



O BENTOS COMO INDICADOR AMBIENTAL: UMA ANÁLISE ESTRUTURAL E FUNCIONAL DA MACROFAUNA DA LAGOA MIRIM (SISTEMA ESTUARINO DE LAGUNA, SC)

Domingos, A. M. ¹

Netto, S. A. ¹

1 - Laboratório de Ciências Marinhas, Universidade do Sul de Santa Catarina, Av. Colombo Sales 84, 88790 - 000, Laguna, Santa Catarina, Brasil. Telefone: 48 3644 2324-andmenegotto@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas possuem uma capacidade inerente de decompor a matéria orgânica no meio natural. Contudo, o aumento da população humana leva, além de uma maior demanda por recursos, a um aumento de resíduos orgânicos provenientes do processo de urbanização que, infelizmente, nem sempre possui um tratamento adequado e, como consequência, são despejados em corpos d'água. Este fato torna - se mais agravante quando a taxa de entrada de dejetos excede a capacidade de decomposição, o que, além das questões de saúde, podem causar profundos danos ecológicos (Townsend *et al.*, 006).

Os estuários, que ao contrário dos outros sistemas marinhos são novos geologicamente (Kaiser *et al.*, 005), já sofrem uma grande influência da ocupação litorânea e de suas consequências. Para avaliar o grau de perturbação destas influências, além de estabelecer estratégias de manejo, muitos autores utilizam os bentos, em especial a macrofauna, como indicadores de qualidade ambiental (Borja & Daurer 2008; Blanchet, *et al.*, 2008; Hale & Heltshe, 2008). Contudo, os ecossistemas estuarinos são considerados como ambientes naturalmente estressantes devido às fortes variações abióticas como o gradiente salino, por exemplo, e isso torna mais difícil separar o estresse natural do antrópico. Além disso, muitas pesquisas de avaliação ambiental focam apenas a estrutura das comunidades ou associações, com resultados limitando - se a uma distribuição espacial e/ou temporal, enquanto aspectos funcionais diretamente relacionados ao papel dos organismos são normalmente negligenciados. O papel individual de cada espécie para a manutenção do funcionamento das comunidades ou ecossistemas não é ainda bem compreendido. Dentro dos sistemas naturais pode haver uma considerável redundância funcional e, portanto, estes sistemas seriam suficientemente robustos contra uma perda moderada de espécies. No entanto, a presença de gradientes ambientais em estuários ou lagoas, juntamente com uma típica baixa diversidade, poderia implicar em baixa redundância e a eliminação de uma

espécie implicaria em alteração funcional. Portanto, para determinação de efeitos antrópicos, o ideal é a utilização combinada de atributos funcionais e estruturais (Elliott & Quintino, 2007).

OBJETIVOS

Este trabalho objetiva analisar os atributos estruturais e funcionais da macrofauna bêntica sublitoral da Lagoa Mirim, no sul de Santa Catarina, e testá - los na avaliação da qualidade ambiental desse ecossistema.

MATERIAL E MÉTODOS

A Lagoa Mirim, sul do estado de Santa Catarina, é a mais interna das três lagoas que compõem Sistema Estuarino de Laguna. As amostragens foram realizadas no mês de agosto de 2008, em 15 pontos sublitorais distribuídos aleatoriamente ao longo da Lagoa. Em cada ponto foram tomadas três amostras para análise da macrofauna (corer de PVC de 15 cm de diâmetro por 10 cm de altura), além de três amostras para análise de sedimento e teores de matéria orgânica. As amostras foram coletadas em profundidades entre 1 metro e 2,5 metros através de mergulho autônomo. Em cada ponto foram registrados, ainda, os parâmetros físico - químicos da água com um multiparâmetro YSI. Em laboratório as amostras de macrofauna foram fixadas com formalina 4%, lavada em peneiras de 1mm e 0,5mm e conservadas e álcool 70%. A triagem foi realizada em um microscópio estereoscópio onde a fauna foi identificada e quantificada. Teores de matéria orgânica foram determinados por combustão (550°C por 1hora).

Para análise dos dados foram utilizadas técnicas estatísticas univariadas. Os descritores univariados para a fauna foram número de espécies (S), densidade(N) e diversidade de Shannon (log'e). Os grupos funcionais foram definidos em guildas de acordo com publicações de Gross *et al.*, (2008), Lana

& Guiss (1991), Bonsdorff & Pearson (1999), Akoumianaki & Nicolaidou (2006). Os taxa sobre o qual não há informações precisas sobre suas alimentações foram classificados como “guilda desconhecida”. Testes para diferenciar a estrutura e guildas da macrofauna, assim como matéria orgânica e dados físico-químicos do ambiente foram realizados utilizando o one-way ANOVA.

As análises de qualidade ambiental da Lagoa foram realizadas a partir dos índices AMBI (Borja, 2000), BENTIX (Simboura & Zanetos, 2002) e BOPA (Dauvin & Ruellet, 2007). A classificação das espécies, para os dois primeiros índices foi baseada na lista de Borja *et al.*, (2000). As espécies não presentes na lista foram classificadas de acordo com Muniz *et al.*, (2005), Ponti & Abbiati (2004) além de outras literaturas: (Hall - Spender *et al.*, 006; Gamenick *et al.*, 996).

RESULTADOS

Os valores de salinidade variaram entre um valor mínimo de 2,23, na desembocadura do Rio D’uma, e máximo de 17,17, próximo ao limite com a Lagoa Imaruí, formando assim, um gradiente salino. Os valores de temperatura não apresentaram diferenciação significativa entre os pontos amostrais, e variaram entre 17°C e 18°C.

Os teores de matéria orgânica foram significativamente diferentes entre os pontos e, mais ainda, os resultados mostraram uma clara diferenciação da Lagoa em duas regiões distintas: a região oeste, onde os valores de matéria orgânica no sedimento foram sempre maiores (máximo 9.8%); e a região leste, com valores sempre menores (mínimo 0.5%). Essa diferenciação, contudo, segue a mesma tendência do sedimento que, como observado em campo, possui uma composição mais fina na primeira região e arenosa na segunda.

A riqueza de espécies também mostrou uma diferença significativa entre os pontos amostrais e entre as mesmas regiões leste e oeste da Lagoa. Os maiores valores de riqueza ocorreram na região leste (junto aos menores valores de matéria orgânica). Esta região caracterizada por menores valores de matéria orgânica e presença de sedimentos mais arenosos é contínua ao cordão arenoso que margeia a porção leste do Sistema Estuarino de Laguna. Por outro lado, é na porção oeste onde predominam os sedimentos finos que são carreados através do rio D’Una.

Os valores de densidade e diversidade também diferiram significativamente entre os pontos amostrais, porém não foi possível observar qualquer tipo de relação com o gradiente salino ou outras variáveis do sedimento.

Dentre os 18 grupos taxonômicos identificados para a macrofauna na Lagoa Mirim, os organismos dominantes foram o ostracoda *Cyprideis* sp., o gastrópoda *Heleobia australis* e o pelecípoda *Erodona mactroides*. A primeira espécie atingiu densidades estimadas em mais de 3 mil indivíduos/m² com valores máximos nas regiões mais interiores da Lagoa, ou seja, próximo do Rio D’uma. O gastrópoda *Heleobia australis*, por sua vez, atingiu valores máximos próximos ao limite entre a Lagoa Mirim e Imaruí, ou seja, a densidade de sua população seguiu a mesma

tendência do gradiente de salinidade, obtendo uma densidade estimada em mais de 2 mil indivíduos/m². Já o bivalve *Erodona mactroides* não apresentou nenhuma relação bem definida com regiões mais internas ou externas ou, ainda, regiões leste ou oeste da Lagoa.

Os grupos funcionais para a fauna foram representados por onívoros, detritívoros, suspensívoros, carnívoros e raspadores. Os grupos dominantes foram detritívoros e raspadores que correspondem à mesma tendência espacial de *Cyprideis* e *Heleobia australis*, respectivamente.

As análises de qualidade ambiental da Lagoa tiveram uma clara influência dos fatores ambientais. Tanto os valores do AMBI quanto do BENTIX consideraram a região leste, mais arenosa, como de melhor qualidade ambiental que a oeste. De acordo com estes índices, a primeira região poderia ser classificada como ligeiramente a moderadamente poluída, enquanto a segunda de moderadamente a extremamente poluída. Estes resultados, no entanto, mostraram uma dependência muito grande do tipo de sedimento da região analisada, impossibilitando seu uso. Estes resultados contradizem o desempenho destes índices para estuários, afirmado por Carvalho *et al.*, (2006), após a utilização do AMBI em Óbidos Lagoon, em Portugal.

A semelhança entre estes índices já havia sido destacada por Blanchet *et al.*, (2008). Contudo, a forte adaptação e resistência dos organismos estuarinos aos gradientes ambientais podem levar a erros de classificação ecológica e, deste modo, estes índices de qualidade ecológica necessitam levar em consideração os gradientes naturais (Fleisher & Zettler, 2009).

O resultado do BOPA, ao contrário dos dois primeiros índices, classifica a Lagoa Mirim como ótima (sem poluição/perturbação) com exceção de duas localidades próximas de residências na região leste. Resultados semelhantes, para estuários, já foram obtidos por Blanchet *et al.*, (2008), que também destacou a independência da composição granulométrica do sedimento para este índice. Além disso, como este índice não calcula a frequência de todas as espécies, mas apenas a razão poliquetas oportunistas/anfípodas. A exclusão das espécies dominantes no cálculo e que são consideradas como oportunistas pelos dois índices anteriores, possibilitou um resultado diferente. Contudo, mesmo este índice deve ser visto com cautela. Isso porque a frequência de anfípodes é dependente da presença de fanerógamas submersas, que são beneficiadas em estágios iniciais/intermediários de eutrofização (Salovius & Bonsdorff, 2004). Deste modo, a caracterização de ambientes “saudáveis” devido a presença de anfípodes torna duvidoso os resultados deste índice.

CONCLUSÃO

A Lagoa Mirim possui uma clara diferenciação lateral nas concentrações de matéria orgânica e tamanho de sedimento. Esta diferenciação permitiu estabelecer duas regiões bem distintas em relação à riqueza dos macrobentos. Os resultados dos índices de qualidade ambiental a partir de atributos funcionais da macrofauna (AMBI, BENTIX e BOPA) foram discrepantes. Os valores do BOPA indicaram boas condições ambientais, ao contrário do AMBI e BENTIX

que sugeriram áreas com moderada poluição. A grande dependência dos índices ao tipo de sedimento e a presença do gradiente salino não auxiliaram na determinação efetiva da presença e/ou grau de poluição na Lagoa Mirim. Os resultados deste estudo deixaram evidente a necessidade de uma maior compreensão sobre a biologia das espécies estuarinas, bem como a análise experimental de processos de enriquecimento orgânico.

REFERÊNCIAS

- Akoumianaki, I. & Nicolaidou, A. 2007.** Spatial variability and dynamics of macrobenthos in a Mediterranean delta front area: The role of physical processes. *Journal of Sea Research* 57: 47–64.
- Blanchet, H.; Lavesque, N.; Ruellet, T.; Dauvin, J.C.; Sauriau, P.G.; Desroy, N.; Desclaux, C.; Leconte, M.; Bachelet, G.; Janson, A. - L.; Bessineton, C.; Duhamel, S.; Jourde, J.; Mayot, S.; Simon, S. & Montaudouin, X. de. 2008.** Use of biotic indices in semi - enclosed coastal ecosystems and transitional waters habitats—Implications for the implementation of the European Water Framework Directive. *Ecological Indicators*. Volume 8: 360 - 372.
- Bonsdorff, E. & Pearson, T. H. 1999.** Variation in the sublittoral macrozoobenthos of the Baltic Sea along environmental gradients: A functional - group approach. *Australian Journal of Ecology* 24: 312 - 326.
- Borja, A. & Dauer, D. M. 2008.** Assessing the environmental quality status in estuarine and coastal systems: Comparing methodologies and indices. *Ecological Indicators* 8: 331 - 337.
- Borja, A.; Franco, J. & Pérez, V. 2000.** A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft - Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. *Marine Pollution Bulletin* Vol. 40, No. 12: 1100 - 1114.
- Carvalho, S.; Gaspar, M.B.; Moura, A.; Vale, C.; Antunes, P.; Gil, O.; Fonseca, L.C.; Falcão, M. 2006.** The use of the marine biotic index AMBI in the assessment of the ecological status of the Óbidos lagoon (Portugal). *Marine Pollution Bulletin* 52: 1414–1424.
- Dauvin, J.C. & Ruellet, T. 2007.** Polychaete/amphipod ratio revisited. *Marine Pollution Bulletin* 55: 215–224.
- Elliott, M. & Quintino, V. 2007.** The Estuarine Quality Paradox, Environmental Homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Marine Pollution Bulletin* 54: 640–645.
- Fleischer, D. & Zettler, M.L. 2009.** An adjustment of benthic ecological quality assessment to effects of salinity. *Marine Pollution Bulletin* 58: 351–357.
- Garnenick, I.; Jahn, A.; K. Vopel; Giere, O. 1996.** Hypoxia and sulphide as structuring factors in a macrozoobenthic community on the Baltic Sea shore: colonisation studies and tolerance experiments. *Mar Ecol Prog Ser*. Vol. 144: 73–85.
- Gross, M.; Minati, K.; Danielopol, D.L. & Piller, W.E. 2008.** Environmental changes and diversification of *Cyprideis* in the Late Miocene of the Styrian Basin (Lake Pannon, Austria). *Senckenbergiana lethaea* 88: 161–181.
- Hale, S.S. & Heltshe, J.F. 2008.** Signals from the benthos: Development and evaluation of a benthic index for the nearshore Gulf of Maine. *Ecological Indicators* 8: 338 - 350.
- Hall - Spencer, J.; White, N.; Gillespie, E.; Gillham, K.; Foggo, A. 2006.** Impact of fish farms on maerl beds in strongly tidal areas. *Mar Ecol Prog Ser*. Vol. 326: 1–9.
- Kaiser, M.J.; Attrill, M.J.; Jennings, S.; Thomas, D.N.; Barnes, D.K.A.; Brierley, A.S.; Polunin, N.V.C.; Raffaelli, D.G.; Williams, P.J. le B. 2005.** *Marine ecology: processes, systems, and impacts*. 5^a ed. Oxford University Press. New York. 557 p.
- Lana, P.C. & Guiss, C. 1991.** Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranagua Bay (southeastern Brazil). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 73: 231 - 244.
- Muniz, P.; Venturini, N.; Pires - Vanin, A.M.S.; Tommasi, L. R.; Borja, Á. 2005.** Testing the applicability of a Marine Biotic Index (AMBI) to assessing the ecological quality of soft - bottom benthic communities, in the South America Atlantic region. *Marine Pollution Bulletin* 50: 624–637.
- Ponti, M. & Abbiati, M. 2004.** Quality assessment of transitional waters using a benthic biotic index: the case study of the Pialassa Baiona (northern Adriatic Sea). *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 14: S31–S41.
- Salovius, S. & Bonsdorff, E. 2004.** Effects of depth, sediment and grazers on the degradation of drifting filamentous algae (*Cladophora glomerata* and *Pilayella littoralis*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 298: 93 - 109.
- Simboura, N. & Zenetos, A. 2002.** Benthic indicators to use in Ecological Quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new Biotic Index. *Mediterranean Marine Science* Vol. 3/2: 77 - 111.
- Townsend, C.R.; Begon, M. & Harper, J.L. 2006.** *Fundamentos em ecologia*. 2^a ed. Porto Alegre, Ed. Artmed. 592 p.