

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KALINA MANABE BRAUKO

**EFEITOS DA PASSAGEM DE SISTEMAS FRONTAIS SOBRE A MACROFAUNA
BÊNICA DE PRAIAS ARENOSAS DO PARANÁ (BRASIL)**

CURITIBA

2008

KALINA MANABE BRAUKO

**EFEITOS DA PASSAGEM DE SISTEMAS FRONTAIS SOBRE A MACROFAUNA
BÊNICA DE PRAIAS ARENOSAS DO PARANÁ (BRASIL)**

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

Orientador: Prof. Dr. Paulo da Cunha Lana

CURITIBA

2008

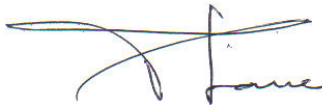
Termo de aprovação

**Efeitos da passagem de sistemas frontais sobre a macrofauna bêntica
de praias arenosas do Paraná (Brasil)**

por

Kalina Manabe Brauko

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores



Dr. Paulo da Cunha Lana - UFPR
Presidente e Orientador



Dr. Sérgio Antônio Netto - UNISUL



Dra. Rosana Moreira da Rocha - UFPR

Curitiba, 22 de fevereiro de 2008.

À Mieiko Takinami Manabe (*in memoriam*),
que despertou em mim a admiração e
a curiosidade pelas plantas e pelos bichos.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Jorge Brauko e à Sra. Maria Lúcia Manabe Brauko, pelo apoio aos meus românticos e inusitados “projetos de vida” e por acreditarem incondicionalmente nas minhas potencialidades; a vocês, só tenho uma coisa a dizer: estou tomando jeito!

Ao orientador e amigo Dr. Paulo da Cunha Lana, por todas as lições aprendidas ao longo desses anos, que vão muito além da orientação deste ou daquele trabalho, a você meus agradecimentos e minha profunda admiração.

Ao Dr. Maurício de Garcia Camargo, meu segundo orientador, pela inspiração, pela ajuda desde a concepção até a leitura do manuscrito, e pelo incentivo ao longo do processo: “...ouse menina!”

À maior equipe de apoio que o Centro de Estudos do Mar jamais viu, meu mais sincero obrigada aos setenta e quatro guerreiros que enfrentaram com muita boa vontade as duras condições de campo durante as amostragens desde trabalho: Alexandre, André (Umuarama), Ana Paula (Chichi), Alessando (Madeira), Bruno (calouro), Bruno Japa, Bruno Pesserl, Camila (costão), Camila (colombiana), Cassio Nakamura, Clécio, Deyse, Daniel (calouro), Daniel Mandi, Ellie, Emília, Felipe Fefê, Fabiana, Flave, Gui Ueda, Henrique Mineiro, Hugo Juliano, Josi, Jorge, Juzona, Juzinha, Karl, Luana, Linus, Larissa (física), Larissa (geologia) Lia, Lívia, Lica Krug, Laura, Lili, Marco Antonio, Mônica, Maurício carioca, Marcelo Muller, Milena, Marcela, Manu (caloura), Marília, Maikon, Marlom, Natália (bentos), Natália (coxinhas), Papi Jorge Brauko, Paula, Pamela, Rafael mineiro, Raissa, Ricardo Haponiuk, Ricardo (calouro), Rafael (Maringá), Rogério, Renan, Rafiusk, Tice, Tiago Mafra, Vanessa, Vivi, Vader, Walter, Zé, Zé Hugo, Zé Roberto, vocês têm uma eterna fã !!!

Ao papi, sem dúvida meu melhor soldado de campo!

Aos amigos Walter e Jorge, por nunca me deixarem sozinha durante as congelantes coletas das férias, quando Pontal do Sul virou realmente uma cidade-fantasma !

Às amigas Tice, Ita, Lua, Flavia, Raissa, Rafaela, e Laura (me perdoem se estiver esquecendo alguém) pela ajuda nas coletas, triagens, identificação, planilhamento, Matlab, enfim, pelo incentivo constante, pela amizade, e simplesmente por existirem na minha vida.

Ao Clécio, Ana Luiza, Rodrigo e Maikon, amigos praiólogos, pelos ensinamentos, trocas de idéias e preciosos conselhos antes, durante e depois da realização deste trabalho.

Aos amigos Leonardo Sandrini Neto e Daniel Camargo Rocha pela amizade e fundamental ajuda nas análises de dados do trabalho.

Às minhas queridas estagiárias Josi e Natália, que com empenho e dedicação ajudaram muito em praticamente todas as etapas do processo: eu não teria caminhado sem vocês !

Ao amigo Orlei Antonio Negrello-Filho, que muito desprezenciosamente acabou despertando em mim a curiosidade e a vontade de estudar as interações entre as frentes frias, o oceano e a fauna bêntica.

A todos do Laboratório de Geologia do Centro de Estudos do Mar, agradeço principalmente à Guisi e ao Tinho pelos ensinamentos e ajuda nas análises sedimentológicas.

Aos amigos Rangel Angelotti, pela confecção dos mapas utilizados neste trabalho, e Quim, pela confecção dos gráficos de ventos e pressão atmosférica.

Ao prof. Dr. Eduardo Marone, que gentilmente cedeu os dados de previsão de marés.

Às minhas eternas « roomates », colegas do mundo da pesquisa, pela força, amizade e risos para espantar o casaço das noites viradas em claro na reta final de nossas dissertações : obrigada Flave, Vivi e Rafaela.

Aos doutores Sergio Netto, Rosana Moreira da Rocha e Carlos Alberto Borzone pela participação na banca examinadora deste trabalho.

À CAPES, pelo auxílio financeiro fundamental à execução deste trabalho.

A todos que não couberam nestas páginas e que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho : muito obrigada.

*Renda-se como eu me rendi
Mergulhe no que você conhece como eu mergulhei
Não se preocupe em entender, viver ultrapassa qualquer entendimento!*
(Clarisse Lispector)

RESUMO

Os substratos inconsolidados das praias arenosas, ambientes dinâmicos e altamente energéticos, são habitados por uma macrofauna bêntica que responde às perturbações de periodicidade cíclica, mas podem igualmente responder a eventos estocásticos, como a passagem de sistemas frontais, que ocasionam intensa remobilização sedimentar. Este trabalho teve como objetivos: 1) avaliar os efeitos de distúrbios físicos causados pela passagem de sistemas frontais sobre as associações macrofaunais de duas praias do Estado do Paraná (Brasil); 2) comparar as respostas da macrofauna à passagem de sistemas frontais em dois ambientes distintos, uma praia mais exposta dominada por ondas, Atami, e outra mais abrigada dominada por marés, a Ponta do Poço. Respostas da macrofauna às variações sedimentológicas e morfodinâmicas ocasionadas pelos distúrbios atmosféricos foram inferidas a partir da variabilidade de descritores ecológicos ao longo da passagem de onze sistemas frontais sucessivos durante um período de sessenta dias no inverno de 2007. As modificações nos padrões de densidade, variabilidade espacial e dominância da macrofauna encontradas em três diferentes estratos ou zonas da porção subaérea da praia mais exposta de Atami, sugerem que os sistemas frontais associados a incrementos no estado de ondas e a ao empilhamento de água sobre a costa ocasionaram a erosão do perfil topográfico, que por sua vez refletiu-se em efeitos negativos sobre a fauna. As alterações nos descritores da macrofauna da praia mais abrigada da Ponta do Poço aparentemente não se relacionaram à passagem das frentes, mas sim ao complexo e intenso dinamismo do local. Os efeitos dos sistemas frontais dependeram principalmente da magnitude e trajetória dos eventos, e da sua associação a uma agitação marítima acentuada, que podem ocasionar a erosão da praia e conseqüente acomodação da macrofauna ao distúrbio físico.

Palavras-chaves : *macrofauna bêntica ; sistemas frontais ; praias arenosas.*

ABSTRACT

The highly dynamic and energetic sandy beaches are inhabited by a benthic fauna that responds to cyclical environmental changes, but also to stochastic events such as the passage of frontal systems and the associated sediment reworking. The effects of physical disturbance promoted by the passage of cold fronts on the macrobenthic fauna were investigated in two beaches of Paraná (S Brazil), a more exposed one dominated by waves, Atami, and a sheltered one, dominated by tides, Ponta do Poço. Sediment and beach morphological variations due to atmospheric disturbance were correlated to changes in macrofauna variables during the passage of eleven cold fronts over a sixty-day period in the winter of 2007. Changes in macrofaunal density, spatial variability and dominance patterns at three different strata of the subaerial section of Atami beach suggest that the cold fronts associated to the increasing waves and to the water accumulation on the beach face caused erosion and negative effects on the macrobenthic fauna. In the sheltered beach of Ponta do Poço, macrofauna changes were not associated to the passage of frontal systems, but to the complex and intense dynamism of the area. The nature and intensity of biological responses were mainly related to the intensity, and direction of cold fronts and increasing wave energy, which can erode the beach substrata and cause negative biological responses.

Key-words : *benthic macrofauna ; frontal systems ; sandy beaches.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
2.1 Área de estudo.....	6
2.2 Amostragem e processamento do material.....	8
2.3 Análise dos Dados.....	12
3. RESULTADOS.....	14
3.1 Monitoramento climático – inverno de 2007.....	14
3.2 Perfis topográficos e parâmetros sedimentológicos.....	18
3.3 Macrofauna bêntica.....	22
3.4 Tendências de variabilidade espacial entre as praias.....	24
3.5 Padrões de dominância da fauna entre os estratos das distintas praias.....	30
3.6 Variação da fauna em Atami e Ponta do Poço.....	35
3.6.1 Variações na densidade total dos estratos.....	35
3.6.2 Variações na densidade dos organismos numericamente dominantes.....	39
3.6.3 Variações no número de espécies dos estratos.....	43
4. DISCUSSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	54
ANEXOS.....	60

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-	ÁREAS DE ESTUDO.....	6
FIGURA 2-	DESENHO AMOSTRAL USADO NAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO, COM REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICAS DO ESFORÇO AMOSTRAL E DA LINHA D'ÁGUA NO PICO DA MARÉ BAIXA DE SIZÍGIA.....	9
FIGURA 3-	PASSAGEM DOS SISTEMAS FRONTAIS PELO LITORAL DO BRASIL NOS MESES DE JUHO (A), JULHO (B) E AGOSTO (C) DE 2007.....	14
FIGURA 4-	VARIAÇÃO DIÁRIA DA TEMPERATURA ATMOSFÉRICA E PRECIPITAÇÃO DURANTE O PERÍODO AMOSTRAL EM PONTAL DO SUL, PR.....	15
FIGURA 5-	GRÁFICOS VETORIAIS DA EVOLUÇÃO DA DIREÇÃO E INTENSIDADE DOS VENTOS E PRESSÃO DURANTE O PERÍODO AMOSTRAL EM PONTAL DO SUL.....	17
FIGURA 6-	RESULTADO GRÁFICO DO BALANÇO VOLUMÉTRICO EM TODAS AS OCASIÕES DE AMOSTRAGEM NAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO.....	19
FIGURA 7-	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA), ILUSTRANDO OS EIXOS 1 E 2 PARA AMOSTRAS DA PRAIA DE ATAMI EM TODAS AS OCASIÕES DE COLETA.....	20
FIGURA 8-	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA), ILUSTRANDO OS EIXOS 1 E 2 PARA AMOSTRAS DA PRAIA DA PONTA DO POÇO EM TODAS AS OCASIÕES DE COLETA.....	21
FIGURA 9-	ANÁLISE DE PROXIMIDADE (MDS), APLICADA À MATRIZ DE DENSIDADE DA FAUNA (INDS. 0,05 M ²) NAS DUAS PRAIAS AMOSTRADAS.....	23
FIGURA 10-	RELAÇÃO ENTRE AS RÉPLICAS DE CADA ESTRATO DA MATRIZ DE MACROFAUNA DA PRAIA DE ATAMI EM CADA DATA AMOSTRAL AVALIADA PELA ANÁLISE DE PROXIMIDADE MDS.....	25
FIGURA 11-	RELAÇÃO ENTRE AS RÉPLICAS DE CADA ESTRATO DA MATRIZ DE MACROFAUNA DA PRAIA DA PONTA DO POÇO EM CADA DATA AMOSTRAL AVALIADA PELA ANÁLISE DE PROXIMIDADE MDS.....	28
FIGURA 12-	VARIAÇÕES NO ÍNDICE DE DISPERSÃO MULTIVARIADA CALCULADA SOBRE A MATRIZ DE DENSIDADE TOTAL DA MACROFAUNA PARA AS PRAIAS DE ATAMI E PONTA DO POÇO AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.....	30
FIGURA 13-	MÉDIA E ERRO PADRÃO (EP) DA DENSIDADE TOTAL NO ESTRATO SUPERIOR DAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO AO LONGO DO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	36

FIGURA 14-	MÉDIA E ERRO PADRÃO (EP) DA DENSIDADE TOTAL NO ESTRATO MÉDIO DAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO AO LONGO DO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	37
FIGURA 15-	MÉDIA E ERRO PADRÃO (EP) DA DENSIDADE TOTAL NO ESTRATO INFERIOR DAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO AO LONGO DO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	38
FIGURA 16-	MÉDIA E ERRO PADRÃO (EP) DA DENSIDADE DAS ESPÉCIES NUMERICAMENTE MAIS ABUNDANTES NO ESTRATO SUPERIOR DAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO AO LONGO DO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	40
FIGURA 17-	MÉDIA E ERRO PADRÃO (EP) DA DENSIDADE DAS ESPÉCIES NUMERICAMENTE MAIS ABUNDANTES NO ESTRATO MÉDIO DAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO AO LONGO DO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	41
FIGURA 18-	MÉDIA E ERRO PADRÃO (EP) DA DENSIDADE DAS ESPÉCIES NUMERICAMENTE MAIS ABUNDANTES NO ESTRATO INFERIOR DAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO AO LONGO DO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	42
FIGURA 19-	MÉDIA E ERRO PADRÃO (EP) DO NÚMERO DE ESPÉCIES NO ESTRATO SUPERIOR DAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO AO LONGO DO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	44
FIGURA 20-	MÉDIA E ERRO PADRÃO (EP) DO NÚMERO DE ESPÉCIES NO ESTRATO MÉDIO DAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO AO LONGO DO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	45
FIGURA 21-	MÉDIA E ERRO PADRÃO (EP) DO NÚMERO DE ESPÉCIES NO ESTRATO INFERIOR DAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO AO LONGO DO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	46
FIGURA 22-	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS VARIAÇÕES DO PERFIL TOPOGRÁFICO NA PRAIA DE ATAMI DURANTE O PERÍODO AMOSTRAL	60
FIGURA 23-	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS VARIAÇÕES DO PERFIL TOPOGRÁFICO NA PRAIA DA PONTA DO POÇO DURANTE O PERÍODO AMOSTRAL.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	DATAS AMOSTRAIS E DA PASSAGEM DE SISTEMAS FRONTAIS PELA REGIÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	8
TABELA 2 -	VOLUME E BALANÇO VOLUMÉTRICO EM CADA OCASIÃO DE AMOSTRAGEM NAS PRAIAS DE ATAMI E PONTA DO POÇO.....	18
TABELA 3 -	RESULTADOS DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) APLICADA SOBRE AS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO.....	22
TABELA 4 -	RESULTADOS DO TESTE GLOBAL (GLOBAL R E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA EM %) E DOS TESTES PAREADOS OBTIDOS PELA ANOSIM PARA AS DIFERENÇAS ENTRE A INTERAÇÃO DOS FATORES *ESTRATOS NA PRAIA DE ATAMI.....	26
TABELA 5 -	RESULTADOS DO TESTE GLOBAL (GLOBAL R E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA EM %) E DOS TESTES PAREADOS OBTIDOS PELA ANOSIM PARA AS DIFERENÇAS ENTRE A INTERAÇÃO DOS FATORES *ESTRATOS NA PRAIA DA PONTA DO POÇO.....	29
TABELA 6 -	RESULTADOS DA ANÁLISE SIMPER COM O FATOR *ESTRATOS NA PRAIA DE ATAMI E ESPÉCIES COM MAIOR CONTRIBUIÇÃO RELATIVA PARA O TOTAL DA MACROFAUNA.....	31
TABELA 7 -	RESULTADOS DA ANÁLISE SIMPER COM O FATOR *ESTRATOS NA PRAIA DE ATAMI E ESPÉCIES COM MAIOR CONTRIBUIÇÃO RELATIVA PARA O TOTAL DA MACROFAUNA.....	33
TABELA 8 -	ABUNDÂNCIA TOTAL EM TODAS AS OCASIÕES DE COLETA NAS PRAIAS DE ATAMI E DA PONTA DO POÇO.....	62

1 INTRODUÇÃO

Os substratos inconsolidados das praias arenosas, ambientes dinâmicos e altamente energéticos, formam verdadeiros mosaicos heterogêneos devido ao intenso retrabalhamento e à variação nas propriedades texturais e de massa, como a permeabilidade e a porosidade. São habitados por uma macrofauna bêntica relativamente abundante e pouco diversificada, caracterizada por animais grandes o suficiente para viver e se locomover na superfície do substrato (epifauna) ou para escavar e enterrar-se dentro da matriz sedimentar (infauna). Em função de seus hábitos de vida, estes animais podem ocupar diferentes estratos do sedimento, embora a maioria se concentre nos centímetros superficiais, dependendo de alguma forma da interface água-sedimento para alimentação e respiração. Parece lógico o estabelecimento de uma relação íntima entre o sedimento e as comunidades da fauna, com a dinâmica de um influenciando diretamente a estrutura do outro (Turner *et al.*, 1995; Thrush *et al.*, 1996; Zajac *et al.*, 2003; Defeo & McLachlan, 2005).

Apesar da diversidade de definições existentes, praias podem ser consideradas como depósitos de sedimentos inconsolidados dominados primariamente por ondas e limitados internamente pelos níveis máximos de ação de ondas de tempestade ou pelo início da ocorrência de dunas, e externamente pelo início da zona de arrebentação, onde ainda ocorrem processos significativos de transporte de sedimentos (Hoefel, 1998). O comportamento morfodinâmico das praias arenosas resulta, principalmente, da amplitude de maré, altura significativa e período das ondas, tamanho de grão, regime de ventos e o produto entre o comprimento da praia e o grau de embaçamento (Short, 1999). Jackson *et al.* (2005) acrescentam a esses parâmetros a história geológica como um importante fator que determina a morfologia das praias atuais. Sabe-se, porém, que eventos em menor escala temporal podem causar mudanças abruptas nas condições energéticas e, por conseguinte, morfológicas. As respostas das populações ou associações bênticas oscilam naturalmente de acordo com as perturbações de periodicidade cíclica (Schoeman *et al.*, 2000), mas podem igualmente responder a eventos estocásticos.

A importância dos efeitos de perturbações climáticas como o fenômeno El Niño, furacões, tempestades e sistemas frontais sobre o substrato propriamente dito e as associações macrofaunais nas mais diversas escalas temporais e regiões da

costa têm sido estudadas em escala mundial (Hepner & Davis, 2004; Scheffers, 2004; Aagaard *et al.*, 2005; Balestri *et al.*, 2006; Houser & Greenwood, 2007; Boesch *et al.*, 1976; Rees *et al.*, 1976; Barnett, 1981; Posey *et al.*, 1996; Underwood, 1999; Williams & Rose, 2001; Perez *et al.*, 2003). Estudos regionais que considerem as conseqüências desses eventos são necessários, já que a dinâmica praial da costa sul brasileira é regulada principalmente por fenômenos associados à passagem de frentes meteorológicas ou sistemas frontais (Calliari & Klein, 1993).

Uma superfície frontal pode ser definida como o limite entre duas massas de ar de diferentes características, possuindo normalmente vários quilômetros de espessura, com a mistura das massas de ar. A interseção da superfície frontal com qualquer outra superfície de referência (e. g. nível médio do mar) constitui uma faixa chamada frente. A espessura e a inclinação da superfície frontal condicionam a largura da frente, que normalmente varia entre 25 e 50 km quando a transição é bem nítida, mas atingindo de 100 a 300 km no caso de transições difusas (Varejão-Silva, 2000). Entre duas massas de ar existe sempre uma zona depressionária, uma descontinuidade para a qual convergem os ventos provenientes das duas massas que tornam o tempo instável e geralmente chuvoso, freqüentemente acompanhado de tempestades.

Uma frente é dita fria quando sua passagem por um determinado local da superfície terrestre provoca a substituição do ar quente que ali existia por ar frio, sendo a massa de ar pré-frontal quente e a pós-frontal fria. (Varejão-Silva, 2000). A frente fria move-se na direção das baixas para as altas temperaturas, quando o ar no lado frio avança para a região ocupada pelo ar quente. As frentes frias que percorrem o litoral sul-americano são configuradas no sentido NO-SE e apresentam uma trajetória de SO-NE.

Perturbações atmosféricas decorrentes da passagem de sistemas frontais podem gerar um padrão de circulação hidrodinâmica costeira que resulta em sobre-elevações do nível do mar e/ou aumento da ondulação costeira (Rodrigues, 2003). Nas praias, a mobilidade do sedimento é muito evidente, resultado do ajustamento às condições de ondas, marés e correntes. Estas áreas são extremamente sensíveis e sujeitas a reajustes em seu estado de equilíbrio, tendo sua morfologia facilmente modificada por processos erosivos/deposicionais após a incidência de tempestades e sistemas frontais (Muehe, 1995; Quadros, 2002). Por outro lado, nem todos os

sistemas frontais ocasionam alterações significativas do nível do mar. Frentes frias seguidas de vento sudeste, situações típicas de verão, geram um aumento do nível do mar relativamente pequeno, ao contrário do observado em relação a uma condição de pós-frontal com ventos de sudoeste e sul, típica de inverno e favorável ao empilhamento de água na costa sul do Brasil, pelo efeito de Ekman (Rodrigues, 2003). Nestes casos o aumento de ondulações não é necessariamente acompanhado da elevação do nível do mar, e vice-versa.

O termo sistema frontal ou frente fria incorpora eventos meteorológicos muito variáveis, como o aumento da intensidade e a mudança na direção do vento, diminuição brusca da temperatura atmosférica e freqüentemente a associação com fortes chuvas e tempestades. As alterações no sistema atmosférico modificam o sistema pelágico através da intensificação da agitação marítima e/ou empilhamento de grandes massas d'água, que por sua vez configuram perturbações físicas no sedimento que podem ter efeitos diretos ou indiretos sobre as associações de organismos bênticos. Tais perturbações podem modificar as feições morfológicas do sedimento de fundo e o tamanho médio dos grãos, alterando os níveis de difusão de oxigênio ou a irrigação realizada pelos construtores de tubos, resultando em hipoxia ou anoxia e conseqüente alteração da comunidade (Diaz & Rosenberg, 1995). As taxas de transporte de sedimento e material fino ressuspendido também são mais elevadas após as tempestades, o que pode favorecer o desenvolvimento de organismos consumidores de material em suspensão (Bock & Miller, 1995). A deposição excessiva pode enterrar, soterrar ou romper os organismos bentônicos, enquanto que a erosão causa defaunação e disponibilização de novos espaços para a recolonização. Por outro lado, os organismos marinhos exibem uma variada capacidade de recuperação após perturbações (Snelgrove & Butman, 1994; Hall, 1994), e a vulnerabilidade ou suscetibilidade de cada táxon pode variar consideravelmente em função do seu tamanho e modo de vida.

Dependendo da geografia, localização da área e também da intensidade e freqüência dos eventos, a ação dos sistemas frontais sobre os ecossistemas costeiros pode variar substancialmente, dificultando generalizações sobre os efeitos esperados (Bock & Miller, 1995; Houser & Greenwood, 2007). Outra questão freqüentemente subestimada é o caráter claramente seqüencial da distribuição de tais fenômenos ao longo do tempo, o que resulta em diferentes respostas da fauna

dependendo do tempo em que o sistema permaneceu em estado de repouso até a passagem de um novo sistema frontal.

Barnett (1981) demonstrou que a passagem de uma tempestade não ocasionou significativa mortalidade da macrofauna bêntica em uma região entre marés, concluindo que os organismos dessas áreas estavam adaptados a tais perturbações físicas. Ao estudar os efeitos do furacão Eloise sobre a macrofauna de uma praia arenosa da Florida, Saloman & Naughton (1977) constataram efeitos positivos no número de espécies após a passagem do evento.

Em seu estudo sobre a estabilidade de curto prazo da infauna bêntica em relação a perturbações meteorológicas no sul do Brasil, Negrello Filho (2005) mostrou que as perturbações associadas ao vento sul também não afetaram significativamente a estrutura das associações bênticas de distintos ambientes sedimentares no sublitoral. Por outro lado, Gallucci & Netto (2004) avaliaram os efeitos num curto período de tempo de duas frentes frias em uma região sublitoral rasa do sul do Brasil e constataram um decréscimo na abundância da macrofauna, meiofauna e particularmente dos Nematoda na camada superficial do sedimento durante a passagem do primeiro sistema frontal. Por sua vez, em seu estudo sobre os efeitos em pequena escala temporal de tempestades sobre duas praias em diferentes extremos morfodinâmicos, também na região sul do Brasil, Alves (2004) não constatou alterações expressivas na abundância e riqueza da macrofauna, mas registrou variações na distribuição espacial dos organismos em ambas as praias.

O presente estudo teve por objetivo geral a avaliação dos efeitos de perturbações físicas causadas pela passagem de sistemas frontais sobre as associações macrofaunais em duas praias do Estado do Paraná (Brasil), com distintos graus de exposição ou energia ambiental, uma mais exposta dominada por ondas e outra mais abrigada dominada por marés.

Para tanto, respostas da macrofauna de três diferentes zonas ou estratos da praia (superior, médio e inferior) a variações sedimentológicas e morfodinâmicas ocasionadas pelas perturbações atmosféricas foram estimadas a partir da variabilidade de descritores ecológicos em pequena escala espacial, ao longo da passagem de uma série de sistemas frontais. Os descritores foram a densidade total da macrofauna, densidade das espécies numericamente dominantes e o número de espécies.

Foram testadas as seguintes hipóteses de nulidade:

H0: a constante passagem de sistemas frontais não ocasiona qualquer tipo de alteração quantitativa ou no padrão de distribuição dos organismos ao longo dos três estratos da praia;

H0: as respostas da macrofauna bêntica dos dois sistemas praias não diferem entre si;

As hipóteses alternativas foram:

H1: a passagem de sistemas frontais associados a perturbações físicas do sedimento desencadeia processos de intercâmbio de fauna e a conseqüente mistura e desestruturação dos diferentes estratos da praia;

H1: as perturbações físicas geradas pelos sistemas frontais serão mais sentidas pela macrofauna da praia exposta do que da praia protegida.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O litoral do Estado do Paraná (25°20' - 25°55' S; 48°10' - 48°35'W) estende-se por aproximadamente 100 km na direção NE-SO, interrompido apenas por alguns pontais rochosos e pelas desembocaduras das baías de Paranaguá e de Guaratuba (fig.1). Caracteriza-se por um regime de marés semi-diurno, com praias de constituição arenosa e dinâmica dominada por ondas e correntes de deriva litorânea de sentido dominante N-S (Angulo, 1993; Angulo & Araújo, 1996).

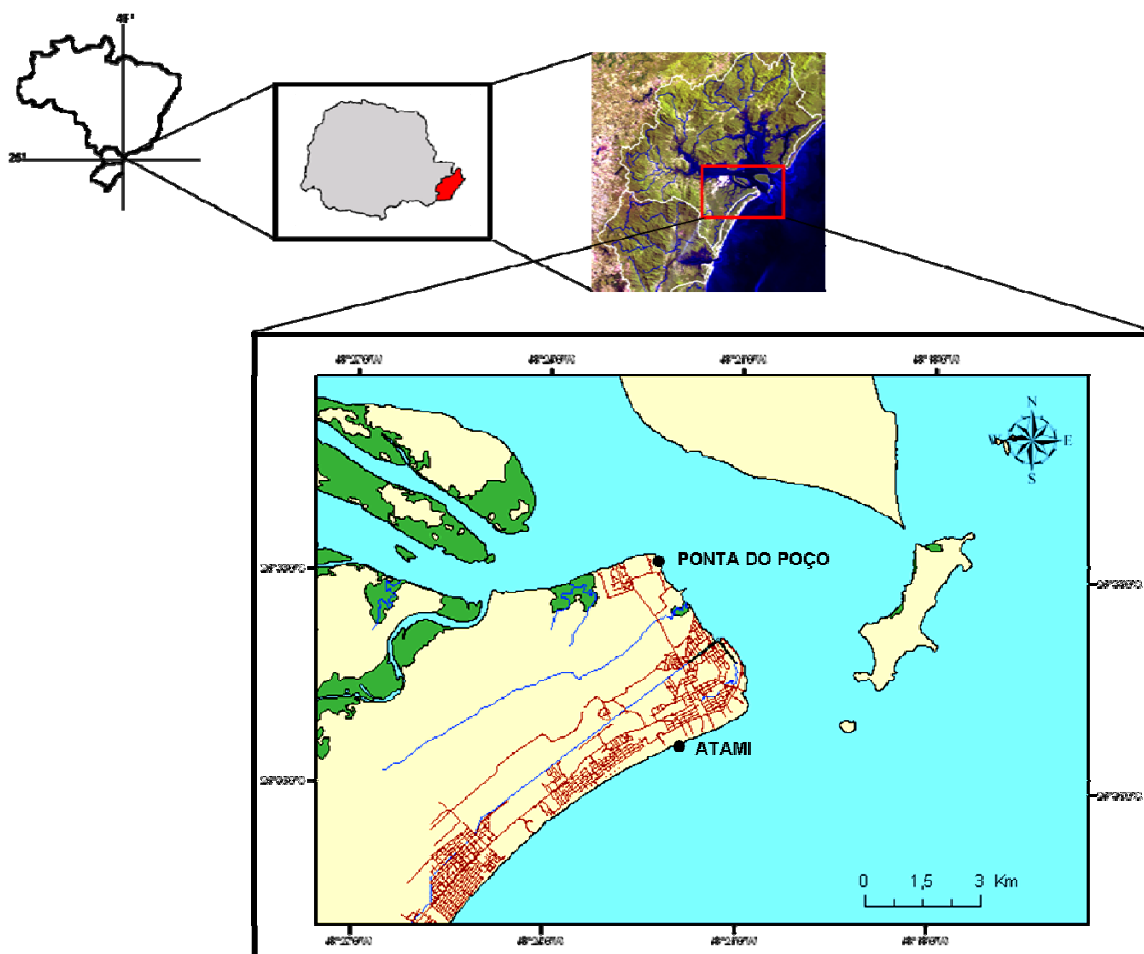


Figura 1- Localização das áreas de estudo (Fonte: Grupo de Geoprocessamento Costeiro – CEM/UFPR)

A Ilha do Mel está na desembocadura do complexo estuarino da Baía de Paranaguá e a separa do mar aberto. O complexo estuarino conecta-se com o oceano adjacente através de dois canais principais, o da Barra Norte e o da Galheta, situado entre o sul da ilha e o continente. Os sistemas deposicionais arenosos do litoral resultam da interação entre processos costeiros e estuarinos, associados às desembocaduras do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e da baía de Guaratuba (Angulo, 1993; Lana *et al.*, 2001).

O clima da planície costeira é classificado como *Cfa* (Subtropical Úmido Mesotérmico), com uma média pluviométrica anual de 2.500 mm (máximo de 5.300 mm) e média de umidade atmosférica em torno de 85%. Há uma estação tipicamente chuvosa entre o final da primavera e o verão, e uma estação seca entre o final do outono e o inverno, sendo esta freqüentemente interrompida por curtos e fracos períodos chuvosos no início do inverno (Lana *et al.*, 2001). As principais perturbações atmosféricas caracterizam-se pela passagem de sistemas frontais na direção SW-NE. A Serra do Mar age como uma barreira contra os sistemas frontais e acaba concentrando frentes estacionárias na região da baía (Bigarella *et al.*, 1978).

O primeiro local de amostragem, mais abrigado, a praia da Ponta do Poço (25°32" S; 48°22' W), orientada no sentido NO-SE, está em uma área mais interna do estuário próxima à desembocadura da Baía de Paranaguá, em geral pouco afetada por ondas oceânicas refratadas, com exceção das ondas dissipadas para o interior da baía durante a maré baixa pelo sistema de barras submersas presente na região. Esta praia constitui tipicamente um ambiente estuarino dominado por marés ou um ambiente de transição, sendo a porção subaérea de declividade acentuada morfodinamicamente caracterizada como reflectiva, seguida por um extenso e dissipativo terraço de maré, com uma separação morfológica muito evidente entre a porção reflectiva superior e a porção dissipativa inferior da praia (Borzzone *et al.*, 2003). O diâmetro médio do sedimento varia de areia fina a muito fina, com grande variação entre a região superior e a inferior da praia.

O segundo local de amostragem, mais exposto, situa-se no Balneário de Atami (25°35' S; 48°29' W), cerca de 4 km ao sul da desembocadura do complexo estuarino. A praia de Atami está voltada para o mar aberto, com orientação NE-SO, sendo pouca afetada pela desembocadura estuarina e apresentando, em média, um

estado morfodinâmico oceânico dissipativo com uma arrebentação de alta dissipação durante o ano todo (Souza, 1998). A praia possui uma suave declividade tanto na parte subaérea quanto na parte permanentemente submersa, que apresenta grande variabilidade morfológica durante o ano, com períodos construtivos de barras paralelas preponderando na primavera e início do verão e os destrutivos no outono e no inverno, quando ainda observam-se incipientes processos construtivos. Os sedimentos são formados por areias finas a muito finas, muito bem selecionadas, compostas basicamente por quartzo (Soares *et al.*, 1997).

2.2 Amostragem e processamento do material

As respostas da fauna à passagem de sistemas frontais foram avaliadas pelo monitoramento da macrofauna bêntica e de outros fatores abióticos em dez ocasiões seqüenciais no período de inverno de 2007, entre os dias 14 de junho e 9 de agosto, com intervalos entre coletas variando de 4 a 12 dias. Os dias de amostragem e a seqüência da passagem dos sistemas frontais pela região de Pontal do Paraná durante todo o período do monitoramento são apresentados na Tabela 1. As coletas foram realizadas simultaneamente em Atami e Ponta do Poço, sempre durante as marés baixas de sizígia,.

Tabela 1 – Datas de amostragem e da passagem de sistemas frontais pelas praias estudadas em 2007.

	Junho				Julho				Agosto		
Passagem de sistema frontal	2	16	24	28	11	15	18	23	28	5	8
Data de amostragem	14	18	30	4	12	16	20	28	1	9	

As amostragens foram realizadas em períodos pré-frontais (situação de estabilidade do sistema), durante a passagem de frentes, e em situações pós-frontais, quando as praias estavam sob a influência mais recente da última frente fria.

Este tipo de amostragem seqüencial, com flexibilidade temporal, mostrou-se mais adequada do que as amostragens convencionais de avaliação de impacto,

geralmente pré-definidas ou condicionadas pelos eventos, que são situações de difícil controle ou acompanhamento, devido à sua baixa previsibilidade.

Para a amostragem da macrofauna bêntica utilizou-se um testemunhador cilíndrico de PVC, com 0,05 m² de área e 20 cm de altura. As amostras foram tomadas ao longo de três transectos perpendiculares à linha da costa em cada uma das duas praias estudadas (T1, T2 e T3), fixados a intervalos de 50 m de distância entre si (fig. 2). Em cada transecto foram determinados três pontos em desníveis eqüidistantes, um localizado na porção saturada do mesolitoral inferior, o segundo na região média do mesolitoral e o terceiro no supralitoral. Em cada ponto foi delimitado um círculo de 1,5 m de diâmetro, dentro do qual foram coletadas três réplicas posicionadas de modo a evitar sobreposição entre duas coletas subseqüentes, totalizando 27 amostras por praia e 54 por dia de coleta.

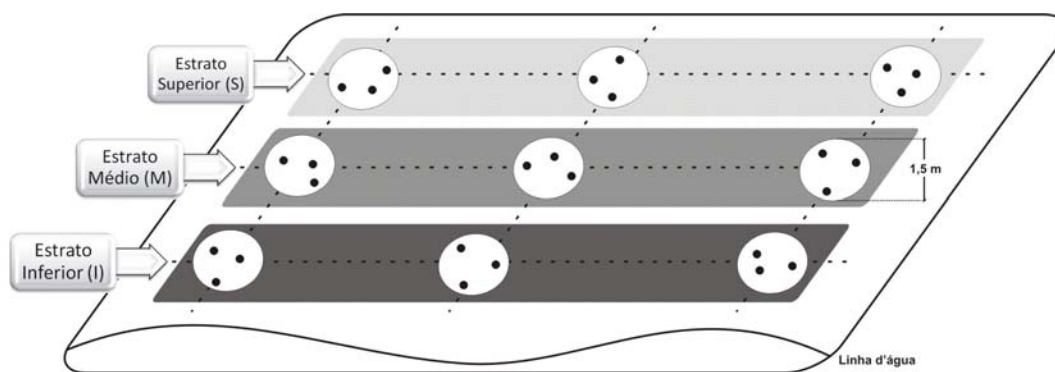


Figura 2 – Desenho amostral usado nas praias de Atami e da Ponta do Poço, com representação esquemática do esforço amostral e da linha d'água no pico da maré baixa de sizígia.

De modo a manter a correspondência entre os transectos e o posicionamento das amostras em todas as ocasiões de coleta, um limite superior foi fixado sempre a partir de um único ponto (P0) e um alinhamento, estabelecidos na porção posterior de cada praia (vegetação das dunas). As distâncias dos outros transectos e pontos amostrais foram demarcados a partir do ponto fixo P0.

As amostras foram lavadas *in situ* em peneira com malha de 0,5 mm de abertura, acondicionadas em potes plásticos etiquetados e fixadas em solução de formol a 4 %. Em laboratório, com o auxílio de estereomicroscópio, os organismos foram triados, contabilizados e identificados até a menor resolução taxonômica possível (espécies ou morfotipos) e posteriormente conservados em álcool a 70 %.

Amostras de sedimento para a análise da granulometria foram tomadas com o auxílio de um delimitador manual de 5 cm de diâmetro enterrado a 10 cm de profundidade. Devido à grande homogeneidade do sedimento das praias, as coletas foram feitas em três pontos somente ao longo do transecto T2, junto a cada um dos três pontos amostrados para a macrofauna bêntica. As amostras foram processadas segundo metodologia descrita por Suguio (1973), com peneiramento para intervalos de diâmetro de grão de 0,5 *phi* e os parâmetros granulométricos foram obtidos pelo software Sysgran, versão 3.0 (Camargo, 2007).

A determinação do teor de carbonatos (%) foi realizada a partir da diferença entre os pesos inicial e final de uma fração da amostra de sedimento de 10 g após dissolução com uma solução de ácido clorídrico (HCl) a 10 % por 24h. O teor de matéria orgânica (%) foi determinado pela diferença de pesos após a queima de 5 g do sedimento coletado em forno mufla a 500°C por uma hora.

As amostras coletadas para a granulometria também foram utilizadas para medidas de teor de umidade do sedimento. Em laboratório procedeu-se à pesagem das amostras imediatamente após o término das coletas, e o teor de umidade (%) foi calculado pela diferença entre o sedimento úmido e o seco em estufa a 50°C até a estabilização do peso.

Para avaliar a eventual variabilidade na morfologia das áreas amostradas, os perfis praias foram estimados em todas as ocasiões de coleta, a partir de métodos tradicionais de nivelamento topográfico, através da medição de cotas em diferentes níveis da praia com o auxílio de um nível, régua graduada, trena e estacas. Nas duas praias foram realizados três perfis topográficos distantes 50 m entre si, e que coincidiam com as transecções utilizadas para amostragem da macrofauna bêntica (T1, T2 e T3). Para viabilizar a comparação de perfis consecutivos, todas as leituras foram efetuadas com base em um referencial de nível (RN) fixado na porção posterior de cada praia. Tanto os RNs quanto o alinhamento para a realização dos perfis em todas as áreas consistem de instalações ou estruturas permanentes (quinas do calçamento, degraus, casas e postes de iluminação) previamente existentes na região da praia. Os perfis topográficos e os balanços volumétricos das praias foram gerados pelo programa Surfer 8.0. Para o cálculo dos volumes o programa fornece três estimativas, sendo padronizado como o volume de cada praia em cada ocasião de amostragem a média entre esses três valores.

O desenvolvimento e evolução dos sistemas frontais no sul do Brasil foi diariamente monitorado de junho a agosto de 2007, por meio de imagens de satélite sinóticas (GOES-10 / NOAA – National Oceanic & Atmospheric Administration) e modelos numéricos de previsão de onda e tempo gerados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) (<http://www.cptec.inpe.br>), bem como através do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) (<http://www.simepar.com>), e Empresa de Pesquisas Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (EPAGRI – CIRAM) (<http://ciram.epagri.rct-sc.br>). As alterações atmosféricas ocasionadas pela passagem dos sistemas frontais foram avaliadas através dos registros locais de temperatura do ar, intensidade e direção dos ventos, pressão atmosférica, precipitação, radiação e umidade relativa do ar, informações obtidas junto à estação meteorológica do Centro de Estudos Mar, na cidade de Pontal do Paraná, Balneário Pontal do Sul (PR). Para as estimativas de médias diárias de todos os parâmetros atmosféricos analisados considerou-se o período de 24 h imediatamente anterior a todas as ocasiões de coleta.

A caracterização climatológica e as informações sobre o número de sistemas frontais que atingiram o Estado do Paraná durante as amostragens foram obtidas através do Boletim Climanálise, emitido mensalmente pelo CPTEC/INPE e pelos textos das previsões de tempo diários do EPAGRI – CIRAM e SIMEPAR.

Para identificar as frentes frias que atingiram o litoral paranaense no período de junho-agosto de 2007 considerou-se: i) o giro do vento de quadrante norte para quadrante sul, o que representa uma inversão no sinal do vento meridional de – (negativo) para + (positivo); ii) queda da temperatura simultânea ao giro do vento, ou até dois dias depois.

O giro do vento caracteriza o instante da passagem frontal, enquanto o declínio da temperatura, associado à penetração do anticiclone polar, pode ser simultâneo ao giro do vento ou ocorrer posteriormente (Rodrigues, 2003). Casos mais significativos de mudanças após a passagem de sistemas frontais foram considerados quando o tempo de permanência do vento sul foi igual ou superior a 24 h após a passagem destes sistemas.

2.3 Análise dos Dados

Para descrever as tendências de variação dos dados faunísticos e para testar a significância estatística desta variabilidade foram utilizadas técnicas uni- e multivariadas. A partir dos dados de densidade total de organismos foram construídas matrizes de similaridade entre as amostras usando o índice de Bray-Curtis, com os dados transformados pela raiz quarta. A transformação nesse caso tem o papel de balancear a importância de espécies raras e espécies numericamente dominantes na determinação da similaridade entre duas amostras, reduzindo o peso de cada espécie na composição do índice (Clarke & Warwick, 2001). A visualização gráfica da matriz de similaridade entre ocasiões de coleta ou praias e estratos foi obtida pela análise de proximidade ou escalonamento multidimensional (nMDS). Para testar as possíveis diferenças entre as ocasiões de coleta e também entre as praias e suas diferentes estratificações foi utilizada uma análise de similaridade (ANOSIM), do pacote estatístico PRIMER (versão 6.0). A ANOSIM é baseada na comparação via permutação das similaridades entre amostras ranqueadas. Se a fauna de estratos distintos fosse realmente variável, a ANOSIM mostraria diferenças significativas. Por outro lado se as perturbações físicas ocasionadas pela passagem dos sistemas frontais aumentarem o intercâmbio de organismos entre os três estratos de cada praia, as diferenças previamente observadas deixariam de ser detectadas.

A variabilidade entre as réplicas de cada estrato ao longo de todo o período amostral foi comparada utilizando-se o “índice de dispersão multivariado” (IDM), proposto originalmente por Clarke & Warwick (1994) para avaliar as diferenças na variabilidade intra-amostras. O índice de escalonamento do IDM, chamado seqüência de dispersão multivariada, possui “dispersão média” igual a 1. Valores de dispersão acima de 1 indicam que o grupo amostral possui maior variabilidade do que a média, e valores de dispersão abaixo de 1 indicam um grupo com menor variabilidade.

A medida escolhida para avaliar mudanças nos padrões de dominância das populações macrofaunais foi a contribuição relativa das espécies calculada pela análise SIMPER em cada data amostral. A amostragem realizada na praia do Atami no dia 16/07/07 foi excluída das análises devido a uma falha amostral que poderia mascarar as respostas da fauna.

Para descrever as tendências de variação espaço-temporal das praias foi aplicada uma análise de ordenamento linear em componentes principais (PCA), realizada no programa MVSP (versão3.1). A PCA foi aplicada considerando os seguintes fatores como fontes potenciais de variabilidade ambiental: tamanho médio do grão em phi (diâmetro do grão), seleção, teor de CaCO₃ (%), teor de matéria orgânica (%) e teor de finos (%). A escolha das variáveis utilizadas na PCA foi feita atendendo as premissas de normalidade univariada, normalidade multivariada, não colinearidade entre as variáveis (< 99%) e a inexistência de *outliers* (Legendre & Legendre, 1998; McGarigal *et al.*, 2000). Os fatores considerados foram transformados previamente para *log*₁₀, a fim de se obter a normalidade univariada.

A caracterização de cada uma das praias foi feita conforme os agrupamentos observados na interpretação e discussão dos diagramas representativos dos eixos 1 e 2 obtidos pela PCA. Os dados meteorológicos e do regime de maré não foram consideradas na PCA pelo fato de não serem devidamente replicados conforme o desenho amostral proposto. Sua discussão foi feita de maneira descritiva antes da interpretação da PCA. Em cada praia as amostras foram codificadas segundo a data de coleta (p.ex.: 30/06 corresponde à amostragem do dia trinta de junho).

Diferenças entre a densidade total, a densidade dos organismos numericamente dominantes e o número de espécies dos estratos superior, médio e inferior das duas praias foram avaliadas em cada ocasião amostral, sendo a significância dessas diferenças testadas por testes *t* pareados (entre duas datas amostrais consecutivas), ou por testes não paramétricos de Mann-Whitney, utilizados em situações de ausência de normalidade dos dados.

3 RESULTADOS

3.1 Monitoramento climático – inverno de 2007

O litoral do Estado do Paraná foi atingido por onze sistemas frontais durante o período de estudo, de 02 de junho a 09 de agosto de 2007, sendo que quatro sistemas frontais atuaram em junho, seis em julho, e um sistema no início de agosto, até o encerramento das amostragens (fig.3). Os sistemas frontais que passaram pelo litoral neste período foram em grande parte de fraca intensidade, com exceção do sistema que atingiu a região de estudo no dia 28/07/07, com força suficiente para percorrer uma grande extensão do litoral brasileiro em pouco mais de quatro dias (fig.3.B). A frente fria do dia 08/07/07 não chegou a atingir a região de Pontal do Sul, com 0h de ventos do quadrante sul, por isso foi desconsiderada no trabalho.

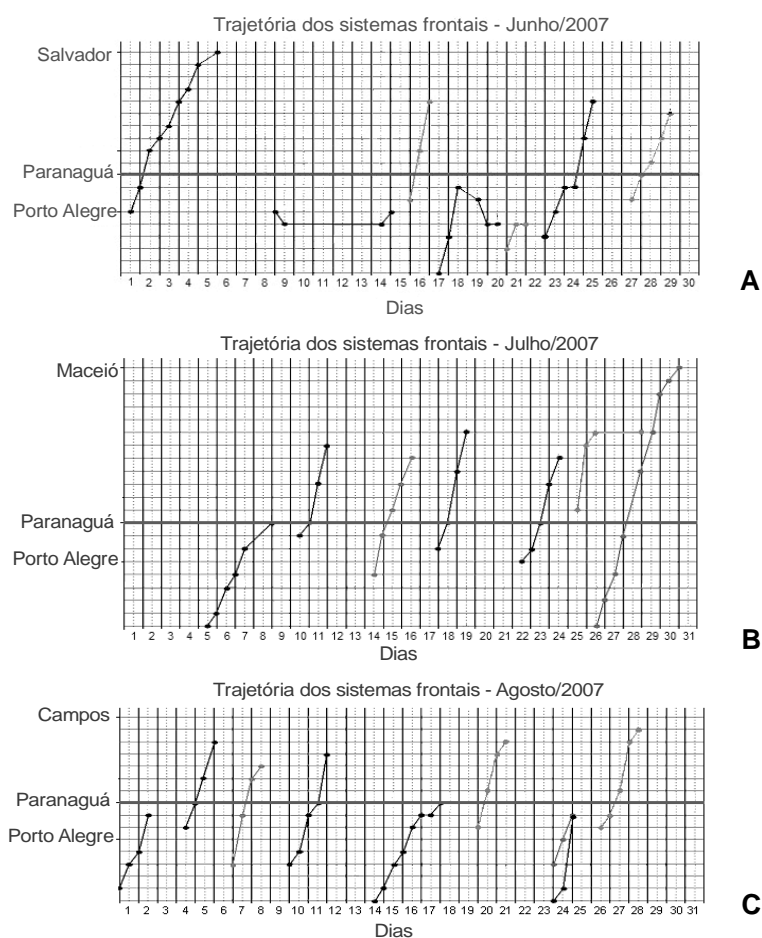


Figura 3 – Passagem dos sistemas frontais pelo litoral do Brasil nos meses de (A) junho, (B) julho e (C) agosto de 2007. A região de estudo está representada nos gráficos pela cidade de Paranaguá (Modificado a partir de Boletim Climanálise – CPTEC/INPE).

As temperaturas mais elevadas em Pontal do Sul foram registradas no período inicial das amostragens, até o dia 10/07/07, com picos de 22,7°C e 22,2°C, enquanto as temperaturas mais baixas ocorreram no final do período amostral, entre os dias 11/07/07 e 09/08/07, com médias de cerca de 13°C (fig.4). Nos primeiros vinte dias do mês de junho houve o estabelecimento de uma intensa massa de ar seco que ocasionou temperaturas elevadas na região de estudo, o conhecido fenômeno “veranico”.

O período amostral caracterizou-se por chuvas escassas e mal distribuídas, com cerca de 68% do total da precipitação registrado entre os dias 22/07/07 e 25/07/07 (fig.4). A variação da precipitação tendeu a acompanhar a variação da temperatura ao longo do tempo, com chuvas mais escassas ocorrendo na primeira metade do período amostral, que apresentou temperaturas mais elevadas, e chuvas mais intensas ocorrendo durante a segunda metade do período, acompanhado de temperaturas mais baixas.

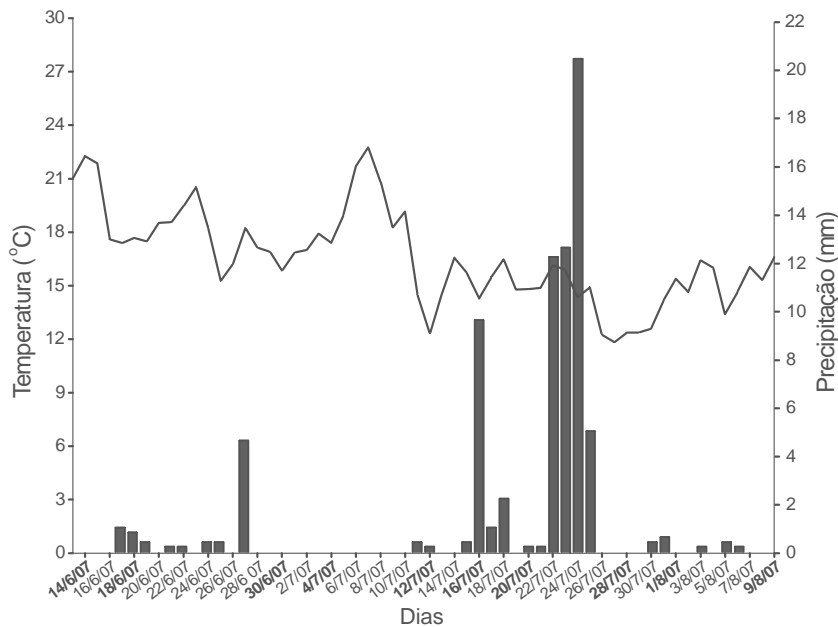


Figura 4 – Variação diária da temperatura atmosférica (linha) e precipitação (barras) durante o período amostral em Pontal do Sul, PR. As datas em negrito representam as ocasiões amostrais.

A análise dos ventos dos quatro dias anteriores e durante a primeira ocasião amostral (14/06/07) mostrou que a maioria soprou de NO-NE com baixa intensidade, o que indica uma condição pré-frontal com “estabilidade” do sistema (fig.5.A).

Na segunda ocasião amostral (18/06/07) houve o deslocamento de um sistema frontal pelo litoral paranaense no dia 16 com pista de ventos S-SE de fraca intensidade, sendo que no dia da coleta ventos fracos do quadrante S também foram registrados devido à rápida passagem de uma frente fria pelo oceano (fig.5.B). De forma semelhante, a terceira coleta (30/06/07) foi marcada pela passagem de outro sistema frontal de fraca atividade, que ocasionou ventos de quadrante S dois dias antes da amostragem (fig.5.C).

Já a quarta coleta (04/07/07) foi feita em um período de predominância de ventos muito fracos de quadrante NO-NE, que indicam um retorno do sistema a uma condição de estabilidade pré-frontal (fig.5.D).

No dia anterior à quinta coleta (12/07/07) houve o avanço de um sistema frontal acompanhado de uma pista de ventos de quadrante S-SE de intensidade relativamente moderada (fig.5.E). O período que antecedeu a sexta amostragem (16/07/07) foi marcado por cerca de 3 dias de estabilidade do sistema que terminaram em ventos muito fracos de quadrante S imediatamente antes da coleta (fig.5.F). Da mesma forma, a sétima amostragem (20/07/07) realizou-se em um período de ventos de fraca intensidade acompanhado de rajadas curtas de ventos de quadrante S de maior intensidade no dia 18 (fig.5.G).

A oitava ocasião amostral (28/07/07) foi realizada durante a passagem de um sistema frontal de forte atividade que gerou uma pista de ventos de quadrante S que atingiram as maiores velocidades de todo o período de estudo e mantiveram-se vigentes pelo maior número de horas consecutivas, ocasionando, inclusive, o empilhamento de água na costa durante os dias 28 e 29. No período que antecedeu esta amostragem também houve a atuação de ventos mais fracos de quadrante S, que acompanharam a passagem de um sistema frontal no dia 24 (fig.5.H).

A nona amostragem (01/08/07) realizou-se no período tipicamente pós-frontal, quando os ventos retornaram ao quadrante N e sopraram com intensidade muito baixa (fig.5.I). A décima e última coleta (09/08/07) realizou-se após um período de passagem de outro sistema frontal de fraca atividade (fig.5.J).

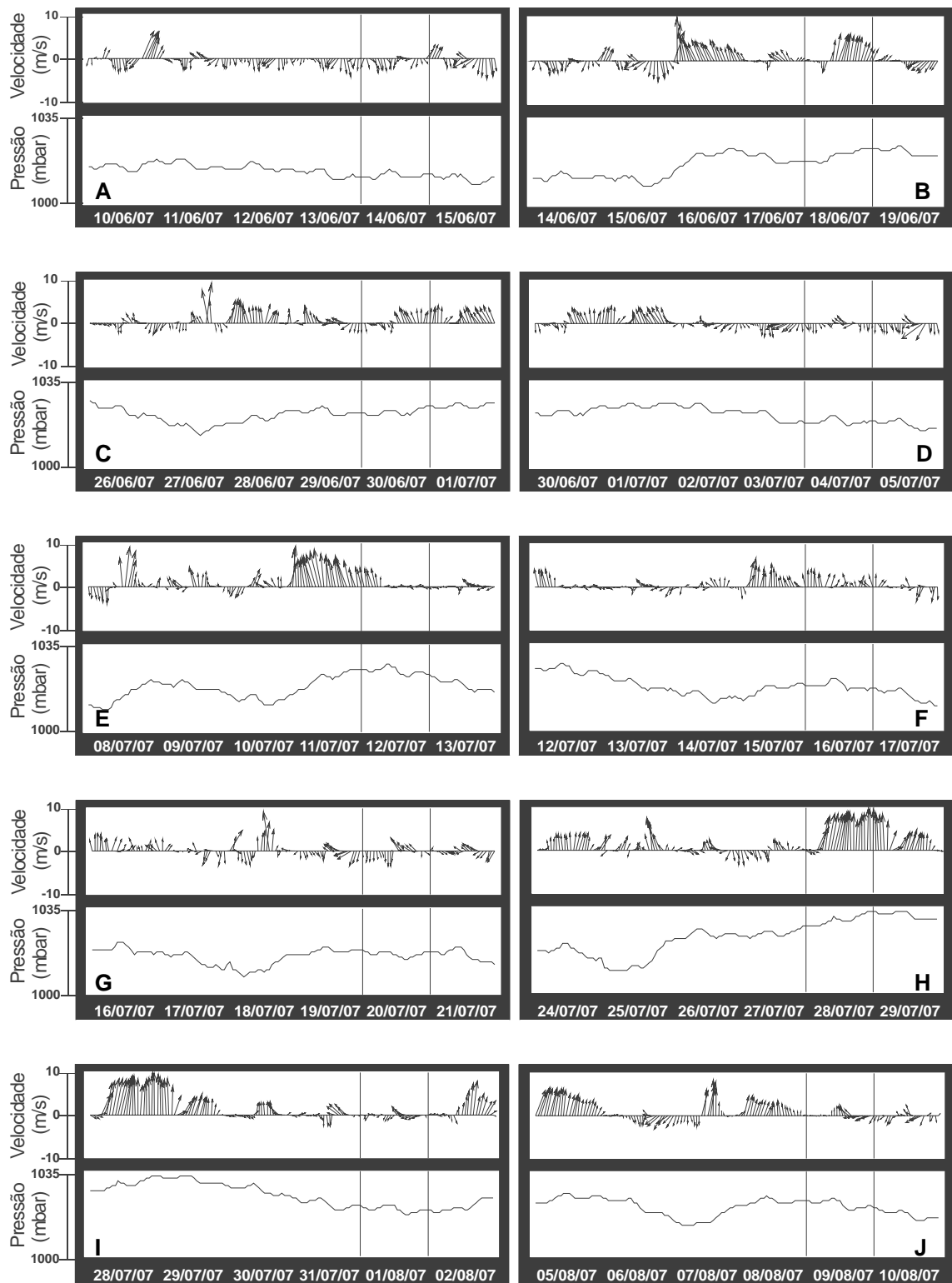


Figura 5 – Gráficos vetoriais da evolução da direção e intensidade dos ventos e pressão durante o período amostral em Pontal do Sul. (cada gráfico representa amostragens dos dias: A-14/06/07, B-18/06/07, C-30/06/07, D-04/07/07, E-12/07/07, F-16/07/07, G-20/07/07, H-28/07/07, I-01/08/07 e J-09/08/07).

3.2 Perfis topográficos e parâmetros sedimentológicos

Nove perfis topográficos da porção subaérea das praias foram gerados em Atami e na Ponta do Poço. A morfologia e o balanço volumétrico de cada ocasião de amostragem indicaram a ocorrência tanto de episódios de erosão quanto de acreção (Anexo 2 e Tabela 3), relacionados à passagem de sistemas frontais.

Os processos erosivos tiveram intensidades que variaram de leves a mais acentuados, indicando rápida recuperação em ambas as praias.

Tabela 2 – Volume e balanço volumétrico em cada ocasião de amostragem nas praias de Atami e Ponta do Poço.

		Volume (m ³)	Balanço volumétrico (m ³)	Balanço volumétrico (%)
Atami	14/6/07	9623,23	-	
	18/6/07	8257,82	-1365,41	-14,2
	30/6/07	8887,03	629,21	7,6
	4/7/07	11017,48	2130,45	24,0
	12/7/07	9291,90	-1725,58	-15,7
	20/7/07	9498,00	206,10	2,2
	28/7/07	9054,90	-443,10	-4,7
	1/8/07	6588,49	-2466,41	-27,2
	9/8/07	9865,43	3276,94	49,7
Ponta do Poço	14/6/07	2000,33	-	
	18/6/07	2029,06	28,73	1,4
	30/6/07	1969,82	-59,24	-2,9
	4/7/07	2154,73	184,91	9,4
	12/7/07	1698,44	-456,29	-21,2
	16/7/07	2274,41	575,96	33,9
	20/7/07	1948,22	-326,19	-14,3
	28/7/07	2144,14	195,93	10,1
	1/8/07	1983,95	-160,19	-7,5
9/8/07	1392,73	-591,22	-29,8	

Os sistemas frontais exerceram diferentes efeitos na remobilização do sedimento nas praias estudadas (fig. 6). Nem sempre houve a correspondência do número e da seqüência desses episódios entre as duas áreas de estudo. Episódios de erosão mais pronunciada foram registrados nos dias 18/06/07 (14,2%), 12/07/07 (15,7%) e 01/08/07 (27,2%) no Atami e nos dias 12/07/07 (21,2%), 20/07/07 (14,3%) e 09/08/07 (29,8%) na Ponta do Poço. No dia 04/07/07 houve acreção nas duas praias (24% no Atami e 21,2% na Ponta do Poço), e no dia 09/08/07 houve a deposição de 49,7% do volume da porção subaérea apenas em Atami.

No dia 16/07/07 houve uma amostragem isolada na Ponta do Poço, onde foi registrada a maior taxa de deposição da praia, que foi de 33,9% do volume do sedimento.

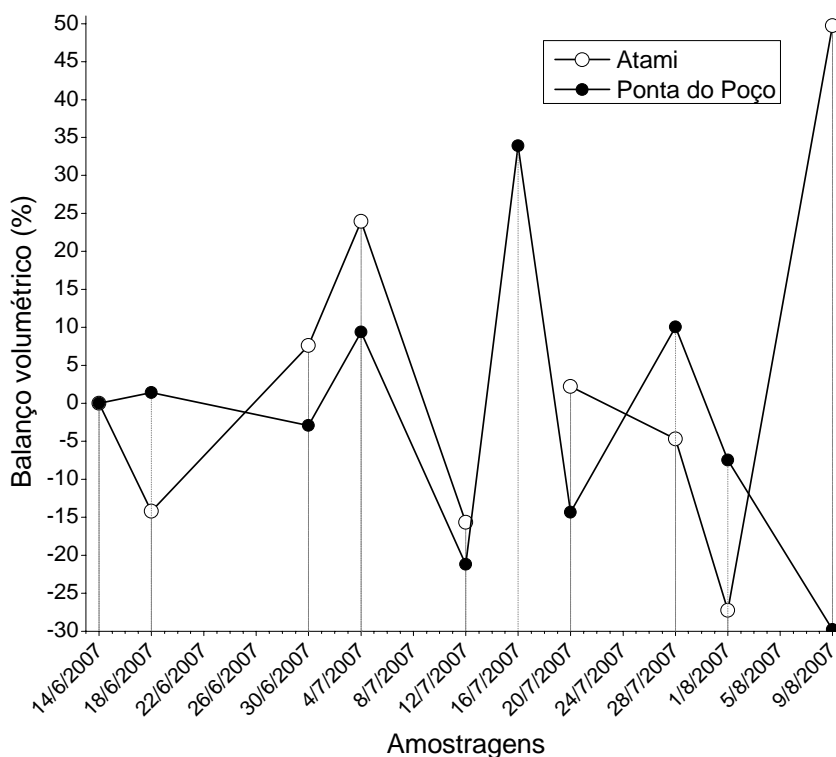


Figura 6 – Resultado gráfico do balanço volumétrico em todas as ocasiões de amostragem nas praias de Atami e da Ponta do Poço.

Os parâmetros sedimentológicos que foram analisados a partir da Análise de Componentes Principais aplicada à matriz de dados da praia de Atami permitiram a extração e interpretação de dois eixos fatoriais que juntos explicaram 69,18 % da variação dos dados. O eixo 1, responsável por 41,36 % da variação, foi formado principalmente pelas coordenadas positivas resultantes do menor grau de seleção, maior teor de umidade do sedimento, carbonato de cálcio e finos, e coordenadas negativas pelo maior diâmetro médio do grão em ϕ (fig.7). O eixo 2 foi responsável por 27,8% da variação e foi ordenado principalmente pela coordenada positiva do maior teor de matéria orgânica.

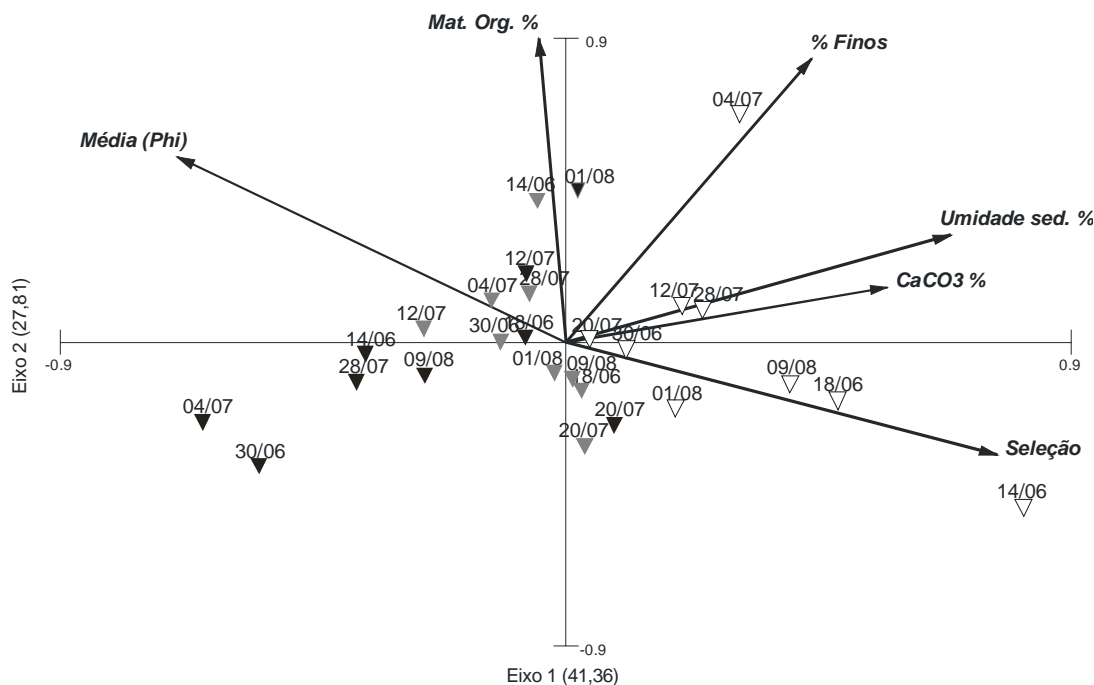


Figura 7 – Análise de componentes principais (PCA), ilustrando os eixos 1 e 2 para amostras da praia de Atami em todas as ocasiões de coleta. Vetores representando as variáveis: grau de seleção do sedimento (Seleção), diâmetro médio dos grãos em Phi (Média), teor de finos (finos%), teor de umidade do sedimento (Umidade sed.%), teor de carbonato de cálcio (CaCO3%) e teor de matéria orgânica (Mat. Org.%). Triângulos: pretos = Estrato Superior; cinzas = Estrato Médio; brancos = Estrato Inferior.

De modo geral, a ordenação dos pontos ilustrou um gradiente espacial ao longo do eixo 1, com amostras do estrato inferior apresentando escores positivos, as do estrato superior escores negativos e as do estrato médio concentrando-se na região da origem do gráfico. Em contrapartida, não houve qualquer tipo de gradiente associado à componente temporal, ou seja, a passagem subsequente de sistemas frontais ao longo do período amostral não constituiu distúrbio suficiente para alterar o gradiente espacial formado. Por outro lado, a ordenação no eixo 2 não evidenciou qualquer padrão de distribuição espacial ou temporal das amostras. O gradiente representado foi significativo considerando-se os autovalores resultantes (Tabela 4).

Já a PCA aplicada sobre a matriz de dados da praia da Ponta do Poço permitiu a extração de dois eixos fatoriais que juntos explicaram 64,98 % da variação ambiental. O eixo 1 foi responsável por 44,29 % da variação e incluiu as coordenadas positivas resultantes do menor diâmetro médio do grão em Phi, maior teor de carbonato de cálcio, umidade, matéria orgânica e finos, e menor grau de

seleção (fig. 8). O eixo 2 foi responsável por apenas 27,8% da variação, e não evidenciou nenhum tipo de gradiente espacial ou temporal.

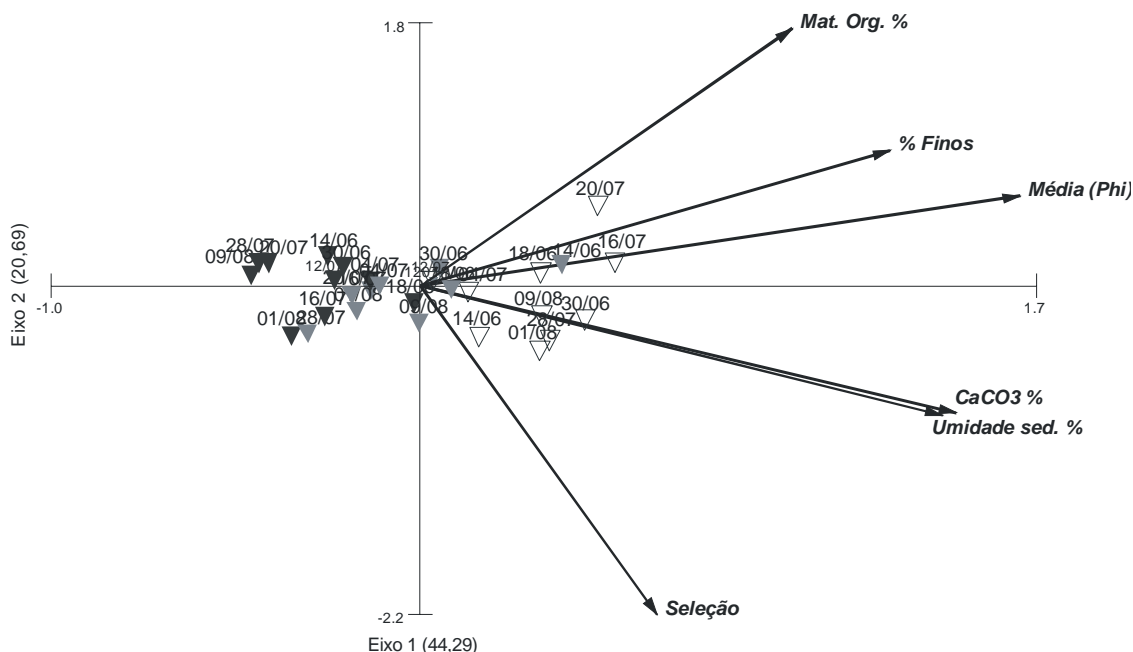


Figura 8 – Análise de componentes principais (PCA), ilustrando os eixos 1 e 2 para amostras da praia da Ponta do Poço em todas as ocasiões de coleta. Vetores representando as variáveis: grau de seleção do sedimento (Seleção), diâmetro médio dos grãos em Phi (Média), teor de finos (finos%), teor de umidade do sedimento (Umidade%), teor de carbonato de cálcio (CaCO₃%) e teor de matéria orgânica (Mat. Org.%). Triângulos: pretos = Estrato Superior; cinzas = Estrato Médio; brancos = Estrato Inferior.

A ordenação dos pontos no gráfico ilustrou um claro gradiente espacial no eixo 1 e, assim como na praia de Atami, as amostras do estrato inferior apresentaram escores positivos, as do estrato superior escores negativos e as do estrato médio concentraram-se na região da origem do gráfico. Nesta praia, a feição morfológica do estrato inferior favorece o acúmulo de partículas, o que explica a forte correlação das suas amostras com os teores de carbonato de cálcio, umidade e sedimento fino. Entretanto, não foi possível identificar qualquer tipo de gradiente temporal, ou seja, a passagem de sistemas frontais ao longo do período amostral não constituiu distúrbio suficiente para alterar o gradiente espacial formado. Como a componente de variação temporal não foi evidenciada, as datas das amostragens foram retiradas dos códigos das amostras no gráfico, de forma a melhorar a

visualização do gradiente espacial formado. O gradiente representado foi significativo considerando-se os autovalores resultantes (Tabela 4).

Tabela 3 - Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) aplicada sobre as praias de Atami e da Ponta do Poço.

Praia	Atami		Ponta do Poço	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores	2,482	1,669	2,657	1,242
Porcentagem	41,364	27,815	44,287	20,694
Porcentagem Cumulativa	41,364	69,18	44,287	64,981
Variáveis da PCA	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Média (Phi)	-0,482	0,383	0,519	0,187
Seleção	0,535	-0,232	0,205	-0,68
Umidade sed. %	0,478	0,222	0,452	-0,268
CaCO ₃ %	0,399	0,114	0,464	-0,263
Mat. Org. %	-0,034	0,627	0,322	0,533
% Finos	0,305	0,586	0,407	0,28

3.3 Macrofauna bêntica

Foram registrados 52 906 indivíduos pertencentes a 48 táxons diferentes nas 540 amostras para a análise da macrofauna, sendo Crustacea (19 spp.), Annelida (12 spp.) e Mollusca (11 spp.) os grupos dominantes (anexo 2).

A fauna foi mais abundante na praia da Ponta do Poço do que na praia de Atami (68,4% da abundância total para a Ponta do Poço e 31,6% para Atami), sendo a espécie mais abundante nos dois locais o poliqueta espionídeo *Scolelepis goodbodyi*. *Scolelepis* sp.1., que foi a segunda espécie mais abundante, foi encontrado somente na praia da Ponta do Poço. A praia de Atami, por sua vez, foi a única a apresentar o besouro *Bledius bonariensis* e o poliqueta *Euzonus furciferus*, ambos também bastante abundantes em relação ao restante da fauna (anexo 2).

Os padrões gerais de similaridade entre as praias mostraram a especificidade entre a macrofauna e os dois ambientes (fig. 9.A), confirmada pela ANOSIM (R global = 0,351 e p = 0,1%) o que indica a existência de associações características em cada uma das praias amostradas. Da mesma forma, a macrofauna apresentou padrões de similaridade muito específicos, em ambas as praias, entre os estratos

superior, médio e inferior, também confirmada pela ANOSIM (R global = 0,632 e p = 0,1%), apesar da constante passagem de frentes frias (fig. 9.B).

Dessa forma, as respostas da macrofauna foram detectadas ou interpretadas como alterações na estratificação dos organismos em cada praia, separadamente.

A passagem de sistemas frontais de fraca atividade não seria suficiente para causar alterações na estratificação das associações. Por outro lado, no caso de perturbações mais intensas, a desestabilização das associações poderia se refletir no intercâmbio da fauna entre estratos, tanto por processos ativos quanto passivos.

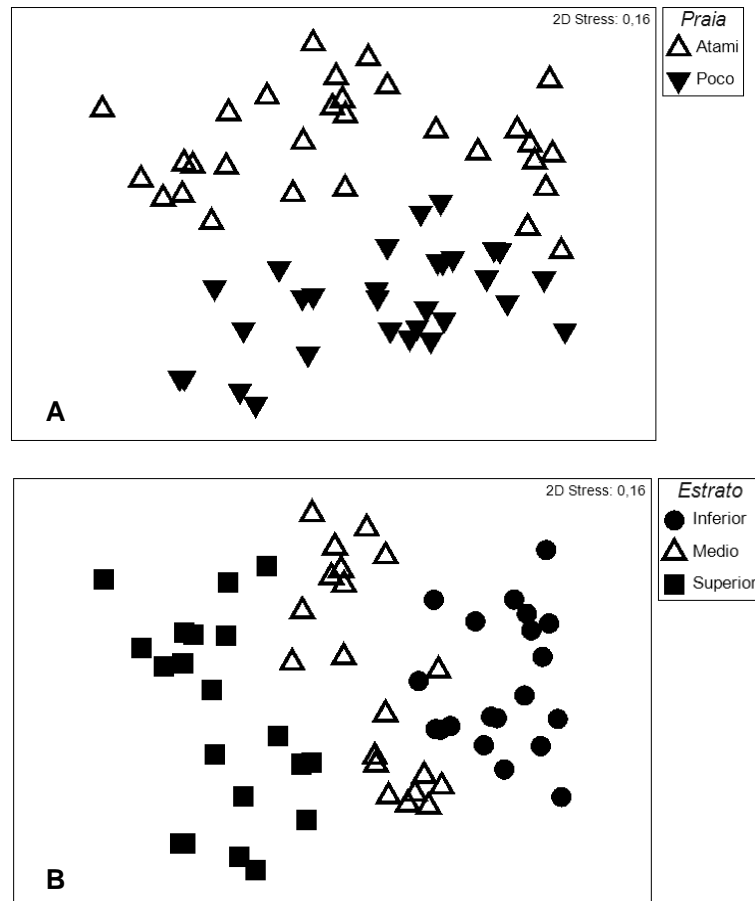
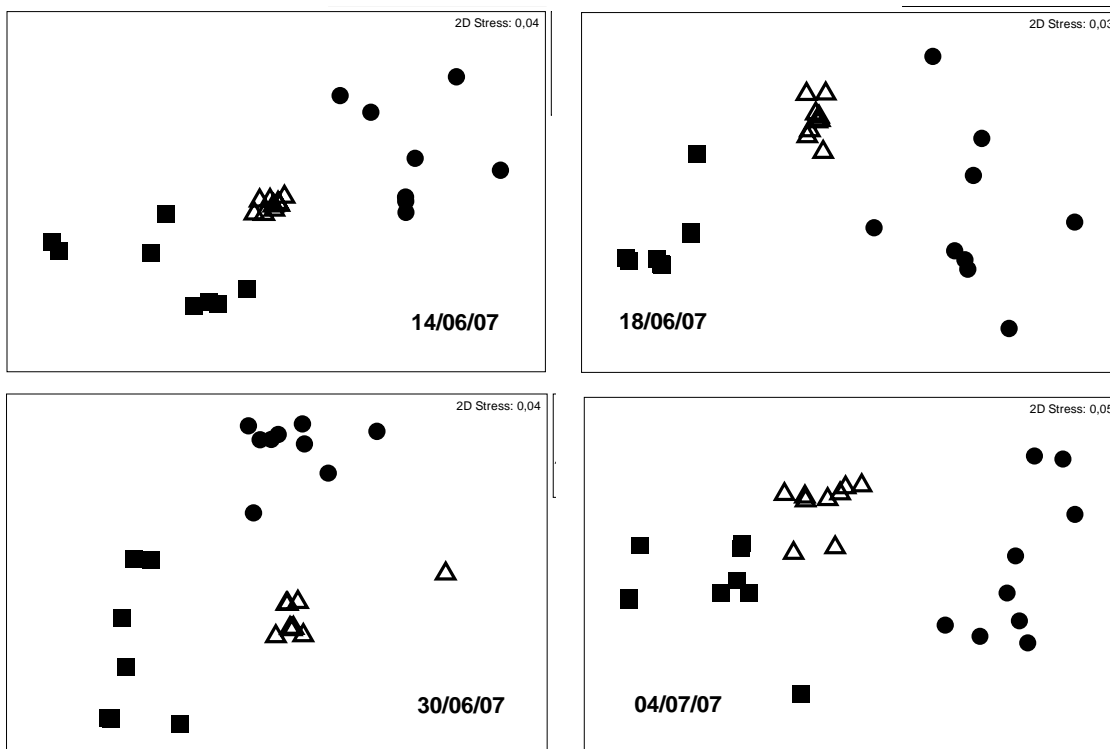


Figura 9 – Análise de proximidade (MDS), aplicada à matriz de densidade da fauna (inds. 0,05 m⁻²) nas duas praias amostradas. A) Legenda indicando o fator Praia. B) Legenda indicando a interação do fator Praia*Estrato.

3.4 Tendências de variabilidade espacial entre as praias

As análises de proximidade (MDS) para cada ocasião de coleta na praia de Atami não evidenciaram tendências de alterações nos padrões de estratificação das associações em quase todas as amostragens (fig.10), com exceção do dia 01/08/07, quando foi observada a formação de um grupamento correspondente ao estrato inferior e outro aos estratos médio e superior da praia (fig.10). Os padrões revelam que, apesar das pequenas variações observadas entre as ocasiões de amostragem, a estratificação tende a prevalecer como fator estruturador das associações macrofaunais, exceto nas amostragens realizadas nos dias 01/08/07 e 09/08/07.



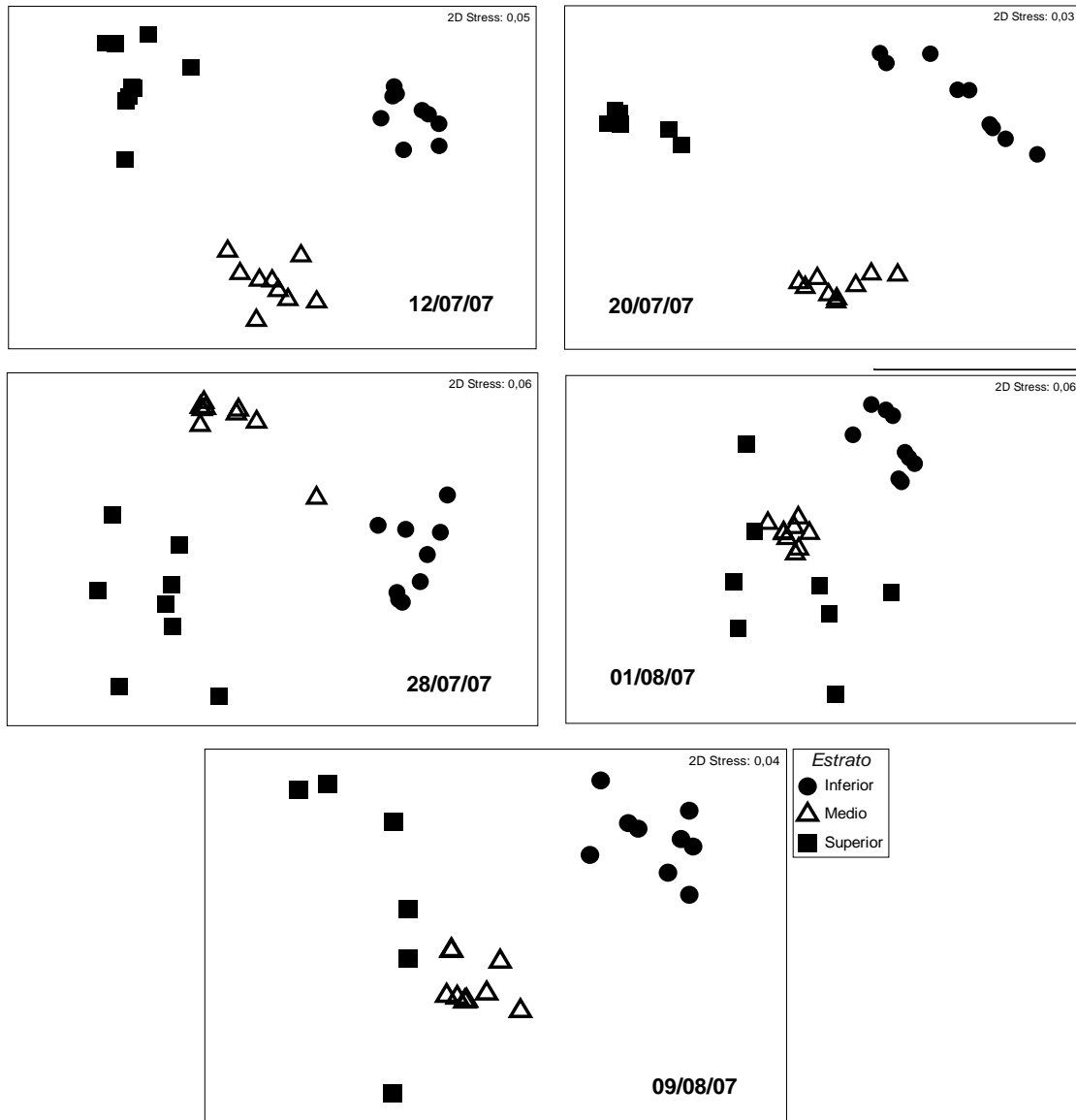


Figura 10 – Relação entre as réplicas de cada estrato da matriz de macrofauna da praia de Atami em cada data amostral avaliada pela análise de proximidade MDS.

A análise de similaridade (ANOSIM) evidenciou diferenças entre os três estratos em todas as ocasiões de coleta, exceto no dia 01/08/07, que mostrou uma similaridade entre os estratos médio e superior, os quais diferiram do estrato inferior (Tabela 5). Esta tendência se repetiu de forma mais discreta no dia 09/08/07, como um aparente retorno do ambiente às condições prevalentes de estratificação, como indicado pelo R estatístico e o valor de p dos testes pareados dos dois dias de amostragem. As diferenças significativas encontradas permitem inferir que de um

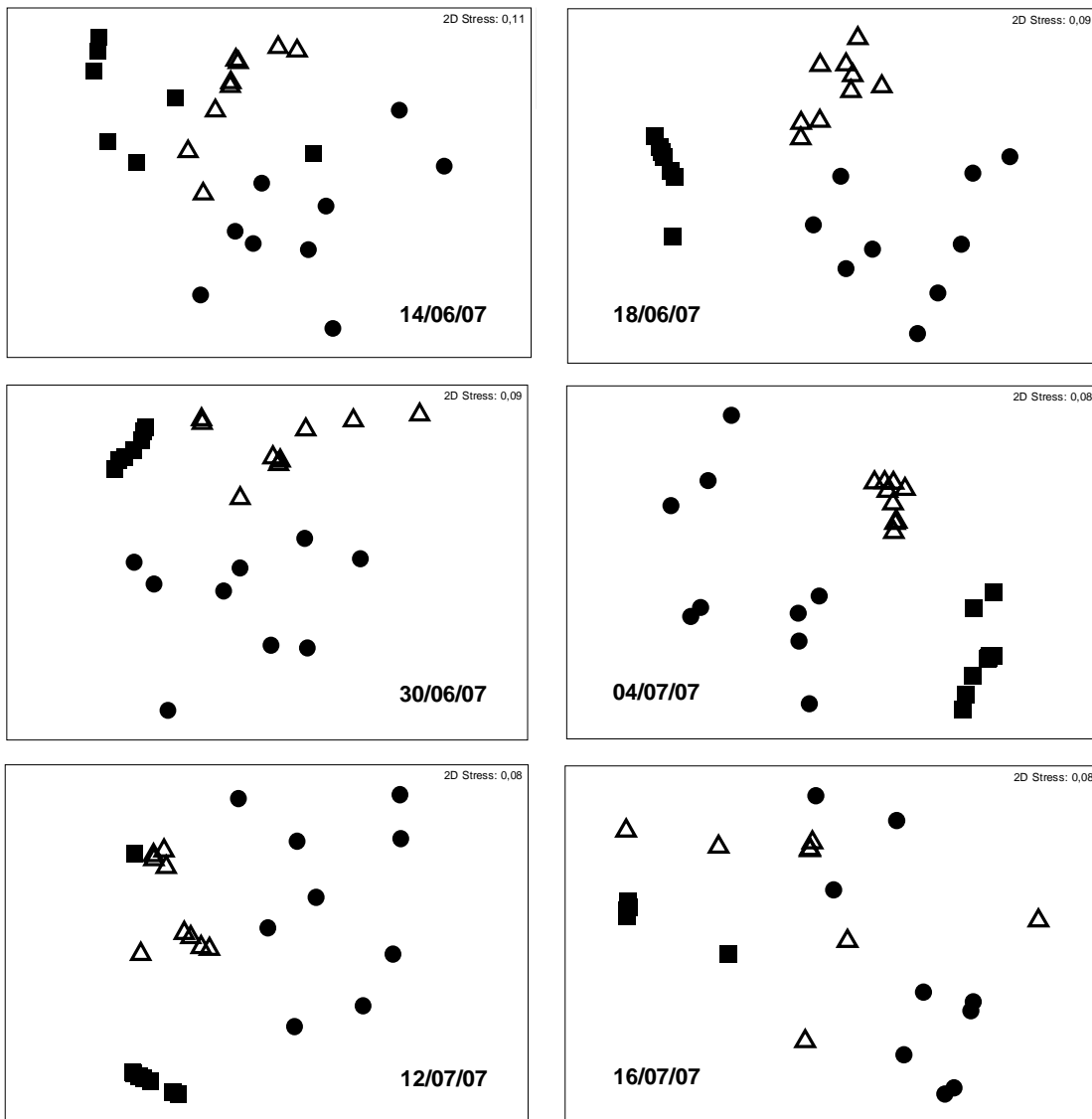
modo geral diferentes frentes frias não alteram os padrões de estratificação da fauna.

Por outro lado, a similaridade observada entre os estratos superior e médio no dia 01/08/07 revela que particularidades associadas ao sistema frontal que atingiu a praia somente nesta ocasião geraram perturbações que provocaram o deslocamento e intercâmbio da fauna entre os dois estratos.

Tabela 4 – Resultados do teste global (Global R e nível de significância em %) e dos testes pareados obtidos pela ANOSIM para as diferenças entre a interação dos fatores *Estratos na praia de Atami.

		R Global	Nível de significância (%)	
	14/06/07	0,663	0,1	
	18/06/07	0,809	0,1	
	30/06/07	0,847	0,1	
	04/07/07	0,833	0,1	
	12/07/07	0,998	0,1	
	20/07/07	0,998	0,1	
	28/07/07	0,966	0,1	
	01/08/07	0,684	0,1	
	09/08/07	0,69	0,1	
Testes Pareados				
	Grupos	R estatístico	Nível de significância (%)	nº Permutações
14/06/07	Inferior, Médio	0,734	0,1	999
	Inferior, Superior	0,681	0,1	999
	Médio, Superior	0,692	0,1	999
18/06/07	Inferior, Médio	0,814	0,1	999
	Inferior, Superior	0,797	0,1	999
	Médio, Superior	0,846	0,1	999
30/06/07	Inferior, Médio	0,945	0,1	999
	Inferior, Superior	0,853	0,1	999
	Médio, Superior	0,743	0,1	999
04/07/07	Inferior, Médio	0,96	0,1	999
	Inferior, Superior	0,949	0,1	999
	Médio, Superior	0,713	0,1	999
12/07/07	Inferior, Médio	0,999	0,1	999
	Inferior, Superior	1	0,1	999
	Médio, Superior	0,996	0,1	999
20/07/07	Inferior, Médio	0,993	0,2	999
	Inferior, Superior	1	0,1	999
	Médio, Superior	1	0,1	999
28/07/07	Inferior, Médio	0,97	0,1	999
	Inferior, Superior	1	0,1	999
	Médio, Superior	0,932	0,1	999
01/08/07	Inferior, Médio	1	0,1	999
	Inferior, Superior	0,69	0,1	999
	Médio, Superior	0,371	0,1	999
09/08/07	Inferior, Médio	1	0,2	999
	Inferior, Superior	0,654	0,1	999
	Médio, Superior	0,441	0,1	999

As análises de proximidade (MDS) aplicadas para cada ocasião de coleta na praia da Ponta do Poço permitiram reconhecer uma tendência à ausência de alterações nos padrões de estratificação das associações (fig. 11). Os padrões mostram que, apesar das pequenas variações observadas entre as ocasiões de amostragem, a estratificação tende a prevalecer como principal fator estruturador das associações macrobênticas. A configuração dos estratos da macrofauna na praia da Ponta do Poço mostrou-se alterada nos dias 14/06/07, 16/07/07 e 01/08/07, quando reduziu-se a clara separação entre os grupamentos formados pelos estratos superior, médio e inferior da praia (fig. 11).



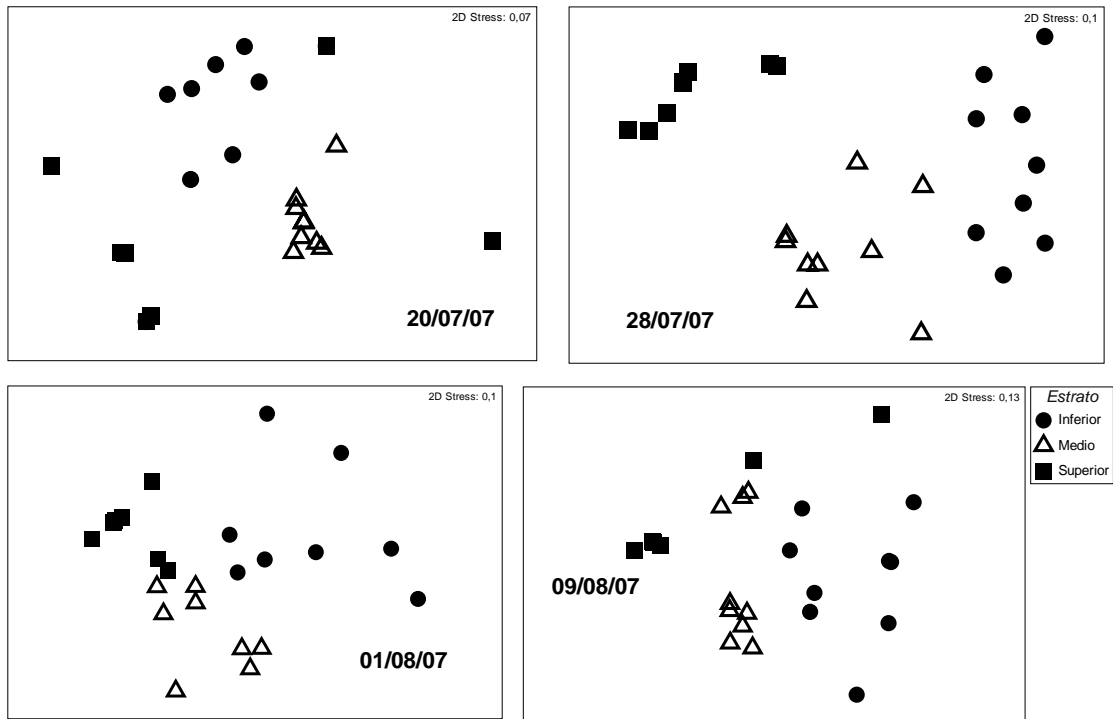


Figura 11 – Relação entre as réplicas de cada estrato da matriz de macrofauna da praia da Ponta do Poço em cada data amostral avaliada pela análise de proximidade MDS.

A análise de similaridade (ANOSIM) evidenciou diferenças entre os três estratos em todas as ocasiões de coleta. Nos dias 16/07/07 e 01/08/07, os estratos inferior e médio se tornaram similares, diferindo do estrato superior (Tabela 6). As diferenças significativas observadas entre estratos permitem inferir que de um modo geral é difícil atribuir as variações na estrutura das associações à passagem de sistemas frontais sobre a praia da Ponta do Poço.

Tabela 5 – Resultados do teste global (Global R e nível de significância em %) e dos testes pareados obtidos pela ANOSIM para as diferenças entre a interação dos fatores *Estratos na praia da Ponta do Poço.

		R Global	Nível de significância (%)	
	14/06/07	0,447	0,1	
	18/06/07	0,873	0,1	
	30/06/07	0,591	0,1	
	04/07/07	0,85	0,1	
	12/07/07	0,673	0,1	
	16/07/07	0,556	0,1	
	20/07/07	0,457	0,1	
	28/07/07	0,92	0,1	
	01/08/07	0,407	0,1	
	09/08/07	0,434	0,1	
Testes Pareados				
	Grupos	R estatístico	Nível de significância (%)	nº Permutações
14/06/07	Inferior, Médio	0,592	0,1	999
	Inferior, Superior	0,477	0,1	999
	Médio, Superior	0,361	0,1	999
18/06/07	Inferior, Médio	0,726	0,1	999
	Inferior, Superior	0,93	0,1	999
	Médio, Superior	0,994	0,1	999
30/06/07	Inferior, Médio	0,596	0,1	999
	Inferior, Superior	0,636	0,1	999
	Médio, Superior	0,595	0,1	999
04/07/07	Inferior, Médio	0,759	0,1	999
	Inferior, Superior	0,871	0,1	999
	Médio, Superior	0,987	0,1	999
12/07/07	Inferior, Médio	0,651	0,1	999
	Inferior, Superior	0,704	0,1	999
	Médio, Superior	0,754	1,4	999
16/07/07	Inferior, Médio	0,259	0,1	999
	Inferior, Superior	0,832	0,1	999
	Médio, Superior	0,527	0,1	999
20/07/07	Inferior, Médio	0,721	0,2	999
	Inferior, Superior	0,306	0,8	999
	Médio, Superior	0,435	0,1	999
28/07/07	Inferior, Médio	0,773	0,1	999
	Inferior, Superior	0,992	0,1	999
	Médio, Superior	0,955	0,1	999
01/08/07	Inferior, Médio	0,318	0,2	999
	Inferior, Superior	0,495	0,1	999
	Médio, Superior	0,427	0,1	999
09/08/07	Inferior, Médio	0,521	0,1	999
	Inferior, Superior	0,428	0,1	999
	Médio, Superior	0,387	0,1	999

As dispersões intra-amostras na praia de Atami mostram uma relativa heterogeneidade em todos os estratos, sendo a dispersão no estrato inferior a maior

ao longo das amostragens (fig.12). No dia 20/07/07 apenas o estrato médio apresentou uma brusca diminuição do IDM, ou seja, um aumento da homogeneidade entre amostras. A amostragem do dia 01/08/07 também mostrou um aumento da homogeneidade nos estratos médio e superior, e uma forte diminuição entre as amostras do inferior, ocasião em que a praia estava sob a influência do forte sistema frontal acompanhado de ressaca nos dias 28 e 29/07/07.

Já na praia da Ponta do Poço, a variabilidade intra-amostras dos três estratos foi ainda maior do que na praia de Atami, com a ausência de qualquer tendência de fácil interpretação como resposta à passagem de frentes (fig.12). As modificações na dispersão das amostras dentro de cada estrato poderiam ser influência da atuação diferenciada de fluxos turbulentos e ondas geradas pela constante subida e descida das marés em menor escala espacial, e não um reflexo da passagem de sistemas frontais.

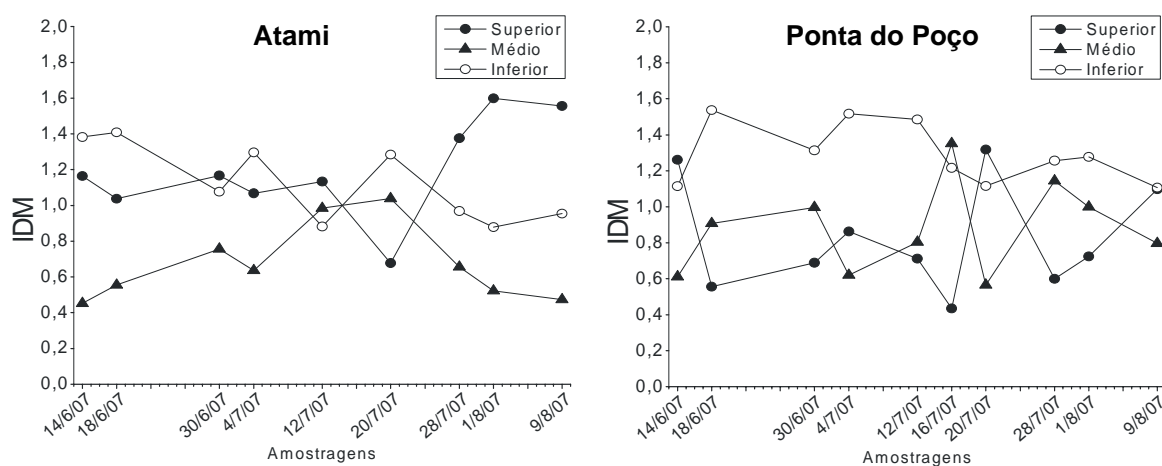


Figura 12 – Variações no Índice de Dispersão Multivariada calculada sobre a matriz de densidade total da macrofauna para as praias de Atami e Ponta do Poço ao longo do período amostral.

3.5 Padrões de dominância da fauna entre os estratos das distintas praias

A análise SIMPER realizada entre os estratos da praia de Atami (tabela 7), indicou uma maior contribuição do besouro *Bledius bonariensis* (quase sempre numericamente dominante) no estrato superior em todas as ocasiões de amostragem. O isópodo *Excirrolana armata* compartilhou por vezes a dominância com *Bledius*, apresentando uma contribuição relativa de 15 a 20%. Apenas no dia 01/08/07, logo após a passagem de um sistema frontal com ressaca e erosão mais forte, o estrato que já era dominado pelo anfípodo *Tholozodium rhombofrontalis* e *B.*

bonariensis passou a ser ocupado por novas espécies como o anfípodo *Phoxocephalopsis* sp. e *E. armata*.

No estrato médio, as maiores contribuições relativas foram dos isópodos *T. rhombofrontalis* e *E. armata*, e ocasionalmente do poliqueta *Euzonus furciferus*. Foram observadas alternâncias nas proporções de contribuição das três espécies, provavelmente em resposta a variações naturais.

No estrato inferior houve um padrão evidente com a maior contribuição do poliqueta *Scoelepis goodbodyi*. Ao mesmo tempo, outros organismos foram igualmente importantes no estrato, como os bivalves *Donax gemmula* e *Donax hanleyanus*, e o poliqueta *Hemipodia californiensis*, cujas contribuições também variaram em resposta a variações naturais. No dia 01/08/07 apenas a população de *S. goodbodyi* permaneceu dominante, houve o desaparecimento de *D. gemmula* e do anfípodo *B. ruffoi* e o aparecimento de *D. hanleyanus* associada à mancha de *S. goodbodyi*. O estrato inferior apresentou alterações que dificilmente expressam respostas aos eventos de frentes frias. Neste dia houve um expressivo evento de erosão, mas o desaparecimento da fauna acompanhante já havia acontecido em outra ocasião de amostragem quando não houve erosão alguma, no dia 30/06/07.

Tabela 6 – Resultados da análise SIMPER com o fator *Estratos na praia de Atami e espécies com maior contribuição relativa para o total da macrofauna.

	Táxon	Abundância média	Contribuição %	Acumulada %
14/06/07	Superior (Similaridade media de Bray-Curtis 45,72)	<i>Excirolana armata</i>	0,43	81,05
		<i>Bledius bonariensis</i>	0,28	18,95
	Medio (Similaridade media de Bray-Curtis 82,31)	<i>Excirolana armata</i>	0,89	34
		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,83	31,15
		<i>Euzonus furciferus</i>	0,77	26,65
		<i>Phoxocephalopsis</i> sp.	0,38	50,05
18/06/07	Inferior (Similaridade media de Bray-Curtis 34,17)	<i>Donax hanleyanus</i>	0,38	32,73
		<i>Hemipodia californiensis</i>	0,16	7,43
	Superior (Similaridade media de Bray-Curtis 55,66)	<i>Bledius bonariensis</i>	0,77	95,19
	Medio (Similaridade media de Bray-Curtis 81,18)	<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	1,18	39,05
		<i>Euzonus furciferus</i>	0,83	23,54
		<i>Phoxocephalopsis</i> sp.	0,58	15,88
30/06/07	Inferior (Similaridade media de Bray-Curtis 38,61)	<i>Excirolana armata</i>	0,48	13,34
		<i>Scoelepis goodbodyi</i>	0,56	49,34
		<i>Donax gemmula</i>	0,33	19,44
		<i>Hemipodia californiensis</i>	0,27	17,63
		<i>Donax hanleyanus</i>	0,21	9,25
	Superior (Similaridade media de Bray-Curtis 50,28)	<i>Bledius bonariensis</i>	0,67	81,17
30/06/07	Medio (Similaridade media de Bray-Curtis 70,00)	<i>Excirolana armata</i>	0,23	18,83
		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,94	31,21
		<i>Euzonus furciferus</i>	0,77	24,74
		<i>Excirolana armata</i>	0,73	22,53
		<i>Phoxocephalopsis</i> sp.	0,56	20,96
	Inferior (Similaridade media de Bray-Curtis 63,60)	<i>Scoelepis goodbodyi</i>	0,68	56,47
	<i>Donax hanleyanus</i>	0,53	36,15	

Tabela 6 – Continuação.

		Táxon	Abundância média	Contribuição %	Acumulada %	
04/07/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 56,77)	<i>Bledius bonariensis</i>	0,75	64,84	64,84	
		<i>Excirolana armata</i>	0,35	20,47	85,31	
		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,29	11,29	96,61	
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 72,41)	<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	1,13	41,07	41,07	
		<i>Excirolana armata</i>	0,83	31,76	72,83	
		<i>Euzonus furciferus</i>	0,67	22,21	95,03	
		<i>Scolecipis goodbodyi</i>	0,58	37,3	37,3	
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 49,39)	<i>Donax gemmula</i>	0,55	35,47	72,77	
		<i>Donax sp.</i>	0,4	10,82	83,59	
<i>Donax hanleyanus</i>		0,27	6,58	90,17		
12/07/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 64,98)	<i>Bledius bonariensis</i>	0,69	84,38	84,38	
		<i>Excirolana armata</i>	0,32	15,62	100	
		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	1,05	32,44	32,44	
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 68,27)	<i>Euzonus furciferus</i>	0,78	23,12	55,55	
		<i>Phoxocephalopsis sp.</i>	0,72	19,52	75,07	
		<i>Scolecipis goodbodyi</i>	0,49	11,25	86,32	
		<i>Donax hanleyanus</i>	0,46	8,67	94,99	
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 71,10)	<i>Scolecipis goodbodyi</i>	1,59	55,03	55,03	
		<i>Donax gemmula</i>	0,7	23,97	79	
		<i>Donax sp.</i>	0,51	8,87	87,87	
			<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	0,35	8,55	96,42
	20/07/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 83,37)	<i>Bledius bonariensis</i>	0,75	98,78	98,78
<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>			1,18	39,09	39,09	
Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 73,25)		<i>Excirolana armata</i>	1,01	30,3	69,39	
		<i>Donax hanleyanus</i>	0,61	18,05	87,44	
		<i>Euzonus furciferus</i>	0,5	9,54	96,98	
		<i>Scolecipis goodbodyi</i>	1,07	47,57	47,57	
Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 64,61)		<i>Hemipodia californiensis</i>	0,47	20,78	68,35	
		<i>Donax gemmula</i>	0,5	14,29	82,64	
		<i>Phoxocephalopsis sp.</i>	0,35	10,14	92,79	
28/07/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 52,71)	<i>Bledius bonariensis</i>	0,66	86,22	86,22	
		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,25	9,51	95,73	
		<i>Excirolana armata</i>	1,14	45,18	45,18	
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 75,10)	<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,95	37,4	82,58	
		<i>Euzonus furciferus</i>	0,53	14,14	96,72	
		<i>Scolecipis goodbodyi</i>	1,42	55,38	55,38	
		<i>Donax gemmula</i>	0,58	16,26	71,64	
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 65,55)	<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	0,4	12,54	84,18	
		<i>Donax sp.</i>	0,47	8,46	92,64	
		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,31	48,88	48,88	
	01/08/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 20,85)	<i>Bledius bonariensis</i>	0,22	17,87	66,75
			<i>Phoxocephalopsis sp.</i>	0,19	15,19	81,93
<i>Excirolana armata</i>			0,17	13,6	95,54	
Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 79,65)		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	1,09	42,34	42,34	
		<i>Euzonus furciferus</i>	0,82	30,91	73,25	
		<i>Excirolana armata</i>	0,53	16,61	89,86	
		<i>Phoxocephalopsis sp.</i>	0,47	10,14	100	
Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 67,38)		<i>Scolecipis goodbodyi</i>	1,46	80,58	80,58	
		<i>Donax hanleyanus</i>	0,45	11,41	91,99	
09/08/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 17,08)	<i>Bledius bonariensis</i>	0,31	62,15	62,15	
		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,22	19,08	81,23	
		<i>Excirolana armata</i>	0,19	18,77	100	
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 80,04)	<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	1,2	55,78	55,78	
		<i>Excirolana armata</i>	0,62	24,64	80,42	
		<i>Euzonus furciferus</i>	0,6	19,58	100	
		<i>Scolecipis goodbodyi</i>	1,03	97,65	97,65	
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 66,88)					

As diferenças nos padrões de dominância da fauna em cada estrato na praia da Ponta do Poço não podem ser interpretadas como respostas aos sistemas frontais e aos eventos erosivos ou de acreção por eles ocasionados (Tabela 8). No estrato superior houve a clara dominância de *Excirolana armata*, que permaneceu

como a espécie mais abundante em todas as ocasiões de coleta. Esta dominância só foi compartilhada com o anfípodo *Bathyporeiapus ruffoi* nos dias 20/07/07 e 09/08/07. Nestes dias ocorreram episódios de erosão mais sensíveis, mas no dia 12/07/07 que também apresentou considerável erosão, não houve alteração alguma na fauna.

No estrato médio houve uma dominância contínua de *S. goodbodyi* e *E. armata*. No dia 16/07/07, quando registrada a maior acreção relacionada a um longo período estável do sistema, houve uma alteração no padrão de dominância, compartilhada por *Tholozodium rhombofrontalis* e *E. armata*, seguida de nova reversão ao padrão anterior nas coletas seguintes, até nova alteração em 09/08/07. Nesta data houve uma forte erosão relacionada à entrada de ondulações na praia que não podem ser associadas logicamente à passagem de sistemas frontais, quando *E. armata* assume a dominância, seguida de *S. goodbodyi* e *T. rhombofrontalis*.

No estrato inferior houve um padrão evidente de dominância pelos poliquetas *Scolecopsis goodbodyi* e *Hemipodia californiensis*. No entanto, em duas ocasiões seguidas, nos dias 12/07/07 e 16/07/07, períodos em que a praia apresentou elevada mobilização de sedimento, o anfípodo *B. ruffoi* surgiu como o organismo dominante no estrato, diminuindo sua contribuição com o passar do tempo. No dia 01/08/07 houve o aparecimento de *D. gemmula* com uma contribuição relativa importante (26,56%) associada à mancha de *S. goodbodyi*.

Tabela 7 – Resultados da análise SIMPER com o fator *Estratos na praia de Atami e espécies com maior contribuição relativa para o total da macrofauna.

	Táxon	Abundância média	Contribuição %	Acumulada %
14/06/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 26,85)	<i>Excirolana armata</i>	0,48	91,83
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 61,00)	<i>Scolecopsis goodbodyi</i>	1,51	58,92
		<i>Excirolana armata</i>	0,5	24,85
		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,37	14,2
		<i>Hemipodia californiensis</i>	0,38	31,07
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 35,68)	<i>Scolecopsis goodbodyi</i>	0,37	28,95
		<i>Donax gemmula</i>	0,26	16,34
<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>		0,32	14,52	
18/06/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 86,5)	<i>Excirolana armata</i>	0,91	100
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 77,41)	<i>Scolecopsis goodbodyi</i>	1,55	63,92
		<i>Excirolana armata</i>	0,7	30,38
		<i>Scolecopsis goodbodyi</i>	0,64	69,8
		<i>Hemipodia californiensis</i>	0,28	12,52
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 54,42)	<i>Excirolana armata</i>	0,22	8,02
30/06/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 67,89)	<i>Excirolana armata</i>	0,67	100
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 58,42)	<i>Scolecopsis goodbodyi</i>	1,52	36,27
		<i>Excirolana armata</i>	0,71	35,66
		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,56	26,82
		<i>Hemipodia californiensis</i>	0,46	48,3
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 43,49)	<i>Scolecopsis goodbodyi</i>	0,42	28,47

Tabela 7 – Continuação.

	Táxon	Abundância média	Contribuição %	Acumulada %	
04/07/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 76,35)	<i>Excírolana armata</i>	0,76	98,61	98,61
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 83,44)	<i>Scoelepis goodbodyi</i>	2,18	62,79	62,79
		<i>Excírolana armata</i>	0,75	23,62	86,41
		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,49	13,21	99,62
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 48,63)	<i>Scoelepis goodbodyi</i>	0,53	50,37	50,37
		<i>Donax gemmula</i>	0,39	25,87	76,24
<i>Hemipodia californiensis</i>		0,3	13,87	90,11	
12/07/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 66,80)	<i>Excírolana armata</i>	0,86	100	100
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 68,58)	<i>Scoelepis goodbodyi</i>	1,59	67,79	67,79
		<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,53	24,31	92,1
		<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	0,49	43,2	43,2
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 27,70)	<i>Hemipodia californiensis</i>	0,24	19,59	62,79
		<i>Donax gemmula</i>	0,22	15,36	78,15
<i>Scoelepis sp.1.</i>		0,29	14,56	92,7	
16/07/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 85,86)	<i>Excírolana armata</i>	1,02	100	100
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 32,45)	<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,38	39,26	39,26
		<i>Excírolana armata</i>	0,27	28,72	67,98
		<i>Scoelepis goodbodyi</i>	0,44	27,43	95,41
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 43,26)	<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	0,83	54,06	54,06
		<i>Scoelepis goodbodyi</i>	0,73	27,21	81,27
<i>Hemipodia californiensis</i>		0,31	15,3	96,57	
20/07/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 24,88)	<i>Excírolana armata</i>	0,29	81,06	81,06
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 71,57)	<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	0,17	18,94	100
		<i>Scoelepis goodbodyi</i>	2,13	70,26	70,26
		<i>Excírolana armata</i>	0,67	18,87	89,12
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 44,41)	<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,35	7,91	97,04
		<i>Scoelepis goodbodyi</i>	0,56	56,89	56,89
<i>Hemipodia californiensis</i>		0,37	26,26	83,15	
28/07/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 77,87)	<i>Excírolana armata</i>	0,79	98,74	98,74
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 62,23)	<i>Scoelepis goodbodyi</i>	1,56	71,77	71,77
		<i>Excírolana armata</i>	0,48	19,46	91,23
		<i>Scoelepis goodbodyi</i>	0,54	31,81	31,81
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 58,22)	<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	0,48	30,3	62,11
		<i>Hemipodia californiensis</i>	0,35	16,33	78,44
<i>Scoelepis sp.1.</i>		0,45	11,06	89,5	
01/08/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 56,41)	<i>Excírolana armata</i>	0,63	98,28	98,28
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 44,01)	<i>Scoelepis goodbodyi</i>	1,49	66,62	66,62
		<i>Excírolana armata</i>	0,55	24,72	91,33
		<i>Hemipodia californiensis</i>	0,35	35,98	35,98
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 27,87)	<i>Donax gemmula</i>	0,27	26,58	62,56
		<i>Scoelepis goodbodyi</i>	0,26	13,83	76,39
<i>Scoelepis sp.1.</i>		0,18	9,9	86,3	
09/08/07	Superior (Similaridade média de Bray-Curtis 39,56)	<i>Excírolana armata</i>	0,43	84,67	84,67
	Medio (Similaridade média de Bray-Curtis 63,09)	<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	0,18	15,33	100
		<i>Excírolana armata</i>	0,82	56,88	56,88
		<i>Scoelepis goodbodyi</i>	0,81	26,07	82,95
	Inferior (Similaridade média de Bray-Curtis 44,27)	<i>Tholozodium rhombofrontalis</i>	0,43	16,07	99,02
		<i>Scoelepis goodbodyi</i>	0,42	46,22	46,22
<i>Hemipodia californiensis</i>		0,34	31,48	77,7	
	<i>Excírolana armata</i>	0,21	8,68	86,38	
	<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	0,16	6,96	93,34	

3.6 Variação da fauna em Atami e Ponta do Poço

3.6.1 Variações na densidade total dos estratos

A densidade total da macrofauna do estrato superior da praia de Atami aumentou significativamente na ocasião de amostragem do dia 18/06/07, permanecendo constante nas amostragens subseqüentes (fig.13). A densidade no estrato médio apresentou um aumento no dia 18/06/07 e uma queda extremamente significativa no dia 01/08/07, provavelmente relacionada à frente fria acompanhada de empilhamento de água na costa que atingiu a área nos dias 28 e 29 (fig.14). No estrato inferior a densidade aumentou significativamente nas amostragens dos dias 18/06/07, 12/07/07 e 28/07/07, e diminuiu nos dias 20/07/07 e 9/08/07. É difícil relacionar essas flutuações à passagem de sistemas frontais e/ou à erosão praial, sendo mais provável que as alterações sejam respostas da grande “mancha” de poliquetas *S. goodbodyi* às variações discretas em pequena escala temporal das marés ou a outros condicionantes naturais (fig.15).

A densidade total da macrofauna do estrato superior da praia da Ponta do Poço sofreu uma diminuição significativa no dia 20/07/07 e um aumento na amostragem seguinte, do dia 28/07/07, ambos não relacionados diretamente à passagem de frentes e tão pouco aos eventos de deposição e acreção, respectivamente. Por outro lado, no estrato médio foi registrada uma queda no dia 16/07/07 e aumento no dia 20/07/07, também aparentemente não relacionadas com as perturbações atmosféricas. A densidade total do estrato inferior sofreu quedas acentuadas no dia 16/07/07 e na amostragem seguinte do dia 20/07/07 (fig.15), também não relacionadas à passagem de qualquer frente ou alteração no balanço volumétrico.

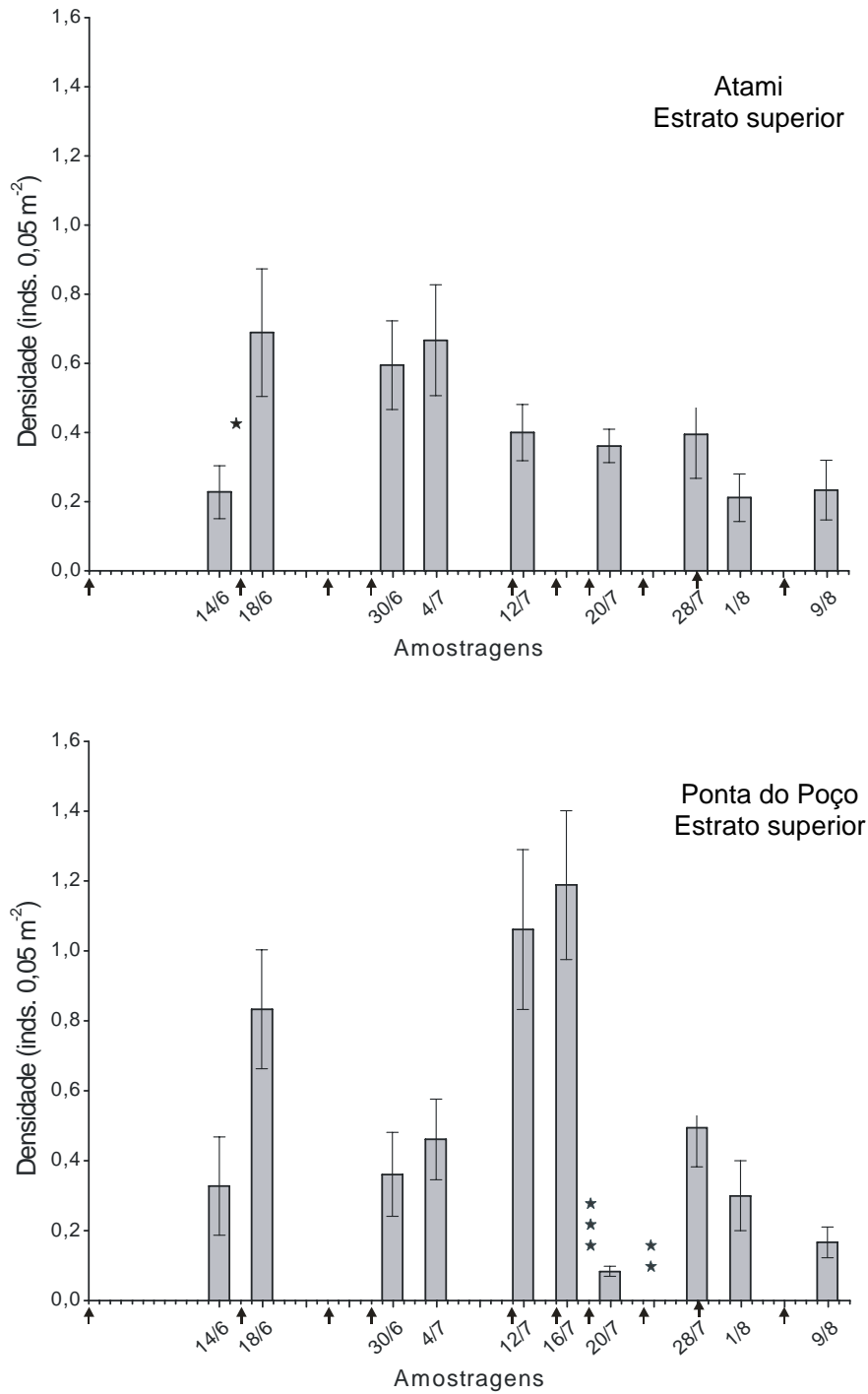


Figura 13 – Média e erro padrão (EP) da densidade total no Estrato Superior das praias de Atami e da Ponta do Poço ao longo do período de amostragem. As setas indicam a passagem de sistemas frontais. ★ = p<0,01; ★★ = p<0,001; ★★★ = p<0,0001.

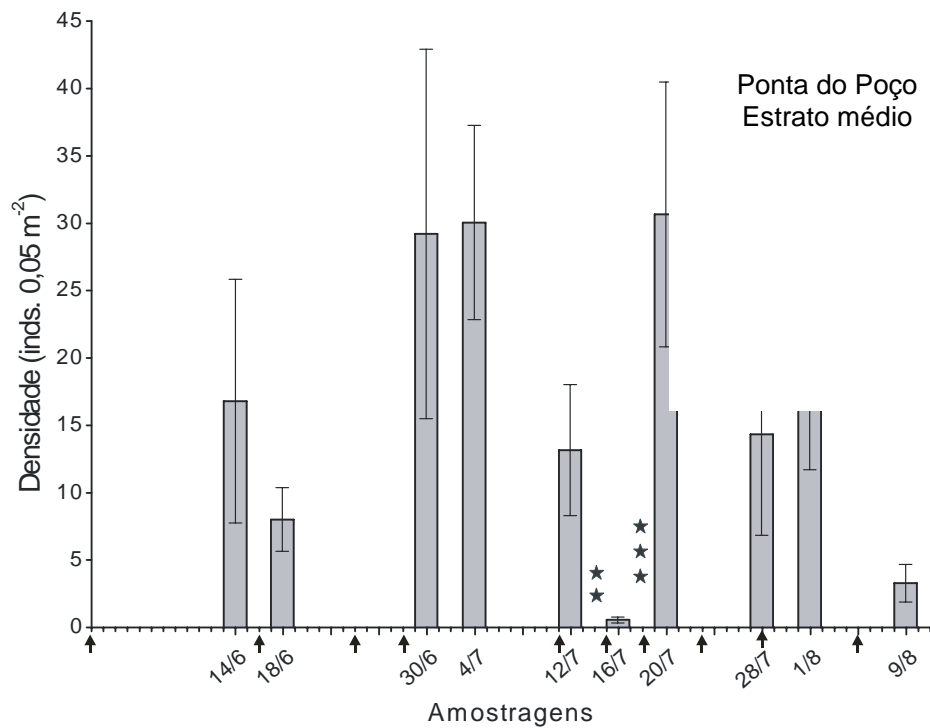
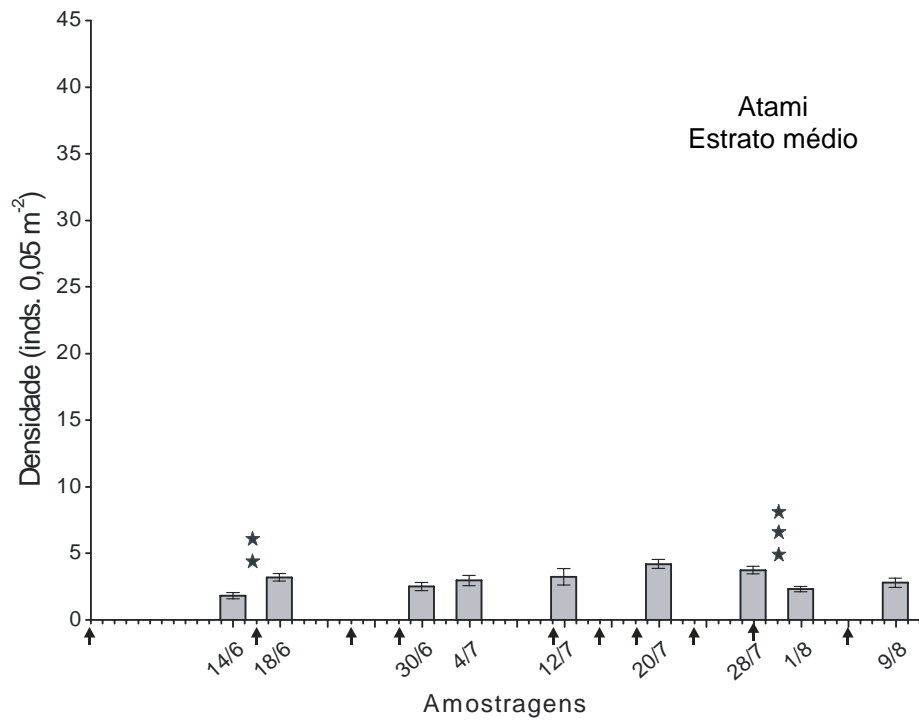


Figura 14 – Média e erro padrão (EP) da densidade total no Estrato Médio das praias de Atami e da Ponta do Poço ao longo do período de amostragem. As setas indicam a passagem de sistemas frontais. ★ = $p < 0,01$; ★ ★ = $p < 0,001$; ★ ★ ★ = $p < 0,0001$.

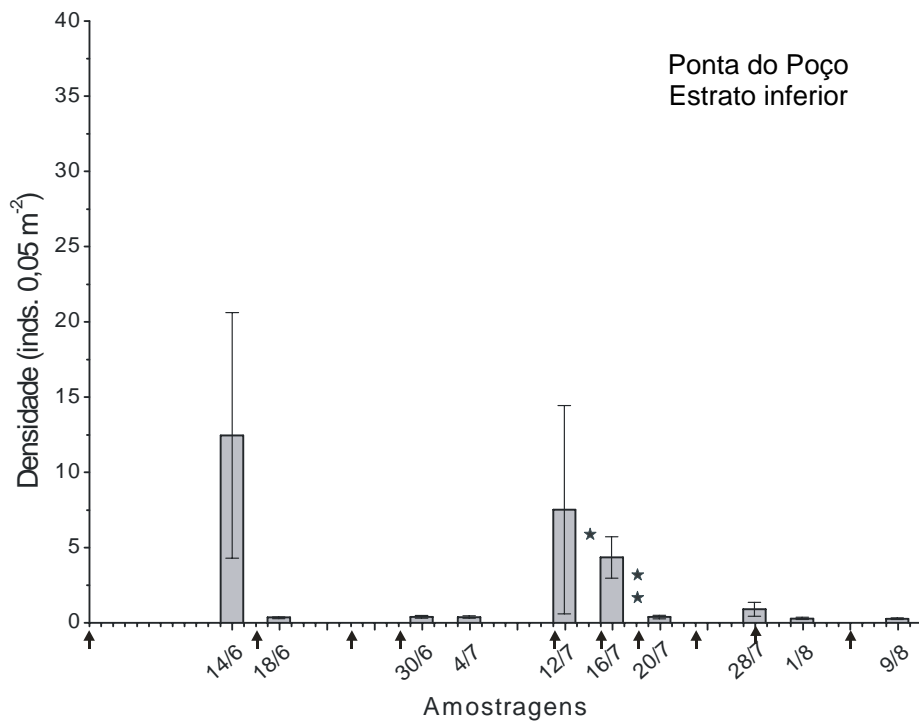
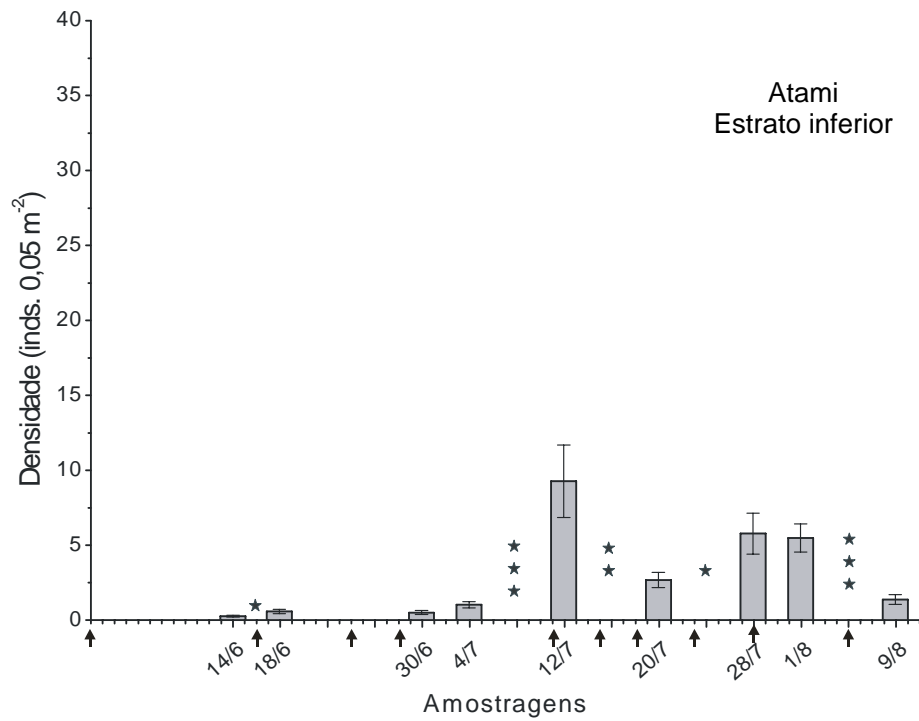


Figura 15 – Média e erro padrão (EP) da densidade total no Estrato Inferior das praias de Atami e da Ponta do Poço ao longo do período de amostragem. As setas indicam a passagem de sistemas frontais. * = $p < 0,01$; ** = $p < 0,001$; *** = $p < 0,0001$.

3.6.2 Variações na densidade dos organismos numericamente dominantes nos estratos

Na praia de Atami o organismo numericamente dominante no estrato superior foi o coleóptero *Bledius bonariensis*, presente em todas as ocasiões de amostragem, cuja densidade apresentou um aumento na segunda amostragem, dia 18/06/07, dificilmente relacionado à passagem da frente de fraca atividade do dia 16, já que a resposta aconteceu uma única vez apesar da ocorrência de perturbações semelhantes em outras ocasiões amostrais (fig.16). Por outro lado houve uma diminuição significativa de sua densidade no dia 01/08/07, logo depois de um evento de ressaca que permaneceu durante os dias 28 e 29/07/07. No estrato médio, a espécie dominante foi o isópodo *Tholozodium rhombofrontalis*, que assim como no estrato superior apresentou um aumento da densidade no dia 18/06/07, também não relacionado à passagem de frentes (fig.17). No estrato inferior o organismo numericamente dominante foi o spionídeo *Scolecipis goodbodyii*, cuja densidade oscilou da mesma forma que a densidade total do estrato, aumentando significativamente nos dias 18/06/07, 12/07/07 e 28/07/07, e diminuindo nos dias 20/07/07 e 9/08/07 (fig.18). Assim como no caso das flutuações na densidade total do estrato, é difícil relacionar essas variações à passagem de sistemas frontais e/ou ao balanço sedimentar.

Na praia da Ponta do Poço a densidade do isópodo *Excirolana armata*, espécie numericamente dominante no estrato superior, aumentou significativamente no dia 18/06 e diminuiu nos dias 20/07/07 e 28/07/07, como um possível reflexo de condicionantes naturais do ambiente. As densidades de *Scolecipis goodbodyii*, dominante no estrato médio, tiveram um decréscimo significativo no dia 16/07/07, e um aumento extremamente significativo na coleta seguinte, do dia 20/06/07, também de difícil relação com a passagem de frentes ou com os eventos erosivos que as deveriam acompanhar. Já a densidade de *Scolecipis* sp. 1., dominante no estrato inferior, apresentou um aumento apenas no dia 28/07/07, causado provavelmente por variações na distribuição espacial em pequena escala das manchas desses organismos.

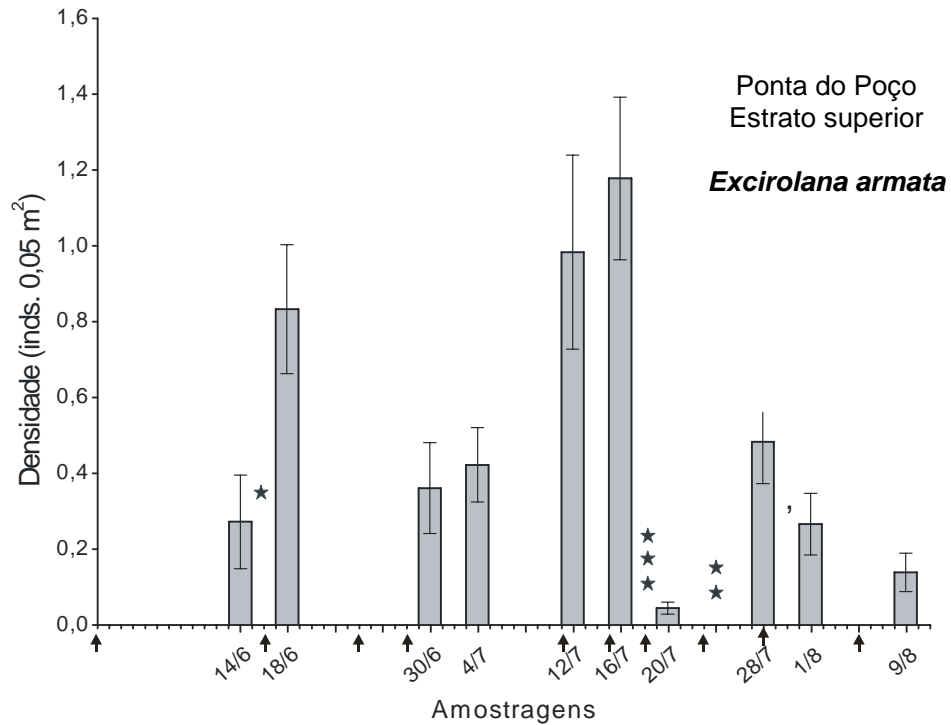
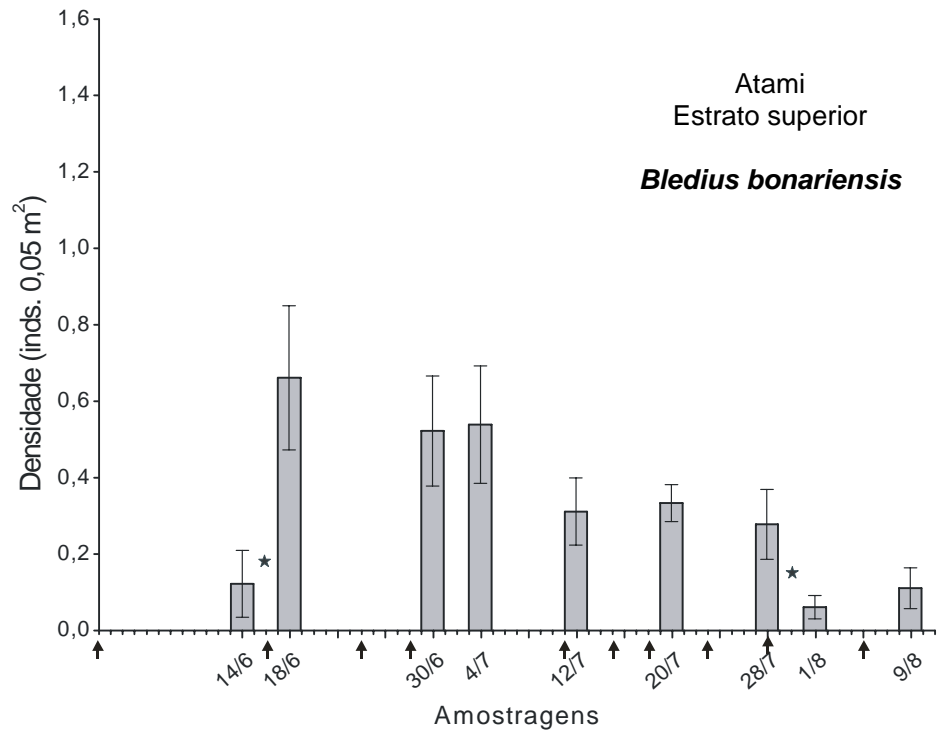


Figura 16 – Média e erro padrão (EP) da densidade das espécies numericamente mais abundantes no Estrato Superior das praias de Atami e da Ponta do Poço ao longo do período de amostragem. As setas indicam a passagem de sistemas frontais pelas praias amostradas. * = $p < 0,01$; ** = $p < 0,001$; *** = $p < 0,0001$; ' = p é marginalmente significativo ($< 0,07$).

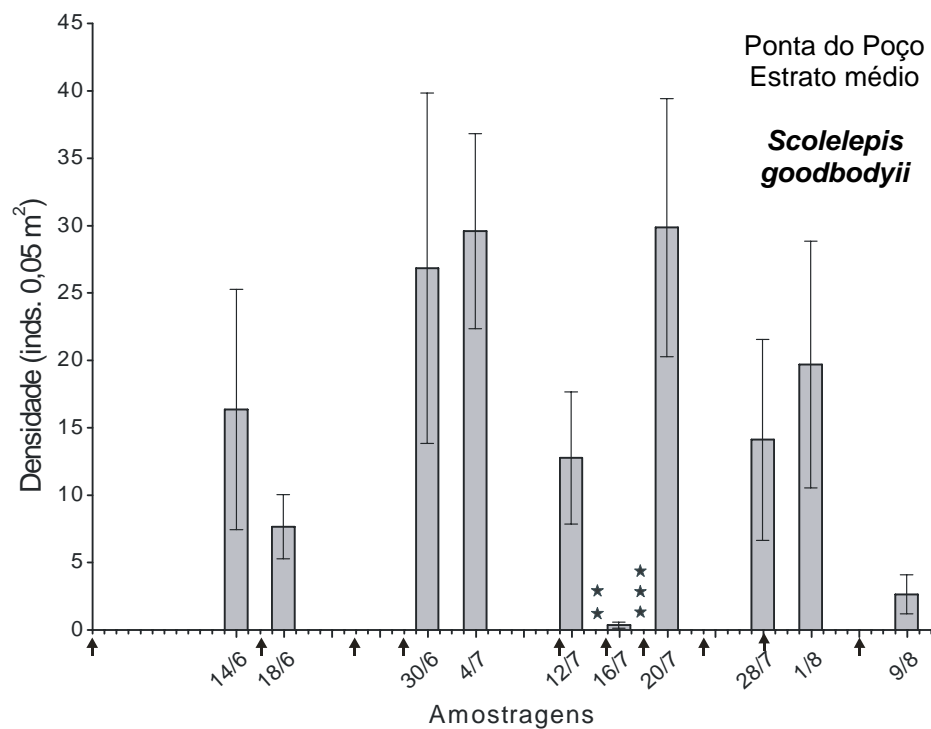
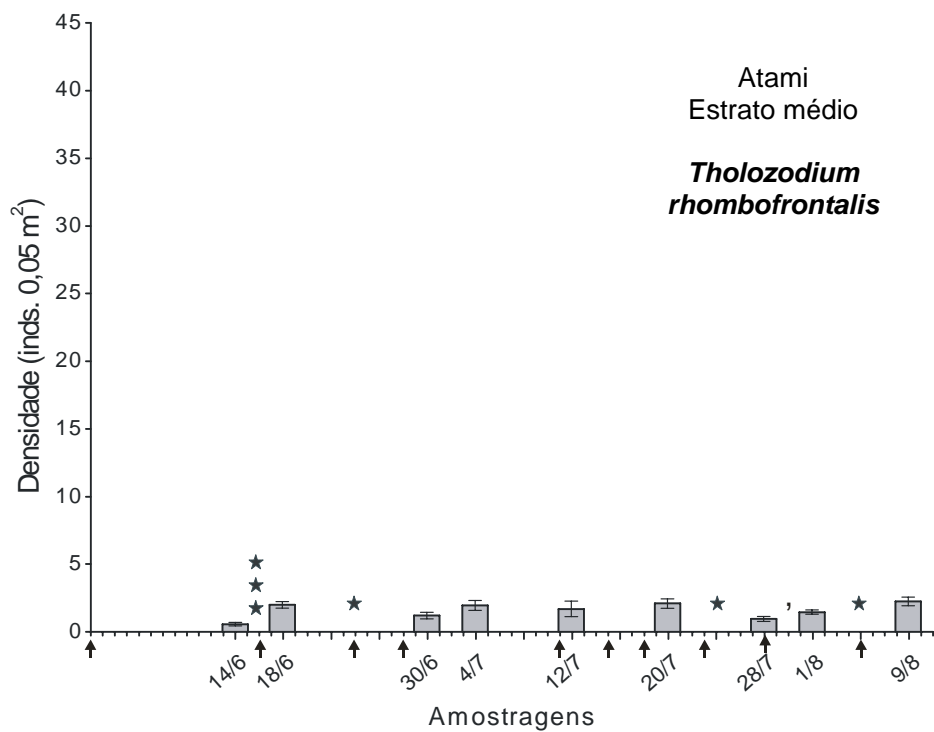


Figura 17 – Média e erro padrão (EP) da densidade das espécies numericamente mais abundantes no Estrato Médio das praias de Atami e da Ponta do Poço ao longo do período de amostragem. As setas indicam a passagem de sistemas frontais pelas praias amostradas. ★ = $p < 0,01$; ★★ = $p < 0,001$; ★★★ = $p < 0,0001$; † = p é marginalmente significativo ($< 0,07$).

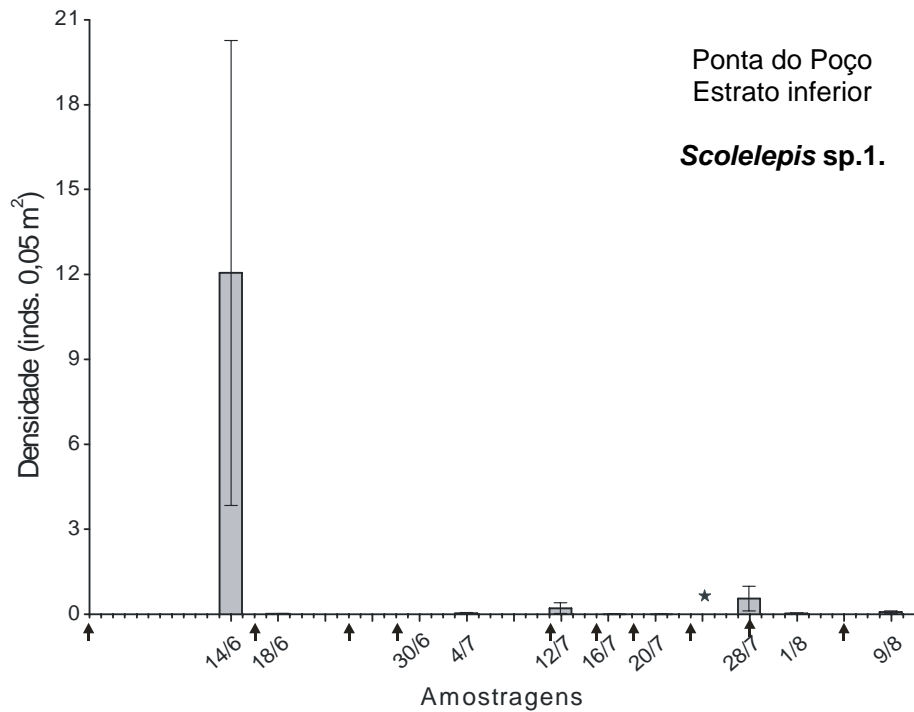
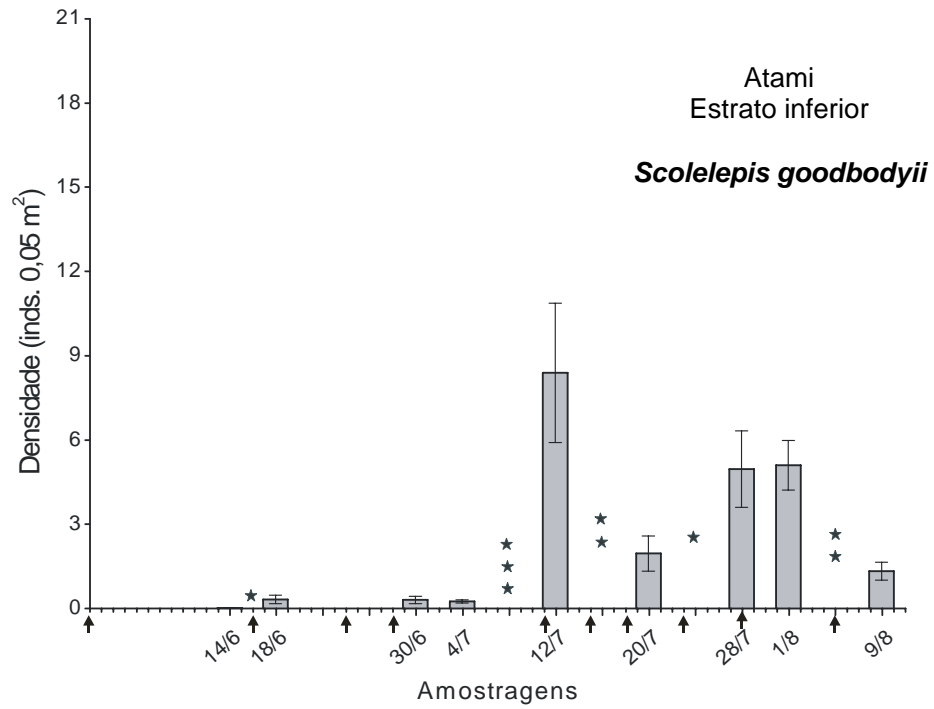


Figura 18 – Média e erro padrão (EP) da densidade das espécies numericamente mais abundantes no Estrato Inferior das praias de Atami e da Ponta do Poço ao longo do período de amostragem. As setas indicam a passagem de sistemas frontais pelas praias amostradas. * = $p < 0,01$; ** = $p < 0,001$; *** = $p < 0,0001$; † = p é marginalmente significativo ($< 0,07$).

3.6.3 *Variações no número de espécies dos estratos*

Na praia de Atami, houve um aumento no número de espécies no estrato superior (fig.21) e inferior (fig.23) na quarta coleta, do dia 04/07/07, período de acreção atribuída à estabilidade do ambiente. Já o estrato médio apresentou uma queda no dia 09/08/07, última amostragem, como provável reflexo de variações naturais, uma vez que o padrão de resposta observada para a macrofauna não correspondeu à intensa deposição típica de situações de estabilidade da mesma forma que no evento de 04/07/07 (fig.22).

Na praia da Ponta do Poço, o número de espécies permaneceu constante em todos os estratos (figs. 21, 22 e 23), mesmo com a subsequente passagem de sistemas frontais e intensificação de processos de balanço sedimentar na porção subaérea da praia.

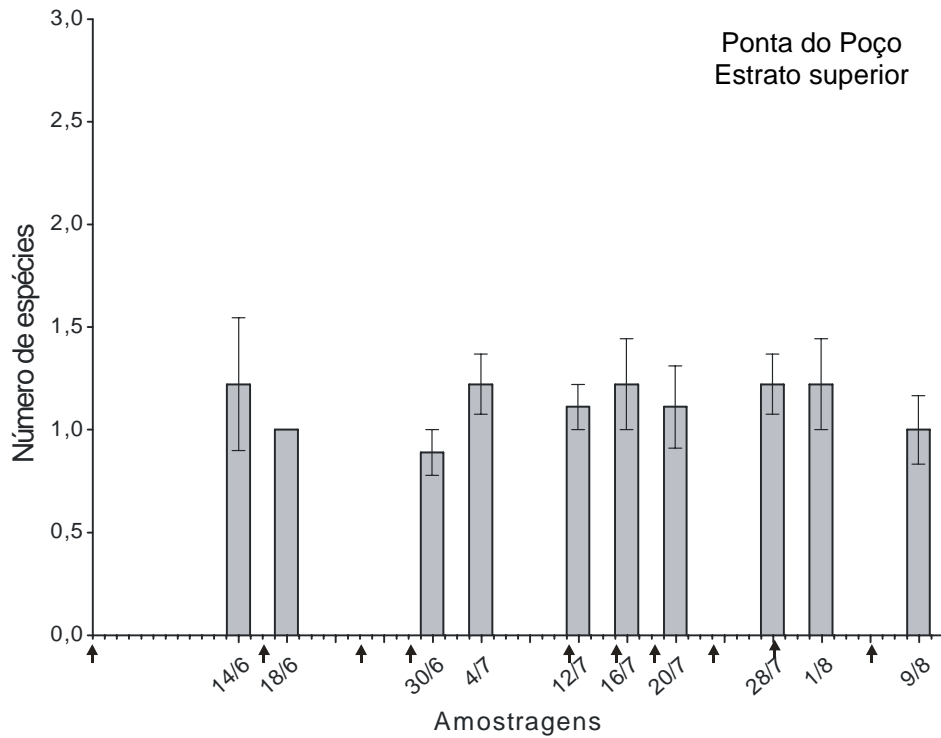
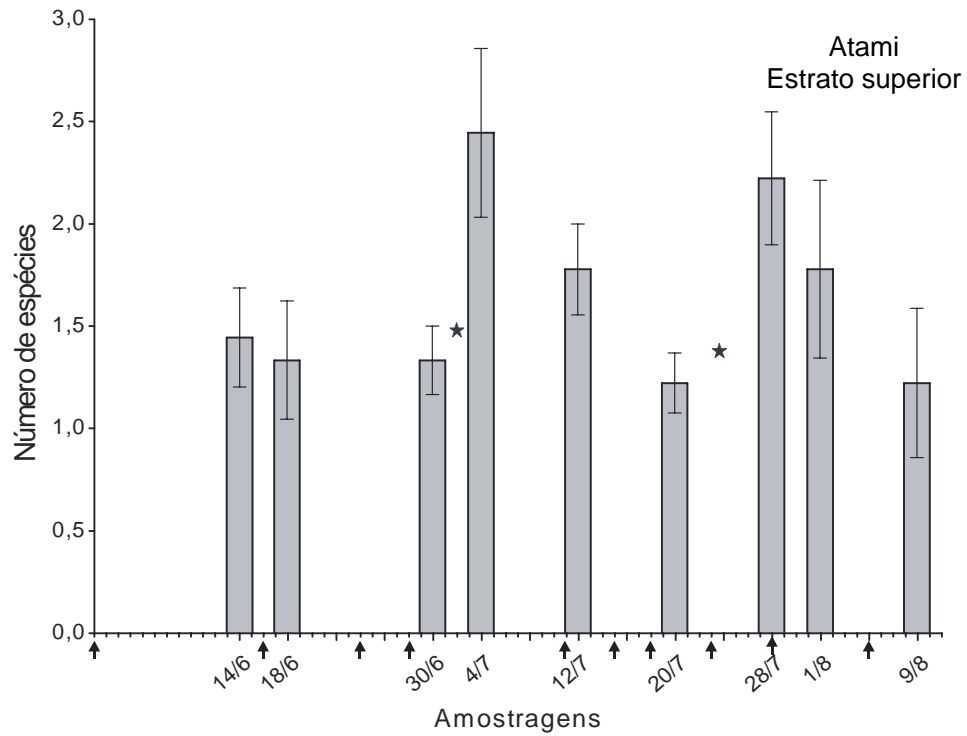


Figura 19 – Média e erro padrão (EP) do número de espécies no Estrato Superior das praias de Atami e da Ponta do Poço ao longo do período de amostragem. As setas indicam a passagem de sistemas frontais pelas praias amostradas. ★ = $p < 0,01$; ★★ = $p < 0,001$; ★★★ = $p < 0,0001$; † = p é marginalmente significativo ($< 0,07$).

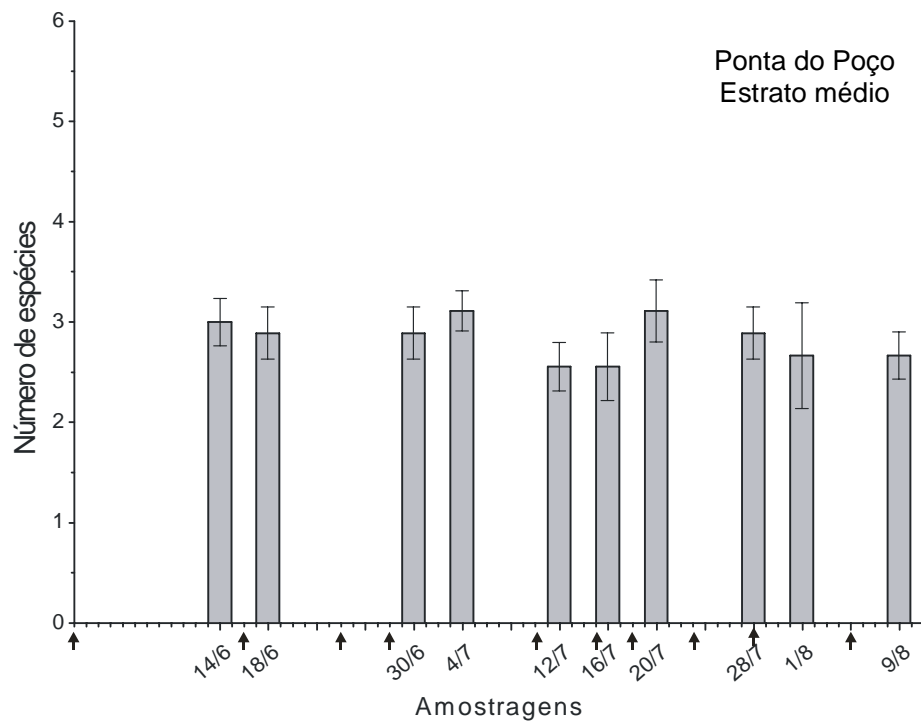
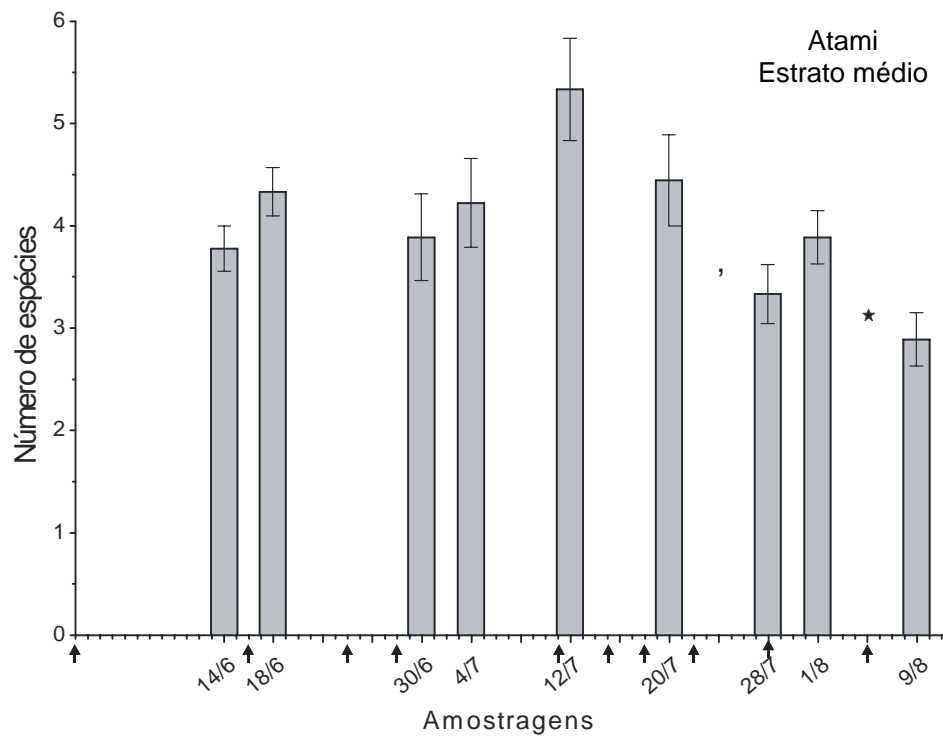


Figura 20 – Média e erro padrão (EP) do número de espécies no Estrato Médio das praias de Atami e da Ponta do Poço ao longo do período de amostragem. As setas indicam a passagem de sistemas frontais pelas praias amostradas. ★ = $p < 0,01$; ★★ = $p < 0,001$; ★★★ = $p < 0,0001$; ' = p é marginalmente significativo ($< 0,07$).

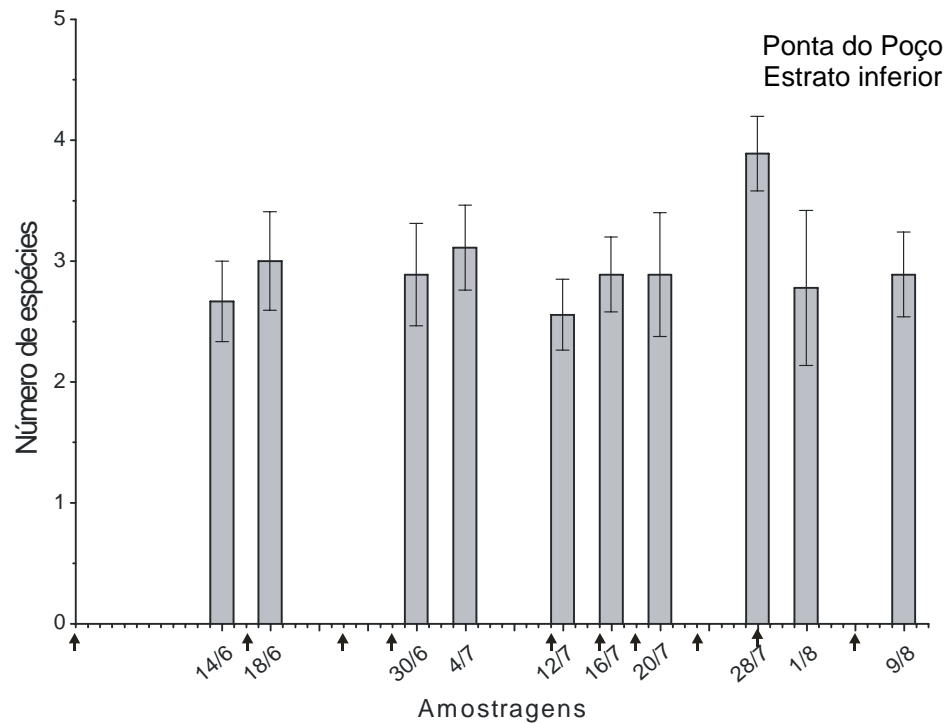
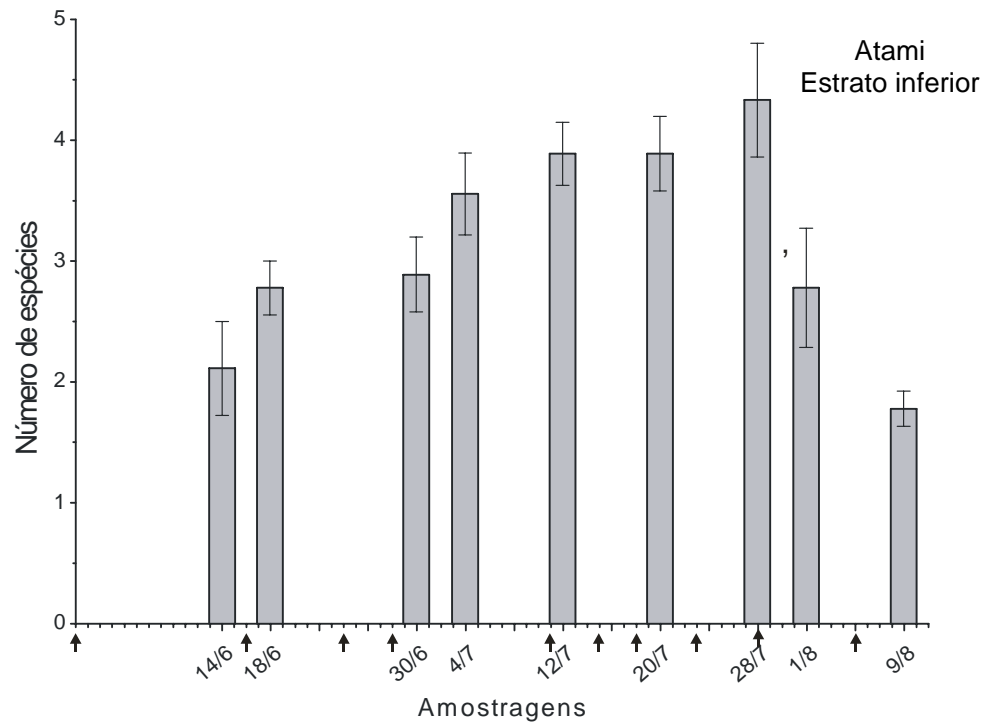


Figura 21 – Média e erro padrão (EP) do número de espécies no Estrato Inferior das praias de Atami e da Ponta do Poço ao longo do período de amostragem. As setas indicam a passagem de sistemas frontais pelas praias amostradas. ★ = $p < 0,01$; ★★ = $p < 0,001$; ★★★ = $p < 0,0001$; ' = p é marginalmente significativo ($< 0,07$).

4 DISCUSSÃO

A passagem de diversos sistemas frontais não causou mudanças detectáveis nas características sedimentológicas das praias de Atami e da Ponta do Poço, expressas pelo teor de CaCO_3 , matéria orgânica e finos, diâmetro médio dos grãos (em ϕ) e grau de seleção do sedimento. No entanto, não se deve descartar a possibilidade de que esses tipos de alterações, quando presentes, possam estar associadas a frentes mais intensas ou contínuas. O período de amostragem de dois meses durante o inverno pode não ter sido adequado para que esse tipo de mudança fosse observada na porção subaérea das praias estudadas.

Embora as características texturais tenham se mostrado constantes, o estado de equilíbrio da topografia das praias foi claramente variável, com constantes modificações em resposta às condições atmosféricas vigentes, como a mudanças na direção e velocidade do vento. A agitação marítima acentuada que acompanha a trajetória de alguns sistemas frontais se traduz na incidência de ondas, que por sua vez constitui uma das principais condicionantes dos processos erosivos/deposicionais atuantes num ambiente de praia (Hoefel & Elgar, 2003). O campo de ventos, entre outros parâmetros climáticos, desempenha importante função na morfogênese litorânea por gerar ondas e correntes que, juntamente com as marés, estabelecem um padrão de circulação costeira nas zonas litorâneas e sublitorâneas (Christofolleti, 1980). No estado do Paraná, os avanços de sistemas frontais, acompanhados de ventos sul de grande intensidade, causam erosão pronunciada nas praias, seguida por reconstrução em períodos intermediários, entre os avanços dos sistemas atmosféricos. Este padrão de respostas à passagem dos sistemas frontais foi observado em ambas as praias estudadas, nas quais os processos erosivos foram fortemente condicionados pela pista de ventos de quadrante Sul gerada durante a passagem dos sistemas, que por sua vez alteram o estado de mar e/ou aumentam as ondas que incidem na praia.

Fenômenos de acreção foram igualmente observados, como ocorreu nas duas praias no dia 04/07/07 (após período caracterizado pela ausência de sistemas frontais desde 30/06/07), o que configura um período de reconstrução das feições praias. A deposição verificada apenas em Atami no dia 09/08/07 se deve provavelmente ao fato dos ventos não terem sido suficientemente intensos para

gerarem um estado de mar mais agitado, ou porque o núcleo da trajetória do sistema frontal estava demasiadamente afastado da costa. Por isso, a análise dos padrões de balanço volumétrico da porção área das praias nem sempre foi coincidente com a ocorrência dos sistemas frontais. É necessário, entretanto, uma alteração no estado de mar para que os efeitos dos fenômenos atmosféricos se reflitam em erosão na praia, o que nem sempre ocorre.

Muitos dos episódios de erosão e acreção não configuraram respostas em mesmo número, seqüência e grau de severidade nos dois ambientes estudados. Isto foi conseqüência provável dos diferentes orientações e incrementos nos padrões de ondas estabelecidos pela passagem de frentes frias, distintos em cada praia. A praia de Atami, considerada praia oceânica, está voltada para o mar aberto e não apresenta influência significativa da desembocadura do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, sendo dominada por ondas e correntes provenientes da deriva litorânea. Já a praia da Ponta do Poço, além da influência estuarina propriamente dita, possui uma dinâmica mais complexa, sendo dominada não apenas por ondas e correntes de deriva litorânea, mas também por correntes de maré (Angulo & Araújo, 1996).

As amplitudes de maré são quase duas vezes amplificadas em direção ao interior da baía, com uma propagação mista e a formação de mais de seis marés altas e baixas por dia em períodos de quadratura, sendo que a passagem de frentes frias força uma elevação de até mais de 80 cm no nível da maré astronômica (Lana et al., 2001). Esta elevação no nível médio das marés astronômicas contribui expressivamente para alterações nos perfis topográficos da porção subaérea da praia.

Na Ponta do Poço há também a influência da planície de maré que, em menor escala, age como um freio para as poucas ondas que conseguem incidir no local, refratadas pelo sistema de barras presente na desembocadura da baía de Paranaguá.

Sob uma outra perspectiva, a energia de onda necessária para causar erosão depende muito do estágio morfodinâmico da praia (Short, 1980; Wright, 1980; Wright & Short, 1984; Short, 1999). Uma praia dissipativa como a de Atami necessita de maior energia de ondas para que a erosão aconteça (Wright, 1980; Wright & Short, 1984; Short, 1999), mas como é exposta diretamente ao oceano está sujeita a graus

mais intensos de incremento de ondas, podendo assim seu perfil ser modificado pela passagem de sistemas frontais. Já as praias reflectivas são mais sensíveis ao incremento de ondas, que se dissipam diretamente sobre a face praial. A porção subaérea da praia da Ponta do Poço encontra-se em estágio reflectivo. Por isto, é possível supor que mesmo pequenas ondulações causadas durante passagem de sistemas frontais na desembocadura da baía de Paranaguá possam alterar o seu perfil, apesar das condições de abrigo.

Em diferentes escalas espaciais, evidências empíricas sugerem que há uma correlação evidente entre os parâmetros físicos das praias e o macrobentos associado (Defeo & McLachlan, 2005). As diferenças no dinamismo da praia do Atami e da Ponta do Poço refletem-se nas características físicas desses ambientes, que acabam por abrigar diferentes conjuntos de espécies.

Perturbações sedimentares ocasionadas por tempestades e/ou ação de ondas podem reconhecidamente influenciar a composição de espécies e a abundância da macrofauna (Rees *et al.*, 1976; Posey *et al.*, 1996). Este trabalho analisou e comparou os efeitos da passagem seqüencial de sistemas frontais sobre a macrofauna das praias, respeitando as imposições físicas naturais de cada ambiente.

Dependendo da intensidade das alterações ambientais causadas nas duas praias pela passagem dos sistemas frontais, esperar-se-ia que os efeitos decorrentes fossem mais intensos na praia mais exposta ao incremento de ondas, caso da praia de Atami. Os resultados da análise de fato corroboram esta hipótese.

Em um estudo dos efeitos da passagem de dois sistemas frontais sobre a macrofauna em um ambiente do sublitoral raso de Santa Catarina, Gallucci & Neto (2003) constataram uma redução significativa na densidade e número de espécies após a passagem do primeiro evento.

Embora o período de amostragem deste estudo englobe uma seqüência de passagem de onze sistemas frontais causadores de alterações no balanço sedimentar e nas seqüências de erosão/acreção na praia de Atami, somente um sistema frontal exerceu influência significativa sobre a macrofauna desta praia. Este sistema passou por Atami em 28/07/07 e a pista de ventos do quadrante sul forçou um aumento na ondulação e um empilhamento de água na costa, observados em 29/07/07. Assim, a amostragem do dia 01/08/07 evidenciou a ocorrência do evento

mais severo de erosão entre as amostragens, com a perda de mais de 27% do sedimento da porção subaérea da praia. Neste dia, a ANOSIM indicou uma identidade entre os estratos médio e superior da praia, evidenciando o intercâmbio de organismos entre os estratos.

Estas alterações parecem ter sido determinadas por perturbações físicas especificamente relacionadas com o evento de alta energia do dia 28/07/07, uma vez que o afastamento deste sistema condicionou o restabelecimento do perfil topográfico a partir da deposição de 49,7% do sedimento na porção subaérea da praia e uma tendência ao retorno da mesma configuração dos estratos, dos padrões de dominância e da densidade total da fauna, registrados antes da passagem da frente fria subsequente, em 09/08/07. É provável que a passagem do sistema frontal do dia 05/07/07 não tenha ocasionado o incremento de ondas necessário para que ocorresse a erosão da praia no dia 09/08/07.

Em 01/08/07 houve uma substituição da dominância de *Bledius bonariensis* pelo isópodo *Tholozodium rhombofrontalis* no estrato superior, além do aparecimento de outras espécies com significativa contribuição, como o anfípodo *Phoxocephalopsis* sp. e o isópodo *Excrolana armata*. Isto sugere que esses organismos podem ter se dispersado, ativa ou passivamente, durante o empilhamento de água e ficado retidos no estrato superior após a descida da maré.

O estrato médio, por sua vez, não exibiu modificações nos padrões de dominância faunística, constantes e persistentes durante todas as amostragens. No entanto, em 01/08/07 registrou-se uma sensível diminuição na densidade total das espécies características, como *T. rhombofrontalis*, *E. furciferus* e *E. armata*. *Euzonus furciferus* é uma espécie de limitada mobilidade (Fauchald & Jumars, 1979), e pode ter se enterrado por vários centímetros de profundidade em resposta ao distúrbio físico do sedimento. Diferentemente do poliqueta, os isópodos exibem extrema mobilidade e agilidade na natação e escavação (Yannicelli et al., 2002), o que possivelmente permitiu que se deslocassem estrato acima em resposta à homogeneidade ambiental promovida pela erosão. Esses dois padrões de resposta podem estar associados à diminuição da densidade e aumento da similaridade entre os estratos superior e médio.

Observações feitas por Sola & Paiva (2001), que acompanharam os efeitos de três ressacas sobre o macrobentos de uma praia do Rio de Janeiro, detectaram

efeitos negativos na densidade de poliquetas, atribuídos ao transporte passivo relacionado ao hábito sésil desses animais, e efeitos positivos para gamarídeos e caprelídeos, devido ao seu desprendimento de costões rochosos adjacentes e posterior deposição no sedimento.

Não foi registrado intercâmbio da fauna ou alterações na densidade e número de espécies entre o estrato inferior e os demais no dia 01/08/07. A erosão ocorrida neste dia provavelmente não foi suficiente para a remoção passiva dos organismos predominantes no estrato, como o poliqueta *Scolelepis goodbodyi*, espécie praticamente sésil e de comportamento alimentar dependente dos padrões de circulação e hidrodinâmica vigentes no estrato, em pequena escala (Pardo & Amaral, 2004).

A fauna não exibiu padrões de resposta em função das frentes nas demais ocasiões de amostragem na praia de Atami, uma vez que os padrões de estratificação permaneceram estáveis e as flutuações populacionais estiveram relacionadas provavelmente a variações naturais do ambiente.

Uma investigação anterior dos efeitos da passagem de uma frente meteorológica sobre a macrofauna bêntica nesta mesma praia, realizada por Cochôa (2000), observou que padrões de zonação dos organismos foram pouco afetados pelas modificações no ambiente decorrentes do evento. Foi observada apenas uma discreta redução das áreas de distribuição da fauna após a passagem da tempestade associada, relacionada com a homogeneidade ambiental promovida pela suavização do perfil praiial e com o transporte passivo dos organismos durante a violenta remoção do sedimento decorrente da intensa agitação marítima.

Os resultados da praia da Ponta do Poço mostraram que as mudanças nos padrões de estratificação, dominância numérica nos estratos, densidade e número de espécies da macrofauna não corresponderam ou responderam às variações morfológicas e volumétricas associadas aos sistemas frontais. Por exemplo, variações no padrão de estratificação encontradas no dia 09/08/07 poderiam ser atribuídas à expressiva erosão ocasionada pela passagem de um sistema frontal, mas não aconteceram anteriormente durante distúrbio de igual intensidade.

Da mesma forma, as flutuações nos padrões de dominância da fauna em cada estrato não constituíram respostas aos sistemas frontais e aos eventos erosivos associados, como no dia 16/07/07, no qual a dominância por *S. goodbodyi*

no estrato médio foi assumida pelo isópodo *Tholozodium rhombofrontalis*, quando ocorreu o maior evento de acreção, possivelmente relacionado a um longo período de estabilidade. Nas amostragens seguintes, o padrão de dominância por *S. goodbodyi* retornou, para ser novamente quebrado em 09/08/07 por *E. armata*. Todavia, nesta ocasião a forte erosão ocorrida está relacionada à entrada de ondulações na praia que não podem ser inequivocamente associadas à passagem de sistemas frontais.

As seqüências de alterações nos descritores da macrofauna bêntica observadas nas demais ocasiões de amostragem sugerem que as perturbações físicas deflagradas pela passagem de sistemas frontais com a intensidade, duração e trajetória acompanhados neste estudo não condicionaram significativamente a variabilidade espaço-temporal do macrobentos do sistema mais abrigado, representado pela praia da Ponta do Poço.

Ao contrário, a macrofauna do sistema mais exposto, representado pela praia de Atami, parece responder ao distúrbio erosivo mais severo associado ao avanço de um sistema frontal. As perturbações atmosféricas com agitação marítima associada refletem-se diretamente na forma de erosão praias em Atami, ocasionando, em consequência, respostas das associações macrofaunais locais. Todavia, a agitação marítima associada às frentes nem sempre é propagada na mesma forma e intensidade na praia da Ponta do Poço, e as alterações da macrofauna nela observadas acabam por representar respostas a outros condicionantes ambientais naturais localmente vigentes.

Em ambientes abrigados e expostos do sublitoral do Estado do Paraná, por outro lado, Negrello-Filho (2005) não detectou alterações no número de espécies, indivíduos e na diversidade da meio- e macrofauna ou mesmo variações na distribuição espacial de organismos macrofaunais, com exceção apenas dos Nematoda analisados como grupo.

A discreta diminuição da densidade da macrofauna do estrato médio da praia de Atami após o evento de 28/07/07 foi uma resposta muito diferente da relatada em estudos como o de Gianuca (1985) em uma praia dissipativa do sul do Brasil, que detectou a mortalidade massiva de *Mesodesma mactroides* em função do forte empilhamento de água durante uma tempestade. Apesar disto, este é o primeiro

registro de uma resposta quantitativa negativa da fauna macrobêntica à passagem de sistemas frontais em praias dissipativas do litoral do Paraná.

Um resultado contrário foi registrado por Saloman e Naughton (1977) em uma praia na costa leste dos Estados Unidos, na qual um significativo aumento no número de espécies da macrofauna e na abundância de *Emerita talpoida* ocorreu após a passagem do furacão Eloise. O aumento foi atribuído ao transporte de espécies características da zona de surfe para a face de praia durante a tempestade e a processos de recrutamento de *E. talpoida* coincidente com o evento.

Em síntese, os efeitos físicos da passagem dos sistemas frontais dependem de sua magnitude e de sua trajetória, que irão condicionar a ocorrência ou não de agitação marítima e incremento de ondas, principal fonte de modificações morfo-sedimentológicas nas praias durante esses eventos. Por isso nem todas as frentes ocasionaram respostas da fauna macrobêntica, e nem todas as alterações nos descritores da fauna constituíram respostas diretas às perturbações atmosféricas. O balanço sedimentar da porção subaérea da praia de Atami respondeu mais claramente aos sistemas frontais mais intensos, por estar mais exposta à incidência de ondas do que a praia da Ponta do Poço, mais protegida. Algumas alterações nos descritores da macrofauna bêntica puderam ser interpretadas como respostas a frentes na praia exposta, mas na praia abrigada as alterações na fauna são prováveis derivações da complexa dinâmica local, não estando diretamente associadas à passagem dos sistemas frontais.

Recomenda-se que futuras investigações levem em consideração todos os condicionantes envolvidos no processo de transferência do distúrbio representado pelas frentes frias, desde o sistema atmosférico até o sistema bêntico. A energia do distúrbio representado pelas frentes transfere-se para a coluna d'água sob a forma de alterações nas ondas, marés e correntes, que por sua vez atinge o sedimento da praia, ocasionando mudanças sedimentares, morfológicas e volumétricas. Tentativas de atribuir alterações na macrofauna diretamente à passagem de sistemas frontais são prejudicadas pelas dificuldades de se estabelecer uma relação direta entre os eventos seqüenciais de uma cadeia de perturbações.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, T.; KROON, A.; ANDRESEN, S.; SORENSEN, R.M.; QUARTEL, S.; VINTHER, N. Intertidal beach change during storm conditions; Egmond, The Netherlands. **Marine Geology**, 218:65-80. 2005.

ALVES, E.S. **O efeito da morfodinâmica praias e suas variações temporais de curto e médio prazo sobre a macrofauna bentônica de três praias arenosas expostas de Santa Catarina, Brasil**. 260 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Departamento de Ecologia - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

ANGULO, R.J. Variações na configuração da linha de costa no Paraná na últimas quatro décadas. **Boletim Paranaense de Geociências**, 41: 52-72. 1993.

ANGULO, R.J. & ARAÚJO, A.D. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. **Boletim Paranaense de Geociências**, 44:07-17. 1996.

BALESTRI, E.; VALLERINI, F.; LARDICCI, C. A qualitative and quantitative assessment of the reproductive litter from *Posidonia oceanica* accumulated on a sand beach following a storm. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 66: 30-34. 2006.

BARNETT, B. E. An assessment of the effects of severe weather on the intertidal fauna of the Humber estuary (South Bank), UK – Consequences for biological monitoring. **Marine Environmental Research**, 5: 51-57. 1981.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; MATOS, D. J.; WERNER, A. **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná. Um problema de segurança ambiental e nacional (contribuição à geografia, geologia e ecologia regional)**. Curitiba, Governo do Estado do Paraná, Secretaria de Estado e Planejamento – Associação de Defesa e Educação Ambiental (ADEA). 284pp. 1978.

BOCK, M.J. & MILLER, D.C. Storm effects on particulate food resources on an intertidal sandflat. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 187:81-101. 1995.

BOESCH, D.F.; DIAZ, R.J.; VIRNSTEIN, R.W. Effects of tropical storm Agnes on soft-bottom macrobenthic communities of the James and York estuaries and The Lower Chesapeake Bay. **Chesapeake Science**, 17(4):246-259. 1976.

BORZONE, C.A. & SOUZA, J.R.B. Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, 3:197-212. 1997.

BORZONE, C.A.; MELO, S.G.; REZENDE, K.V.; VALE, R.; KRUL, R. Macrobenthic intertidal communities from wave to tide dominated beach environments. A case study in two Brazilian beaches. **Journal of Coastal Research**, SI 35:472-480. 2003.

CALLIARI, L.J. & KLEIN, A.H. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. **Pesquisas**, 20(1):48-56. 1993.

CAMARGO, M.G. Sysgran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. **Revista Brasileira de Geociências**, 36(2): 371-378. 2006.

CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. 2ed. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory, 2001.

COCHÔA, A.R. **Influência da passagem de frentes meteorológicas na distribuição da macrofauna bentônica do mesolitoral da praia de Atami**. Monografia de conclusão de curso, Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, 68p. 2000.

CRISTOFOLLETI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, Edgar Blücher, 1980.

DEFEO, O. & McLACHLAN, A. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. **Marine Ecology Progress Series**, Alemanha, v.295, p. 1-20, junho. 2005.

DERNIE, K.M.; KAISER, M.J.; WARWICK, R.M. Recovery rates of benthic communities following physical disturbance. **Journal of Animal Ecology**, 72:1043-1056. 2003.

DIAZ, R.J. & ROSENBERG, R. Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioral responses of benthic macrofauna. **Oceanography and Marine Biology Annual Review**, 33: 245-303. 1995.

FAUCHALD, K.; JUMARS, P. A.; JOHSON, B. A.; BOUDREU, B. B. The diet of Worms: a study of polychaete feeding guilds. **Oceanography and Marine Biology Annual Review**, 17, 193-284. 1979.

GALLUCCI, F. & NETTO, S.A. Effects of the passage of cold fronts over a coastal site: an ecosystem approach. **Marine Ecology Progress Series**, 281: 79-92. 2004.

GIANUCA, N. M. **The ecology of sandy beach in southern Brazil**. Tese de doutorado, Southampton University, 330p.

HALL, S.J. Physical disturbance and marine benthic communities: life in unconsolidated sediment. **Oceanography and marine biology annual review**, 32:179-239. 1994.

HEPNER, T.E. & DAVIS, R.A. Jr. Effect of El Niño (1997–98) on Beaches of the Peninsular Gulf Coast of Florida. **Journal of Coastal Research**, 20(3): 776–791. 2004.

HOEFEL, F.G. & ELGAR, S. Wave-induced sediment transport and sandbar migration. **Science**, 299: 1885-1887. 2003.

HOUSER, C. & GREENWOOD, B. Onshore migration of a swash bar during a storm. **Journal of Coastal Research**, 23(1): 1–14. 2007.

JACKSON, D. W. T.; COOPER, J. A. G.; Del RIO, L. Geological control of beach morphodynamic state. **Marine Geology**, 216: 297-314. 2005.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. **Ecological Studies**, 144: 131-145.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**, 2ed. – Elsevier. 1998.

McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.; STAFFORD, S. **Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research**. Springer-Verlag. 2000.

MUEHE, D. *In*: Guerra, A.J.T., CUNHA ; S.B. da (orgs.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro. 1995.

NEGRELLO FILHO, O.A. **A influência do vento sul sobre a estabilidade de associações bênticas da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil)**. Tese (Doutorado em Zoologia) Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. 101 p.

PARDO, E. V.; AMARAL, A. C. Z. Feeding behavior of *Scolelepis* sp. (Polychaeta: Spionidae). **Brazilian Journal of Oceanography**, 52(1): 75-79. 2004.

PEREZ, B.C.; DAY, J.W.; JUSTIC, D.; TWILLEY, R.R. Nitrogen and phosphorus transport between Fourleague Bay, LA, and the Gulf of Mexico: the role of winter cold fronts and Atchafalaya River discharge. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 57:1065–1078. 2003.

POSEY, M.; LINDBERG, W.; ALPHIN, T.; VOSE, F. Influence of storm disturbance on an offshore benthic community. **Bulletin of Marine Science**. 59 (3): 523-529. 1996.

QUADROS, C.J.L. **Variações morfológicas e volumétricas associadas à incidência de sistemas frontais em duas praias arenosas do litoral paranaense**. Dissertação de Mestrado (Departamento de Geologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002. 57 p.

REES, E.I.S.; NICHOLAIDOU, A.; LASKARIDOU, P. The effects of storms on the dynamics of shallow water benthic associations. *In*: KEEGAN, B.F.; BOADEN, P.J.S. **Biology of benthic organisms**, Papers from a symposium. Galway, Ireland: Pergamon Press, p.465-474. 1976.

RODRIGUES, M.L.G. **Uma climatologia de frentes frias no litoral catarinense com dados de reanálise do NCEP**. 75 f. Dissertação de Mestrado (Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003.

SALOMAN, S. H.; NAUGHTON, S. P. Effect of hurricane Eloise on the benthic fauna of Panama city beach, Florida, USA. **Marine Biology**, 42: 357-363. 1977.

SCHEFFERS, A. Tsunami imprints on the Leeward Netherlands Antilles (Aruba, Curaçao, Bonaire) and their relation to other coastal problems. **Quaternary International**, 120: 163–172. 2004.

SCHOEMAN, D.S.; MCLACHLAN, A.; DUGAN, J.E. Lessons from a disturbance in the intertidal zone of an exposed sandy beach. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 50:869-884. 2000.

SHORT, A.D. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. **Revista Chilena de História Natural**, 69: 589-604. 1996.

SHORT, A. D.; **Handbook of Beach Shoreface Morphodynamics**. 1ed. John Wiley & Sons Ltd. 1999.

SOLA, M. C. R.; PAIVA, P. C. Variação temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca (RJ) após a ocorrência de ressacas. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 49(1/2): 137-142. 2001.

SNELGROVE, P.V.R. & BUTMAN, C.A. Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. **Oceanography and marine biology: annual review**. 32: 111-177. 1994.

SOARES, C.R.; BORZONE, C.A.; SOUZA, J.R.B. Variações morfológicas e sedimentológicas ao longo de um ciclo anual numa praia arenosa do sul do Brasil. **Oecologia brasiliensis**. 3:245-258. 1997.

SOUZA, J.R.B. **Produção secundária da macrofauna bentônica da praia de Atami – Paraná – Brasil**. 129 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Federal do Paraná. 1998.

SOUZA, J.R.B. & BORZONE, C.A. A extração de corrupto, *Callichirus major* (Say) (Crustacea, Thalassinidea), para uso como isca em praias do litoral do Paraná: as populações exploradas. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(4): 625-630. 2003.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Blucher/Ed. Universidade de São Paulo. 1973.

THRUSH, S.F.; WHITLACH, R.B.; PRIDMORE, R.D.; HEWITT, J.E.; CUMMINGS, V.J. Scale-dependent recolonization: the role of sediment stability in a dynamic sandflat habitat. **Ecology**, 77:2472–2487. 1996.

TURNER, S.J.; THRUSH, S.F.; PRIDMORE, J.E.; HEWITT, V.J.; CUMMINGS, M.M. Are soft-sediment communities stable? An example from a windy harbour. **Marine Ecology Progress Series**, 120:219-230. 1995.

UNDERWOOD, A.J. Physical disturbances and their direct effect on an indirect effect: responses of an intertidal assemblage to a severe storm. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 232:125–140. 1999.

VAREJÃO-SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia**. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Brasília. 2000. Disponível em:

http://www.agritempo.gov.br/modules.php?name=Downloads&d_op=viewdownload&cid=20>Acesso em: 26/4/2007.

WILLIAMS, J.J. & ROSE, C.P. Measured and predicted rates of sediment transport in storm conditions. **Marine Geology**, 179: 121-133. 2001.

YANNICELLI, B.; PALACIOS, R.; GIMÉNEZ, R. Swimming ability and burrowing time of two cirrolanid isopods from different levels of exposed sandy beaches. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 273: 73-88. 2002.

ZAJAC, R.N.; LEWIS, R.S.; POPPE, L.J.; TWICHELL, D.C.; VOZARIK, J.; DIGIACOMO-COHEN, M.L. Responses of infaunal populations to benthoscape structure and the potential importance of transition zones. **Limnology and Oceanography**, 48(2):829-842. 2003.

ANEXOS

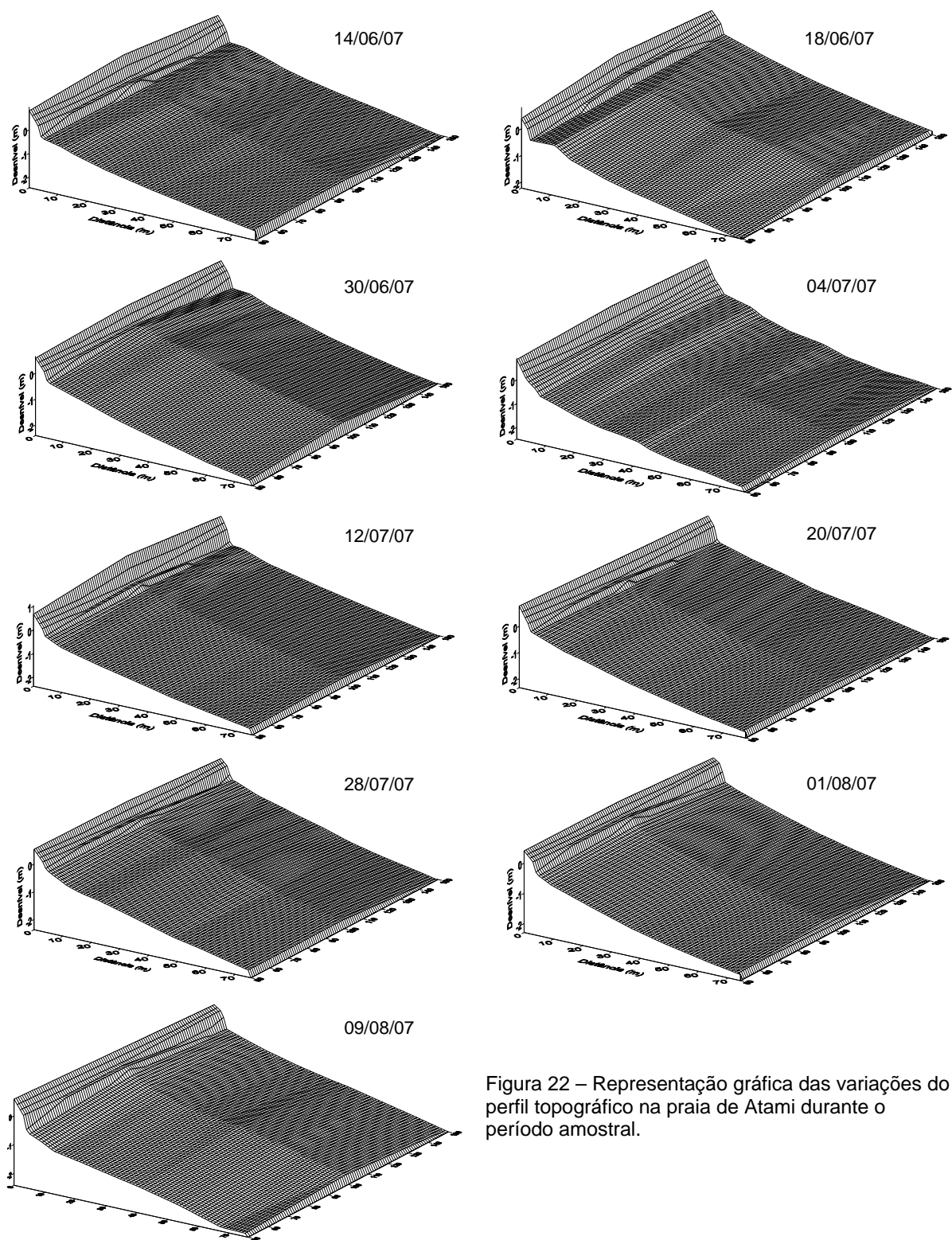


Figura 22 – Representação gráfica das variações do perfil topográfico na praia de Atami durante o período amostral.

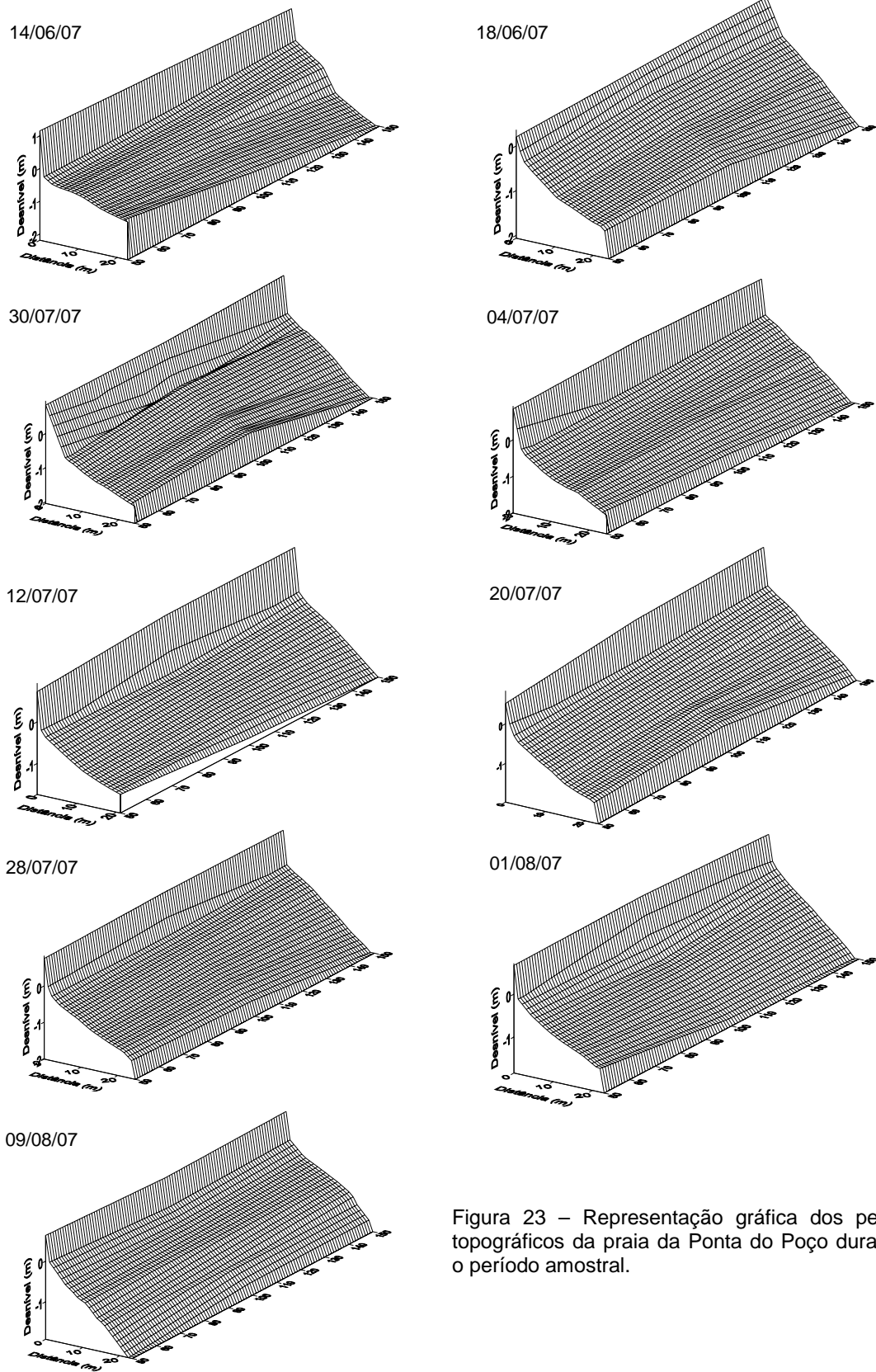


Figura 23 – Representação gráfica dos perfis topográficos da praia da Ponta do Poço durante o período amostral.

Tabela 8 – Abundância total em todas as ocasiões de coleta nas praias de Atami e da Ponta do Poço.

	Atami										Ponta do Poço											
	14/6/07	18/6/07	30/6/07	4/7/07	12/7/07	20/7/07	28/7/07	1/8/07	9/8/07	Total Atami	14/6/07	18/6/07	30/6/07	4/7/07	12/7/07	16/7/07	20/7/07	28/7/07	1/8/07	9/8/07	Total Poço	
<i>Scolecopsis goodbodyi</i>	5	58	58	46	1539	352	971	919	240	4188	2962	1413	4857	5354	3533	553	5415	2567	3558	490	30702	
<i>Scolecopsis sp.1.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2220	3	318	8	38	1	68	106	311	14	3087	
<i>Euzonus furciferus</i>	84	131	102	62	110	43	45	93	54	724	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	
<i>Hemipodia californiensis</i>	3	6	5	5	6	13	6	1	2	47	15	7	19	9	7	15	14	10	19	8	123	
<i>Dispio remanei</i>	2	1	0	1	0	1	0	0	1	6	0	1	2	0	2	2	2	0	0	0	9	
<i>Armandia rossfeldi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	1	1	6	7	5	1	1	31	
<i>Laonereis acuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4	
<i>Magelona papilicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	
<i>Nephtys simoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	
<i>Pectinaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Scoletoma tetraura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	5	
<i>Excirrolana armata</i>	140	17	100	110	23	259	379	33	47	1108	66	206	145	145	224	224	76	110	117	118	1431	
<i>Tholozodidum rhombofrontalis</i>	105	368	226	363	310	385	189	278	423	2647	16	10	31	26	36	17	13	8	8	29	194	
<i>Eurydice litoralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Sphaeroma terebrans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
<i>Phoxocephalopsis sp.</i>	31	38	29	14	88	15	4	41	2	262	0	3	0	0	0	0	1	0	1	0	5	
<i>Bathyporeiapus ruffoi</i>	4	0	0	1	9	0	11	0	4	29	39	3	5	1	70	273	11	23	5	11	441	
<i>Thalorchestia tucuaruna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	5	
<i>Atlantorchestoidea brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
Thalitridae sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
Amphipoda sp. 5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	
Amphipoda sp. 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3	
<i>Lepidopa richmondi</i>	2	2	5	2	3	0	2	5	6	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Emerita brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	
<i>Bowmaniella brasiliensis</i>	1	5	0	3	5	0	2	0	0	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Ogyrides sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cumacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	2	5	
Ostracoda	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	4	
Stomatopoda	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Megalopa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Donax hanleyanus</i>	24	42	33	21	30	40	15	32	0	237	0	1	0	0	0	5	0	1	0	0	7	
<i>Donax gemmula</i>	0	15	3	48	72	62	58	2	1	261	9	8	12	16	5	7	6	9	6	1	79	
<i>Donax sp.</i>	0	10	0	65	77	74	57	33	0	316	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	
<i>Mesodesma mactroides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Strigilla carnaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	5	0	2	3	6	5	0	3	27	
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
<i>Lunarca sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Nucula semiornata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Olivella sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
<i>Hastula cinerea</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Natica cf. cayennensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
<i>Bledius bonariensis</i>	22	119	94	101	58	60	50	11	20	535	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Bledius fernandesi</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ophiuroidea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	4	
Nemertea	0	0	0	0	0	0	0	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
<i>Branchiostoma caribaeum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Total geral											10420											36198