" seja medida através de uma equação que quantifica a mudança de produtividade de toda a comunidade após a retirada da espécie em questão.

Para os coeficientes aqui propostos, a IMPORTÂNCIA é definida como sendo a simples soma de dois parâmetros ecológicos: CONSTÂNCIA (C) e DOMINÂNCIA RELATIVA (DR). Esta última podendo ser GLOBAL (DRG) ou PARCIAL (DRP).

Constância, neste caso assume a clássica definição de frequência de aparecimento da espécie nas estações consideradas (Boesch, 1977). A dominância relativa assume formulação semelhante à utilizada pela escola fitossociológica (Mueller-Dombois & Elleberg, 1974), com a

diferença de comparar o número de indivíduos da espécie considerada com o número de indivíduos da espécie mais abundante (considerada, portanto, melhor amostrada).

As duas equações gerais são:

$$CIG = C + DRG \quad (1)$$

$$CIP = C + DRP \quad (2)$$

com $C = n/N$

$$DRG = \log \left[\left(\sum_{i=1}^N A_m \right) + 1 \right] / \log \left[\left(\sum_{i=1}^N A_k \right) + 1 \right]$$

$$DRP = (1/n) \sum_{i=1}^N \left[\log (A_m + 1) / \log (A_k + 1) \right]$$

onde

n = Número de estações em que ocorreu a espécie m

N = Total das estações amostradas

A_m = Abundância da espécie m na estação i

A_k = Abundância da espécie mais abundante k na estação i

Os termos das equações (1) e (2) podem assumir os seguintes valores:

$$0.00 \leq C, DRG, DRP \leq 1.00$$

Sendo CIG e CIP as simples somas entre seus dois termos, podem assumir os seguintes valores:

$$0.00 \leq CIG \text{ e } CIP \leq 2.00$$

CIG é chamado de Importância Global pois considera no seu cálculo, além da constância, a DRG, ou seja, a dominância da espécie m em relação à espécie k , dominante em toda a amostragem. É recomendado o uso deste coeficiente em situações onde houver uma espécie numericamente dominante em todas as estações.

O CIP é chamado de Coeficiente de Importância Parcial por computar a dominância da espécie m em relação à espécie dominante k em cada estação. Este coeficiente é útil nos casos onde houver diversas espécies dominantes alternando-se entre as estações.

Baseando-se na proposta de classificação de C feita por Boesch (1977), derivou-se a seguinte classificação arbitrária para os coeficientes e seus termos:

CLASSIFICAÇÃO		C	+	DRG	=	CIG
				DRP	=	CIP
MUITO ALTA	\geq	0.70		0.70		1.40
ALTA	\geq	0.50		0.50		1.00
MODERADA	\geq	0.30		0.30		0.60
BAIXA	\geq	0.10		0.10		0.20
MUITO BAIXA	$<$	0.10		0.10		0.20

O valor final considerado deve ter precisão até a 2ª casa decimal. Desta maneira evitam-se erros na classificação causados pelo arredondamento comumente executado até a 1ª casa decimal.

Anexo 3 - Fórmulas dos coeficientes de dissimilaridade e similaridade utilizados nas análises de agrupamentos.

Coeficiente Quantitativo de Bray-Curtis ou Porcentagem de Dissimilaridade (Pielou, 1984):

$$BC_{jk} = \left[\sum_{i=1}^n | X_{ij} - X_{ik} | \right] / \left[\sum_{i=1}^n X_{ij} + X_{ik} \right]$$

onde j e k são os objetos (espécies ou estações) a serem agrupados

X_{ij} = valor do atributo i no objeto j

X_{ik} = valor do atributo i no objeto k

Coeficiente Qualitativo (presença ou ausência) de "Simple-Matching" ou Ligações Simples (Hubálek, 1982)

$$SM_{jk} = (a+d)/(a+b+c+d)$$

onde a = número de atributos em comum entre j e k

b, c = número de atributos presentes somente em j ou k

d = número de atributos ausentes em ambos j e k