

A INFLUÊNCIA DA PASSAGEM DE UMA FRENTE METEOROLÓGICA NA DISTRIBUIÇÃO DA MACROFAUNA BENTÔNICA MESOLITORAL DE UMA PRAIA ARENOSA EXPOSTAAndréa Ricetti **COCHÔA**¹Luciano **LORENZI**¹Carlos Alberto **BORZONE**²

¹ Universidade da Região de Joinville, Unidade de São Francisco do Sul, Laboratório de Bentos, C.P. 1005, CEP 89.240-000, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. llorenzi@univille.net. ² Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, Laboratório de Ecologia de Praias Arenosas, C.P. 50002, CEP 83.255-000 Avenida Beira Mar, s/n, Pontal do Sul, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. capborza@ufpr.br.

Recebido em: 05/06/2006

Aceito em: 06/11/2006

RESUMO

A passagem de frentes meteorológicas pode causar erosão pronunciada em praias arenosas dependendo da sua frequência e intensidade, e em períodos calmos essas praias podem ser gradativamente reconstruídas. Os padrões de distribuição dos organismos da macrofauna bentônica em praias arenosas são influenciados pelo grau de emersão, interação entre as espécies e pela ação das ondas com conseqüente mobilidade do substrato. Na praia de Atami, no litoral do estado do Paraná, foram estudados os efeitos da passagem de uma frente meteorológica sobre a macrofauna bentônica no mês de maio de 2000. Amostragens foram realizadas antes e após o evento em transectos transversais à linha de costa, definidos desde a linha de detritos até a linha d'água. Os dados mostraram poucas alterações nos padrões de zonação da macrofauna bentônica após a passagem da frente. Contudo, existiu um pequeno aumento das áreas de distribuição de alguns organismos, podendo este aumento estar associado à mobilização do sedimento do mesolitoral aos bancos de areia submersos, com o conseqüente aumento da homogeneidade ambiental. Entretanto, deve-se destacar que o fenômeno meteorológico estudado foi de baixa a moderada intensidade.

Palavras chave: Frente meteorológica, perturbação, macrofauna bentônica, mesolitoral, praia arenosa.

ABSTRACT

Meteorological front influence on the midlittoral benthic macrofauna distribution in an exposed sandy beach

Meteorological fronts can produce strong erosion in sandy beaches depending on their intensity and frequency, and during calm intervals they can be rebuilt. Macrobenthic distribution patterns in sandy beaches are influenced by the degree of immersion, species interactions and wave action that cause substrate motion. The influence of a meteorological front in the benthic macrofauna distribution was studied in Atami Beach in Paraná Coast during May 2000. Samples were collected before and after the front passages in transverse transects from the drift line to the low tide water level. Few changes in faunal zonation patterns after the front passages were observed. However, an increase of some organisms' distribution occurred. This increase can be associated to sediment intertidal instability due to its migration toward submerged bars producing an environmental homogeneity. It must be considered that the studied meteorological phenomenon was of low to moderate intensity.

Keywords: Meteorological front, disturbance, macrobenthic fauna, midlittoral, sandy beach.

INTRODUÇÃO

Praias arenosas expostas podem ser caracterizadas pela constante ação de ondas cuja energia, responsável pelo transporte de água e sedimento, é dissipada ao longo do gradiente de profundidade. A contínua mobilidade do sedimento, característica intrínseca deste tipo de ambiente permite um ajuste do perfil topográfico de acordo com as condições das ondas e dos sedimentos, resultando em padrões morfodinâmicos particulares de cada ambiente praiar (Short 1994).

Nestes ambientes encontram-se organismos bem adaptados, muitos apresentando alta mobilidade, e que possuem um padrão de distribuição característico formando faixas ou zonas que correspondem principalmente com o grau de emersão diário do sedimento pelo efeito das marés (Salvat 1964, Pollock & Hummon 1971, Souza & Gianuca 1995; Borzone *et al.* 1996).

Nas comunidades bentônicas de habitats entre marés e em águas rasas temperadas, as variações físicas sazonais são importantes agentes seletivos (Posey *et al.* 1996). Por outro lado, distúrbios naturais, como por exemplo tempestades, podem provocar defaunação total ou parcial dos sedimentos (Jaramillo *et al.* 1987, Hall & Frid 1998). Tempestades severas provocam mortalidade dos organismos bentônicos devido à considerável mudança no fluxo de água e no transporte de sedimento, influenciando fortemente a composição das comunidades (Posey *et al.* 1996, Bock & Miller 1995).

Em uma praia, os parâmetros críticos que controlam a magnitude das mudanças físicas ocorrentes após uma tempestade, para uma determinada

condição de onda e de direção da tempestade, são o nível do mar e a duração da própria tempestade. A frequência das tempestades e a recuperação ou não de uma praia desde a última tormenta são também fatores importantes (Taylor *et al.* 1997).

O final do mês de março usualmente marca o declínio da ocorrência de ciclones extra-tropicais no hemisfério norte e o aumento dos mesmos no hemisfério sul. Tais ciclones estão acompanhados de frentes meteorológicas, conhecidas vulgarmente como frentes frias, que se deslocam de oeste para leste geralmente abaixo da linha de latitude de 30 graus. Ao se deslocarem sobre os oceanos, formam extensas regiões com ventos uniformes e acima dos 10 m/s, favorecendo a formação de ondas de superfície no mar (Stech & Lorenzetti 1992). O setor do ciclone em que se desenvolve a pista é bastante variável e determina a direção da propagação da agitação marítima gerada por estes ventos. Predominantemente, tais pistas de vento formam-se na direção leste, sendo as costas oeste dos continentes, entre eles a América do Sul, as mais atingidas pela agitação marítima proveniente dos ciclones (Stech & Lorenzetti *op. cit.*).

No sul do Brasil, a passagem de frentes meteorológicas acompanhadas de fortes ventos do quadrante sul – sudeste causam erosão pronunciada nas praias, as quais são reconstruídas nos períodos intermediários entre tais passagens. Essa alternância sugere que a dinâmica praias na costa sul brasileira seja regulada principalmente por fenômenos associados à passagem dessas frentes (Calliari & Klein 1993).

De acordo com Soares *et al.* (1997), a maior ocorrência na passagem de frentes meteorológicas nos períodos de baixa temperatura na praia do balneário Atami, localizada na região sul do Brasil, no estado do Paraná, fazem com que os períodos erosivos ocorram com maior frequência no outono e no inverno, e os períodos construtivos na primavera e no início do verão. Apesar da importância deste fenômeno, pouco se conhece sobre a resposta da fauna que se desenvolve nestas praias após a passagem de frentes meteorológicas.

As praias arenosas do Paraná encontram-se relativamente bem estudadas quanto ao seu morfodinamismo e à sua relação com a distribuição da macrofauna bentônica (Borzzone *et al.* 1996, Souza & Borzzone 1996, Borzzone & Souza 1996, Borzzone & Souza 1997, Alves *et al.* 1998, Borzzone *et al.* 1998, Souza *et al.* 1998, Souza & Borzzone 2000, Barros *et al.* 2001).

A distribuição e abundância da macrofauna bentônica da praia do balneário de Atami foram estudadas a partir de coletas mensais e ao longo de um ciclo anual por Borzzone & Souza (1997). Neste estudo ficou evidenciado um claro padrão de zonação na distribuição dos organismos, que mostrou ser bastante estável ao longo do período amostrado, embora variações drásticas do perfil praias possam acontecer após a passagem de frentes meteorológicas. Apesar de esta estabilidade ter sido inferida a partir de uma frequência mensal de amostragem realizada sempre em condições climáticas favoráveis, nada se conhece sobre o efeito imediato que teria a passagem dessas frentes na distribuição dos organismos da macrofauna bentônica. O presente trabalho representa uma primeira abordagem para responder a esta questão.

MATERIAL E MÉTODOS

A costa oceânica do Estado do Paraná (25° 20' - 25° 55' S; 48° 10' - 48° 35' W), estende-se por aproximadamente 100 km na direção NE-SW. A planície costeira paranaense caracteriza-se por terraços arenosos formados durante regressões marinhas quaternárias, e as praias têm constituição arenosa com a sua dinâmica dominada por ondas e correntes de deriva litorânea (Angulo 1992). O balneário de Atami (Fig. 1) situa-se ao sul do complexo estuarino da baía de Paranaguá, na planície costeira da Praia de Leste, com 30 km de extensão e gradiente topográfico suave. A praia caracteriza-se por um suave gradiente ($\sim 1^\circ$), sedimento formado por areias quartzosas de granulometria fina (média de $\sim 2,9 \phi$), e apresenta uma alternância de morfodinamismos intermediários a dissipativos, no entanto estudos feitos ao longo de um ciclo anual mostraram uma clara predominância de morfodinamismos dissipativos (Soares *et al.* 1997).

Nessa região o regime de ventos é controlado pela influência da alta do Atlântico sul e pela passagem de sistemas frontais. Predominam ventos dos setores ENE, E, ESSE e SE, com intensidade média de 4 m/s (Camargo & Marone 1995).

O regime de marés na costa paranaense é semi-diurno com altura média de sizígia em torno de 1,8 m, sendo que a onda de maré se propaga de sul para norte (Harari & Camargo 1994). Também são comuns alterações não lineares do nível médio do mar, principalmente durante o inverno, atribuídas à passagem de frentes oceânicas e a ventos fortes que geram grandes ondas e causam o empilhamento da massa de água na costa (Marone & Camargo 1994).

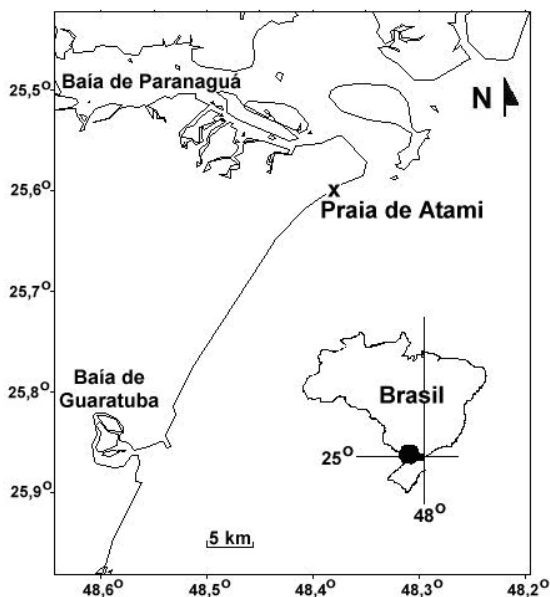


Figura 1 – Localização da praia do balneário de Atami.

A frente meteorológica estudada no presente trabalho ocorreu entre os dias 01 e 04/05/2000 (Fig. 2). Pela velocidade e direção dos ventos (Figs. 3 e 4) o evento pode ser considerado de baixa a moderada intensidade. Uma primeira coleta (pré evento) foi feita durante a maré baixa do dia 19/04/2000, e uma segunda coleta (pós evento) durante a maré baixa do dia 05/05/2000.

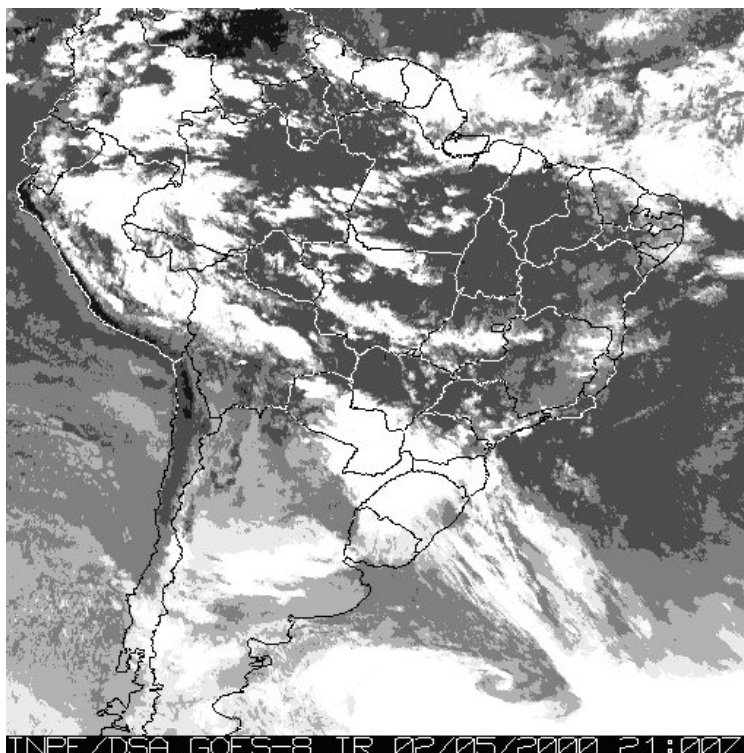


Figura 2 – Passagem de uma frente fria pelo Estado do Paraná no dia 02 de Maio de 2000 às 21 h (Fonte: www.cptec.inpe.br).

As duas coletas, feitas na praia do balneário Atami, consistiram na disposição de 4 transectos perpendiculares à linha da costa e distanciados a 25 m, cada um estendendo-se desde a linha de deposição de detritos até a linha d'água. Ao longo de cada transecto foram distribuídos 10 pontos de amostragem a cada 10 m de distância. O perfil topográfico da praia foi traçado utilizando nível óptico e régua metrada, e os registros de temperatura e salinidade da água na arrebentação foram obtidos com o auxílio de um termosalinômetro indutivo. Uma amostra biológica foi coletada em cada ponto com um cilindro de 25 cm de diâmetro e uma profundidade de penetração de 15 cm. Os organismos coletados foram fixados em formalina 10 % neutralizada para posterior identificação e contagem no laboratório. A abundância de *Callinectes major*, um crustáceo callinassídeo que constrói profundas galerias permanentes na maioria das praias do litoral do Paraná (Souza & Borzone 1996), foi estimada pelo número de orifícios em um marco de 1 m². A abundância das demais espécies foi posteriormente convertida para a área de 1 m².

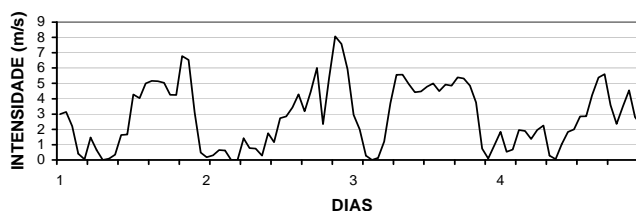


Figura 3 – Registro de intensidade dos ventos durante a passagem da frente meteorológica no período de 01 a 04 de maio de 2000 (dados do LFM/CEM/UFPR).

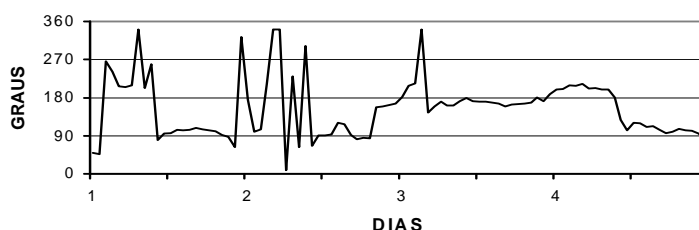


Figura 4 – Registro da orientação dos ventos durante a passagem da frente meteorológica no período de 01 a 04 de maio de 2000 (dados do LFM/CEM/UFPR).

As principais tendências na composição e distribuição da macrofauna bentônica nas duas coletas foram analisadas separadamente utilizando-se a análise de correspondência *detrended* (DCA - método "*detrending*" por segmentos) (Legendre & Legendre 1998). Nesta análise foram selecionadas as espécies seguindo critérios de constância ($> 0,1$) e frequência relativa ($> 0,1\%$), e somadas as abundâncias dos transectos para cada ponto de coleta.

Diferenças na distribuição de algumas espécies características do ambiente estudado foram visualmente analisadas com mapas de isolinhas elaborados a partir da técnica de krigagem (Cressie 1990).

RESULTADOS

A comparação dos perfis topográficos da praia antes e após a passagem da frente mostrou uma suavização do relevo ao longo de todo o perfil, principalmente com o encobrimento da cava que existia anteriormente entre os pontos 6 e 10 (Fig. 5). Valores de temperatura e salinidade não variaram entre os eventos, sendo de 25°C e 37 respectivamente.

As 12 espécies selecionadas para a análise representaram 99,5% do total das espécies encontradas, sendo *Scolecopsis squamata* a espécie mais abundante com 78,8%, seguido de *Tholozodium rhombofrontalis* com 5%, *Excirolana armata* com 4,6%, e completando 11,6% as demais espécies.

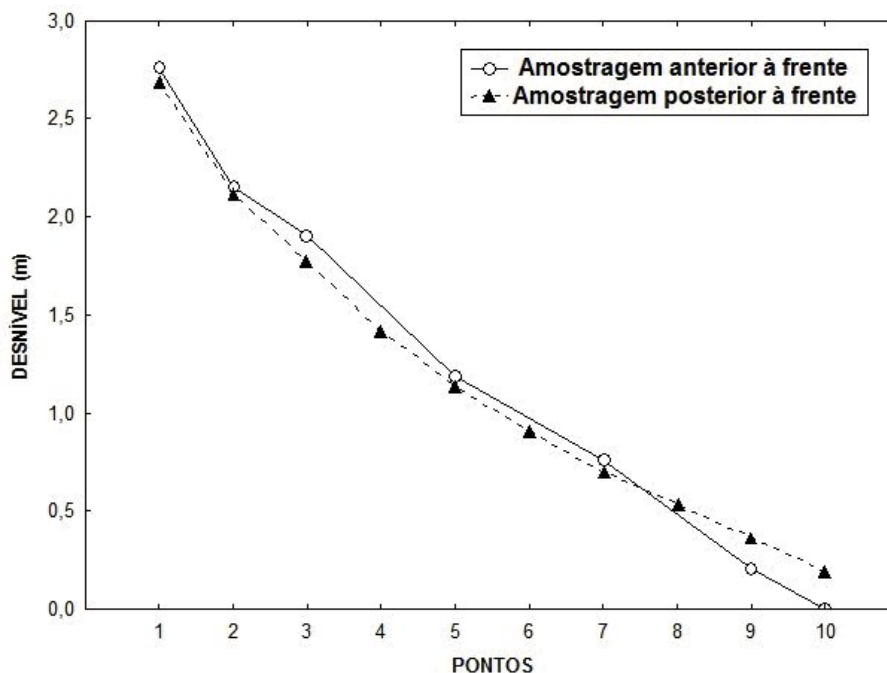


Figura 5 – Variação topográfica do perfil praiado antes e após a passagem da frente meteorológica.

Os resultados do DCA mostraram que houve pouca diferença na distribuição dos organismos entre as duas coletas. De maneira geral, os organismos mantiveram um padrão de zonação na sua distribuição, com um primeiro agrupamento correspondente ao mesolitoral inferior (pontos 9 e 10), um segundo correspondente ao mesolitoral médio (pontos 3 a 8) e um terceiro, correspondendo ao mesolitoral superior (pontos 1 e 2) (Figs. 6 e 7). No entanto, a análise dos dados após a passagem da frente mostrou um menor distanciamento entre estes agrupamentos. Esta menor discriminação estaria associada a pequenas mudanças na abundância e na distribuição de algumas espécies. No mesolitoral médio antes da entrada da frente dominava o poliqueta *S. squamata* e após a frente, houve um aumento das densidades de *Lepidopa* sp., *Bathyporeiapus ruffoi* e *Mesodesma* sp. Da mesma maneira, *T. rhombofrontalis* deslocou-se do mesolitoral superior para o mesolitoral inferior onde estavam *C. major*, *Hemipodia olivieri*, *Puelche* sp. e *Donax gemmula*. As únicas espécies que não apresentaram grandes alterações, permanecendo no mesolitoral superior, foram *Euzonus furciferus*, *E. armata* e *Bledius microcephalus*.

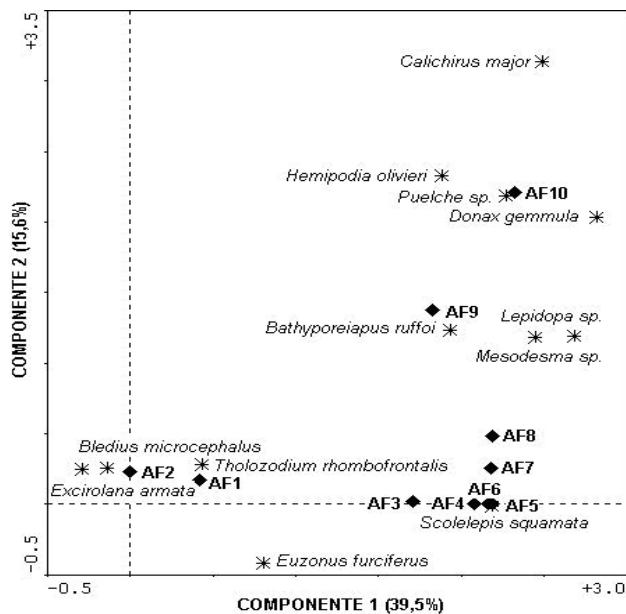


Figura 6 – Resultado do DCA antes da passagem da frente meteorológica. Os números de 1 a 10 indicam os pontos de coleta e os asteriscos indicam as espécies. Os valores das variâncias dos componentes estão expressos em porcentagem.

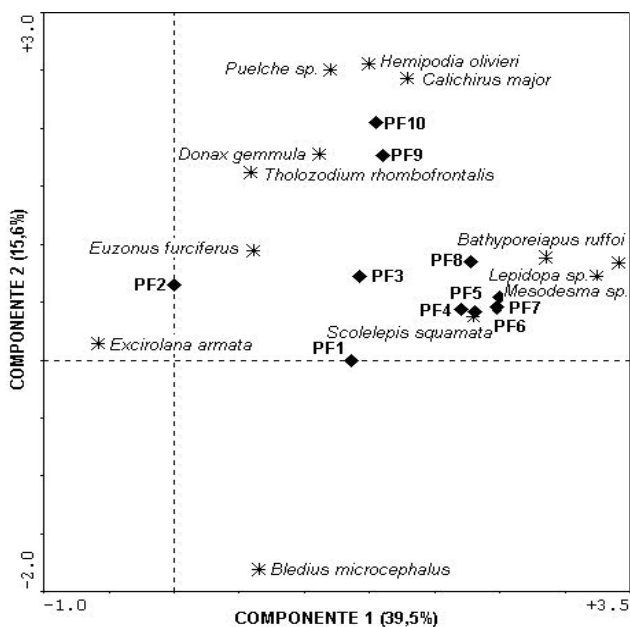


Figura 7 – Resultado do DCA após a passagem da frente meteorológica. Os números de 1 a 10 indicam os pontos de coleta e os asteriscos indicam as espécies. Os valores das variâncias dos componentes estão expressos em porcentagem.

Callichirus major mostrou uma drástica redução das suas abundâncias após a passagem da frente (Fig. 8). Da mesma forma, *Puelche* sp. diminuiu a abundância e ampliou a sua distribuição em outros pontos do perfil (Fig. 9). Por outro lado, o poliqueta *H. olivieri* aumentou sua abundância e mostrou uma distribuição mais esparsa (Fig. 10).

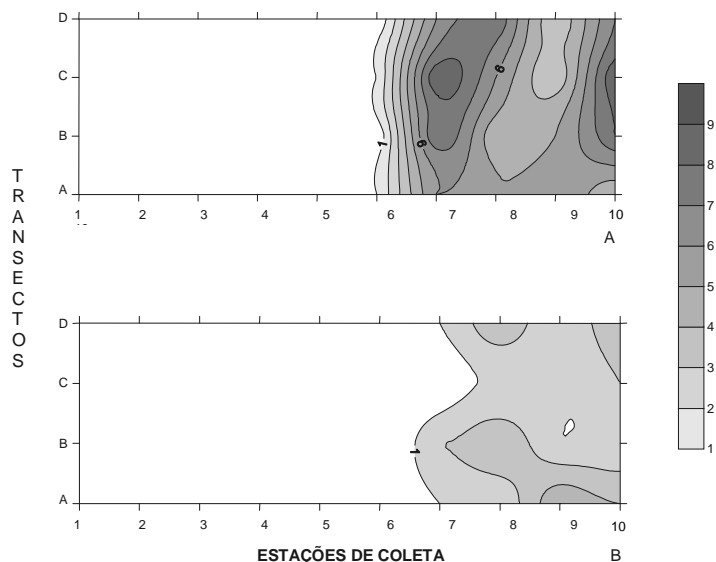


Figura 8 – Abundância (indivíduos/m²) e distribuição de *Callichirus major* na praia de Atami antes (A) e após a passagem da frente meteorológica (B).

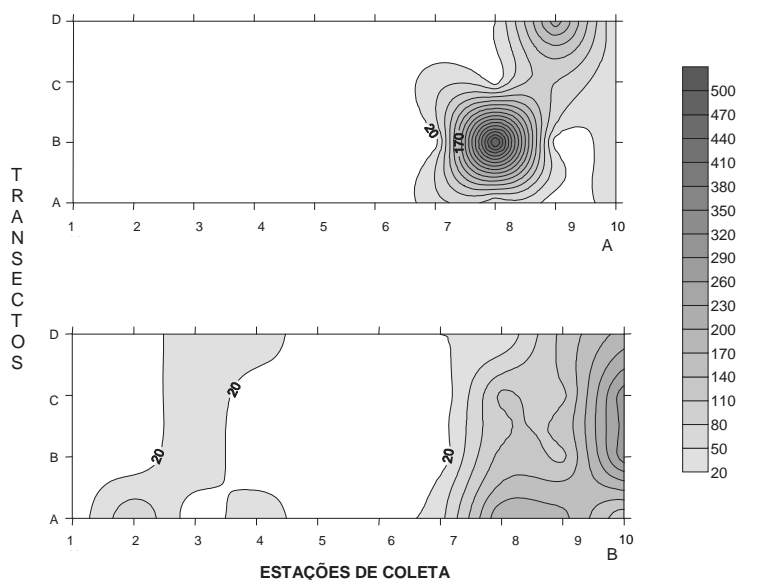


Figura 9 – Abundância (indivíduos/m²) e distribuição de *Puelche* sp. na praia de Atami antes (A); e após a passagem da frente meteorológica (B).

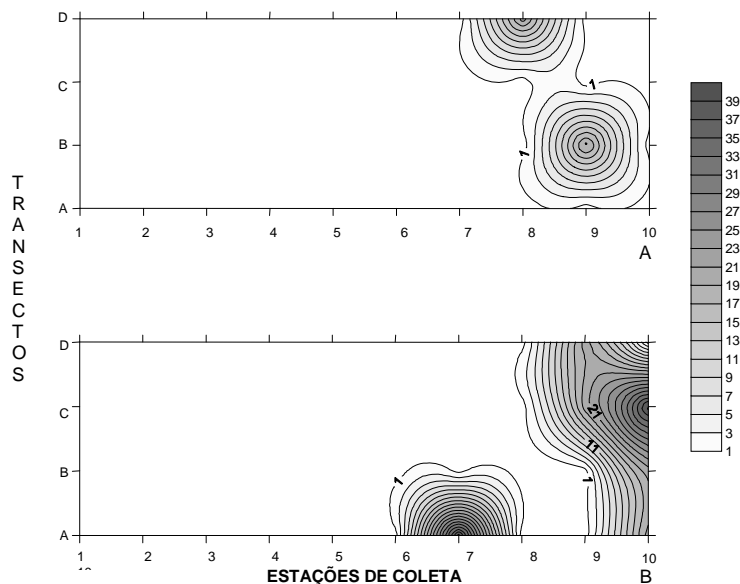


Figura 10 – Abundância (indivíduos/m²) e distribuição de *Hemipodia olivieri* na praia de Atami antes (A) e após a passagem da frente meteorológica (B).

DISCUSSÃO

O acompanhamento da passagem de uma frente meteorológica na praia de Atami mostrou que estes eventos são responsáveis pelo retrabalhamento e transporte de grandes quantidades de sedimento, provocando importantes alterações no perfil praiar. Uma topografia mais complexa, com cavas e cristas, característica de estágios intermediários (*sensu* Short & Wright 1983) evoluiu para uma topografia mais simples, perfil de tempestade, após o evento.

As espécies da macrofauna bentônica mostraram um padrão de distribuição semelhante ao longo dos pontos no perfil, independente da passagem da frente na praia de Atami. Uma discreta ampliação das áreas de distribuição de alguns organismos observada após a passagem da frente pode estar associada à mobilização do sedimento do mesolitoral aos bancos de areia submersos, com o conseqüente aumento da homogeneidade ambiental. A movimentação ativa de organismos como *Lepidopa* sp. e *Mesodesma mactroides*, ativos migradores mareais (Souza & Gianuca 1995), dentro de um ambiente mais homogêneo poderia explicar a ampliação na distribuição de algumas espécies. É importante também não descartar a possibilidade de existir um transporte passivo dos organismos pela própria remoção violenta do sedimento em casos de agitação marítima intensa.

Por outro lado, espécies tubícolas, como o poliqueta *S. squamata* foram pouco afetadas na sua distribuição. No caso específico de *C. major*, a drástica redução das suas abundâncias estaria mais relacionada com a destruição dos orifícios das galerias, por causa da remoção do sedimento, do que ao desaparecimento dos próprios organismos. A recuperação das densidades iniciais de orifícios após duas semanas do evento (obs. pess.) confirma esta hipótese.

De uma maneira geral, pode-se avaliar que os padrões de zonação dos organismos na praia de Atami foram pouco afetados com as mudanças no ambiente físico, provocadas pela passagem da frente meteorológica. Deste modo, a zonação das espécies de praias arenosas com características dissipativas parece não estar associada à variação temporal das características do perfil praiial. Graham *et al.* (1997) acompanharam um evento meteorológico e concluíram que a alta mortalidade de indivíduos adultos da população de *Macrocystis pyrifera* durante um período de tormentas está negativamente correlacionada com a densidade da espécie. Nesse caso, a tempestade tem o papel de promover o controle da comunidade (Graham *et al.* 1997). Simulando uma situação extrema de alteração das características do sedimento pela pesca de *Donax serra*, Schoeman *et al.* (2000) removeram artificialmente grandes quantidades de areia, verificando a recuperação da macrofauna bentônica em um período de 7 a 16 dias após o impacto. No caso onde ocorre a completa remoção do sedimento por erosão, a recuperação da macrofauna bentônica pode levar anos para se restabelecer (Jaramillo *et al.* 1987), indicando que eventos de pequena escala nem sempre alteram significativamente a composição e a zonação desses organismos em praias arenosas.

É importante ressaltar que o fenômeno meteorológico estudado foi de baixa a moderada intensidade, considerando que no outono e na primavera estes eventos geralmente costumam ser de maior intensidade (Soares *et al.* 1997). No entanto, apesar da ocorrência de eventos de maior intensidade, o padrão de zonação da macrofauna bentônica parece ser estável ao longo do ano, como afirmado por Borzone & Souza (1997). Seriam necessários outros estudos para determinar as mudanças que ocorreriam na macrofauna bentônica e o tempo que levaria à recuperação dos padrões de zonação em ocasião da ocorrência de frentes com de alta intensidade e duração.

LITERATURA CITADA

ALVES, P. R. P.; FONSECA, A. L. D. O.; BORZONE, C. A.; LORENZI, L.; BOEHS, G.; GUIMARÃES, C. C. R. P.; PEREIRA Jr., J.; HOFSTAETER, M.; GODEFROID, R. S.; OLIVEIRA, E.; CHRISTO, S. W.; UEJIMA, A. M. K; QUADROS, J.; FERNADEZ, D. R. (1998) Distribuição espacial de *Excirolana braziliensis* e *E. armata* (Isopoda: Cirolanidae) em três praias do litoral Paranaense, Brasil. *Atlântica*, 20: 23-34.

ANGULO, R. J. (1992) Geologia da planície costeira do Estado do Paraná. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

BARROS, F.; BORZONE C. A.; ROSSO, S. (2001) Macroinfauna of six beaches near Guaratuba Bay, Southern Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 44(4): 351-364.

BOCK, M. J.; MILLER, D. C. (1995) Storm effects on particulate food resources on an intertidal sandflat. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 187: 81-101.

- BORZONE, C. A.; SOUZA, J. R. B. (1996) A extração de corrupto (*Callichirus major*) para seu uso como isca em praias do litoral do Paraná. I. Características da pesca. *Nerítica*, 10: 67-77.
- BORZONE, C. A.; SOUZA, J. R. B. (1997) Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. *Oecol. Bras.*, 3:197-212.
- BORZONE, C. A.; SOUZA, J. R. B.; SOARES, A. G. (1996) Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. *Revta. Chilena Hist. Nat.*, 69: 565-577.
- BORZONE, C. A.; TAVARES, Y. A. G.; BARROS, F. (1998) Beach morphodynamics and distribution of *Mellita quinquiesperforata* (Leske, 1778) on sandy beaches of southern Brazil. In: MOOI, R. & M. TELFORD (eds.) *Echinoderms: San Francisco, 9th International Echinoderm Conference*, San Francisco, California. p. 581-586.
- CALLIARI, L. J.; KLEIN, A. H. (1993) Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. *Pesquisas*, 20(1): 48-56.
- CAMARGO, R.; MARONE, E. (1995) Comportamento do vento de superfície em Pontal do Sul (PR, Brasil): análise preliminar. In: *Congresso Latinoamericano de Ciências do Mar, Mar del Plata*. p. 63.
- CRESSIE, N. A. C. (1990) The Origins of Kriging. *Mathematical Geology*, 22: 239-252.
- GRAHAM, M. H.; HARROLD, C.; LISIN, S.; LIGHT, K.; WATANABE, J. M. (1997) Population dynamics of giant kelp *Macrocystis pyrifera* along a wave exposure gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 148: 269-279.
- HARARI, J.; CAMARGO, R. (1994) Simulação da propagação das nove principais componentes de maré na plataforma sudeste brasileira através de modelo numérico hidrodinâmico. *Bol. Inst. Ocean. USP*, 42(1): 35-54.
- HALL, J. A.; FRID, C. L. J. (1998) Colonisation patterns of adult macrobenthos in a polluted North Sea estuary. *Aquat. Ecol.*, 31(3): 333-340.
- JARAMILLO, E.; CROKER, R. A.; HATFIELD, E. B. (1987) Long-term structure, disturbance and recolonization of macroinfauna in a New Hampshire sand beach. *Can. J. Zoo.*, 65(1): 3024-3031.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. (1998) *Numerical Ecology*. Netherlands, Elsevier Science. 852 p.
- MARONE, E.; CAMARGO, R. (1994) Marés meteorológicas no litoral do estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993. *Nerítica*, 8(1-2): 73-85.

POLLOCK, L. W.; HUMMON, W. D. (1971). Cyclic changes in interstitial water content, atmospheric exposure, and temperature in marine beach. *Limnol. Oceanogr.*, 16(3): 522-535.

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

SALVAT, B. (1964) Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sédiments méditerranéens et la répartition verticale de faune endogée. *C.R.* 259: 1576-1579.

SCHOEMAN, D. S.; McLACHLAN, A.; DUGAN, J. E. (2000) Lessons from a disturbance experiment in the intertidal zone of an exposed sandy beach. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 50: 869-884.

SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. (1983) Physical variability of sandy beaches. In: McLachlan & Erasmus (eds), *Sandy Beaches as Ecosystems*. The Hague: Junk, p. 145-156.

SHORT, A. (1994) The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. *Revta. Chilena Hist. Nat.*, 69: 589-604.

STECH, J. L.; LORENZZETTI, J. A. (1992) The response of the south Brazil bight to the passage of wintertime cold fronts. *Journal of Geophysical Research*, 97(C6): 9507-9520.

SOARES, C. R.; BORZONE, C. A.; SOUZA, J. R. B. (1997) Variações morfológicas e sedimentológicas ao longo de um ciclo anual numa praia arenosa no sul do Brasil. *Oecol. Bras.*, 3: 245-258.

SOUZA, J. R. B.; GIANUCA, N. M. (1995) Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. *Sci. Mar.*, 59: 103-111.

SOUZA, J. R. B.; BORZONE, C. A. (1996) Distribuição de Callianassídeos (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) em praia do litoral paranaense, com especial referência a *Callichirus major* (Say, 1818). *Arq. Biol. Tecnol.*, 39 (3): 553-565.

SOUZA, J. R. B.; BORZONE, C. A.; BREY, T. (1998) Population dynamics and secondary production of *Callichirus major* (Crustacea: Thalassinidea) on a southern Brazilian sandy beach. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 46 (2): 43-56.

SOUZA, J. R. B.; BORZONE, C. A. (2000) Population dynamics and secondary production of *Scolelepis squamata* (Polychaeta: Spionidae) in an exposed sandy beach of Southern Brazil. *Bull. Mar. Sci.*, 67(1): 221-233.

TAYLOR, R. B.; FORBES, D. L.; FROBEL, D.; SHAW, R. W. (1997) Shoreline response to major storm events in Nova Scotia. *Climate Change and Climate Variability. Atl. Can.*, 9: 253-267.