

ISSN: 1679-3013

D.O.I.: 10.5914/1679-3013.0063.

COLONIZAÇÃO DE ORGANISMOS INCRUSTANTES SÉSSEIS E PERFURANTES EM SUBSTRATO ARTIFICIAL NA REGIÃO ESTUARINA DA LAGOA DOS PATOS, SOB A INFLUÊNCIA DO FENÔMENO *EL NIÑO*.Carla Luciana Teixeira dos **SANTOS**Carlos Emílio **BEMVENUTI**

Recebido em: 09/09/2011

Aceito em: 23/04/2012

ABSTRACT

Monthly and seasonal occurrence and density of both fouling and boring macrobenthic fauna were analyzed from July 2009 to June 2010 inside the Patos Lagoon estuarine region, utilizing pine-wood panels as substrate. Sampling period was marked by the occurrence of an El Niño (ENSO) phenomenon, when spring and summer presented salinity values far below the regional means. This low salinity period determined extremely low densities of the barnacle *Balanus improvisus*, the occurrence of the fresh water invasive bivalve *Limnoperna fortunei* and the absence of boring species. Under *El Niño* situations, patterns of larvae settlement and consequent community composition are very different from that observed in periods of non-occurrence of this stochastic phenomenon.

Keywords: seasonal, fouling fauna, boring fauna, salinity, ENSO *El Niño*

RESUMO

Foi analisada de julho de 2009 a junho de 2010 a ocorrência e densidade mensal e sazonal dos organismos incrustantes sésseis e perfurantes no estuário da Lagoa dos Patos, utilizando-se como substrato painéis de madeira de pino. O período experimental foi marcado pela ocorrência do fenômeno *El Niño* (ENSO), tendo a primavera e o verão apresentado valores de salinidade abaixo das médias regionais, o que refletiu em densidades muito baixas do cirripédio *Balanus improvisus*, no aparecimento do bivalvo de água doce *Limnoperna fortunei*, e na ausência de organismos perfurantes. Nestas situações de *El Niño* os padrões de assentamento e a composição dessas comunidades foram diferentes das observadas em situações de não ocorrência do fenômeno.

Palavras-chave: sazonal, incrustantes, perfurantes, salinidade, *El Niño*

INTRODUÇÃO

Os estuários caracterizam-se como sistemas naturalmente estressados devido à elevada amplitude e variabilidade, e baixo grau de previsibilidade das flutuações ambientais (WILSON e JEFFREY, 1994). Essas condições dificultam a sobrevivência dos invertebrados bentônicos, geralmente de baixa mobilidade, o que determina que esses organismos sejam muito susceptíveis a flutuações nas características ambientais como temperatura, salinidade e tipo de substrato (WEISBERG et al., 1997).

A região estuarina da Lagoa dos Patos apresenta condições ambientais rigorosas. Devido à reduzida influência das marés astronômicas no canal de acesso e no estuário, a distribuição de salinidade não tem forte correlação com a variabilidade de maré, mas se correlaciona com as condições meteorológicas, principalmente a intensidade das chuvas e a direção e força dos ventos, sendo o regime de vazante predominante em relação ao regime de enchente (GARCIA, 1997). Durante épocas de muita chuva, quando predominam ventos do quadrante nordeste, a salinidade pode apresentar registros em torno de zero por longos períodos; já em períodos de menor pluviosidade, com menor

nível de água e ventos do quadrante sul, é maior o ingresso de águas de origem marinha e a salinidade atinge valores que frequentemente ultrapassam 20 (MÖLLER e FERNANDES, 2010; GARCIA et al., 2003).

Flutuações climáticas sazonais condicionam a maioria dos processos físicos e biológicos na região. A temperatura aumenta a partir do final da primavera e o início do verão, ocasionando um acréscimo da atividade reprodutiva da maioria da macrofauna bentônica estuarina, tanto em fundos moles (BEMVENUTI 1997; 1987) como em substratos consolidados (CAPÍTOLI, 1997). Como consequência, verifica-se um aumento na abundância e diversidade do macrobentos, acompanhado por um incremento qualitativo na ocorrência e atividade dos macropredadores, o que intensifica as interações biológicas (BEMVENUTI, 1997; CAPÍTOLI, 1997). Esse padrão climático, e consequentemente a atividade biológica, é alterada quando há a influência do fenômeno *El Niño* sobre o ciclo hidrológico do estuário.

O *El Niño* - Oscilação Sul (ENSO) é um evento de padrões climáticos que ocorre em intervalos de 3-7 anos. O fenômeno se refere a um aquecimento da bacia do Pacífico tropical, em associação com um enfraquecimento dos ventos alísios. Mudanças meteorológicas induzidas pelos eventos de *El Niño* são sentidas em todo o mundo, variando muito em intensidade e com importantes implicações para a dinâmica dos ecossistemas aquáticos, aumentando a pluviosidade no sul do Brasil (CAVIEDES 2001; ENFIELD 2001; ARNTZ, 1986).

Eventos de *El Niño* estão associados a excesso de chuva no sul do Brasil, Uruguai e nordeste da Argentina, o que afeta diretamente o fluxo de escoamento de grandes rios da região, como ocorre na Lagoa dos Patos (GARCIA et al., 2004; GARCIA et al., 2003; GRIMM, FERRAZ e GOMES, 1998).

O estuário da Lagoa dos Patos é dominado, em extensão, por fundos moles. Apesar disso existe uma parcela considerável de estruturas consolidadas submersas permanentemente. Rochedos de proteção erosiva, trapiches, piers do porto, e os molhes da desembocadura da Lagoa estão entre as estruturas rígidas colonizadas por organismos incrustantes na região (CAPÍTOLI, 1997).

As comunidades incrustantes são compostas por organismos de diversos grupos taxonômicos, sendo dominadas, em regiões estuarinas, por formas sésseis e de hábito alimentar suspensívoro, como cirripédios, hidróides, mexilhões, e formas de baixa mobilidade, como gastrópodes, anfípodes, isópodes e poliquetas (DAY et al., 1989).

Dois estudos abordaram a dinâmica de colonização das incrustações biológicas na região estuarina da Lagoa dos Patos. Capítoli (1983) utilizando placas de cerâmica acompanhou a dinâmica de colonização e o desenvolvimento da comunidade incrustante, enquanto que Gomes-Filho (2001), utilizando o mesmo tipo de placas avaliou o efeito dos predadores sobre a dinâmica temporal das incrustações biológicas. Apesar desses estudos, não existem, até o momento, publicações sobre a sequência temporal de colonização de organismos incrustantes sésseis na região estuarina da Lagoa dos Patos.

Pertencentes à fauna de incrustantes sésseis observam-se na região do estuário da Lagoa dos Patos o crustáceo cirripédio *Balanomorpha Balanus improvisus*, o bivalvo exótico *Limnoperna fortunei*, e pertencentes à fauna de perfurantes, o bivalvo *Bankia fimbriatula*. Exclusivamente nos molhes da desembocadura do estuário, em períodos de estiagem, com permanência de águas de alta salinidade, pode haver a colonização do substrato pelos moluscos incrustantes *Perna perna* e *Brachidontes darwinianus* e por cirripédios do gênero *Megabalanus*.

Estruturas de madeira, como embarcações, diques, cais e trapiches, são comumente incrustadas por cirripédios, como *B. improvisus*, e corroídos pelos xilófagos ou perfurantes marinhos. Na região estuarina da Lagoa dos Patos, *B. improvisus* foi registrado por Bemvenuti, Capítoli e Gianuca (1978), Capítoli, Bemvenuti e Gianuca (1978), Capítoli (1983), Gomes-Filho (2001) e por Bemvenuti e Netto (1998). Este

último estudo mostrou que a espécie ocorre em densidades consideráveis ao longo de toda a região estuarina e pré-límnica da laguna.

Foram observados no estuário da Lagoa dos Patos dois importantes eventos: a invasão do bivalvo incrustante *L. fortunei* durante a prevalência do fenômeno *El Niño* entre 2002 e 2003; e a infestação do bivalvo *B. fimbriatula* sob salinidades moderadas ou elevadas entre 2004 e 2005 (BEMVENUTI e COLLING, 2010).

A presença de altas concentrações de *L. fortunei* acarreta danos graves ao funcionamento de sistemas de captação de água, como: diminuição do diâmetro e entupimento de encanamentos, diminuição da velocidade da água, acumulação de conchas vazias, contaminação da água por eventos de mortalidade em massa e entupimento de filtros (DARRIGRAN, 2000; CAPÍTOLI, COLLING e BEMVENUTI, 2008). Da mesma forma, a perfuração de estruturas de madeira por *Bankia fimbriatula* sob condições de severa infestação, tal como foi registrada na região estuarina da lagoa dos Patos em 2004-2005, provocam sérios danos nos trapiches e cascos de embarcações dos pescadores artesanais (BEMVENUTI e COLLING, 2010). Nenhuma madeira encontrada na natureza se mostrou imune à atividade destrutiva dos organismos perfurantes, como os moluscos bivalves pertencentes à família Teredinidae (FERNANDES e COSTA, 1967; NAIR, 1962).

Considerando a importância ecológica e sócio-econômica dos organismos incrustantes sésseis e perfurantes na região, objetivou-se neste trabalho acompanhar a periodicidade mensal e sazonal do assentamento desses organismos, utilizando substratos de madeira na área estuarina da Lagoa dos Patos.

ÁREA DE ESTUDO

A Lagoa dos Patos, localizada no extremo sul do Brasil, no estado do Rio Grande do Sul, é a maior laguna estrangulada do mundo (~10000 km²) (KJERFVE, 1986). Sua área estuarina apresenta limite médio até a Ponta da Feitoria, podendo se estender até a parte norte da laguna, ou ficar restrita à desembocadura na Barra do Rio Grande (figura 1), sendo essa extensão definida pela entrada de água salgada do mar para o interior da laguna (MÖLLER, CASTELLO e VAZ, 2009).

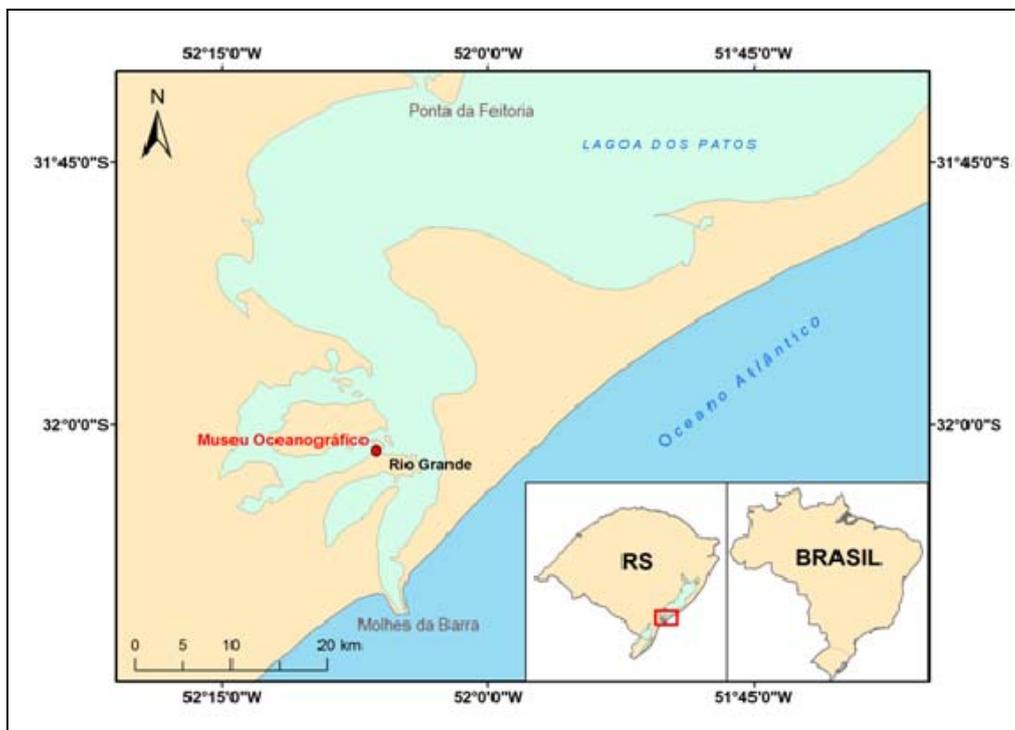


Figura 1 – Região estuarina da Lagoa dos Patos e localização da área de estudo: Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios, Rio Grande, RS.

Foi desenvolvido um experimento no trapiche do Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios, na cidade de Rio Grande – RS (32°01'521S e 052°06'358W), localizado a aproximadamente 17,5 km dos Molhes da Barra, onde a laguna comunica-se com o meio marinho, e à beira do canal de acesso às enseadas rasas e semi-fechadas. Essas últimas, com profundidade média de 2 m, se caracterizam por mudanças rápidas e intensas nos valores de salinidade (CAPÍTOLI, 1983) (figura1).

O regime de temperatura regional é função da estação do ano e do número e intensidade de passagem das frentes polares. A temperatura média anual varia entre 19° e 17°, e as médias mensais mais baixas e mais altas variam entre 13° e 24°, em julho e em janeiro, respectivamente. A precipitação pluviométrica anual varia marcadamente a cada ano. A precipitação média mensal é maior durante o inverno e a primavera (junho a outubro), entretanto, altas precipitações podem ocorrer no verão, quando a precipitação diária ocasionalmente ultrapassa 100mm (KLEIN, 1998).

A salinidade no estuário segue um padrão sazonal, atingindo facilmente valores acima de 20 no final da primavera e no verão, devido à baixa descarga fluvial. Fluxos de vazante, derivados do aumento da descarga fluvial, reduzem a salinidade no inverno, quando a variável pode manter-se zero durante vários dias. Em abril e maio a salinização das águas vai se intensificando gradualmente (MÖLLER e FERNANDES, 2010, BEMVENUTI e COLLING, 2010).

Na Lagoa dos Patos, a variabilidade interanual da pluviosidade e da descarga de água continental está associada ao fenômeno de *El Niño*, o que proporciona alta precipitação no verão e no outono (MARENGO, 2007). O aumento das chuvas faz com que a descarga continental exceda bastante as médias, o que se reflete em valores muito baixos de salinidade, afetando o crescimento e a biomassa da maioria das espécies, e assim controlando sua composição e abundância (GARCIA et al., 2003a, ODEBRECHT et al., 2010).

MATERIAL E MÉTODOS

Trabalho de campo e laboratório

Foram utilizados como substrato painéis de madeira de pinho, seguindo a recomendação de Manyak (1982), sendo cada painel composto por oito lâminas com cerca de 8mm de espessura, sobrepostas horizontalmente, presas por lacres plásticos, e transpassadas por cabos de náilon. Cada painel, de formato cúbico, apresentava as seguintes dimensões: 22 cm x 22 cm nas faces superior e inferior; e 22 cm x 7 cm nas faces laterais. Os mesmos foram submersos, amarrados um a um às colunas do trapiche através de cabos de náilon fixos a poitas de concreto de aproximadamente 10 kg cada uma, ancoradas para evitar movimentação ao sabor das correntes.

Foram montadas séries de coletores para o acompanhamento da dinâmica mensal e da colonização sazonal, tendo o experimento durado de junho de 2009 a maio de 2010. Cada série temporal foi formada por quatro painéis. Desse modo, inicialmente foram implantados 8 painéis, dos quais 4 eram trocados a cada mês (série mensal, permanecendo submersos por cerca de 30 dias) e 4 substituídos ao final de cada estação (série sazonal, submersos por cerca de 90 dias).

Para que os painéis não ficassem expostos nos períodos de redução da altura da coluna d'água, os suportes foram mantidos aproximadamente a 1 m do fundo, abaixo do limite mínimo da coluna d'água (figura 2).

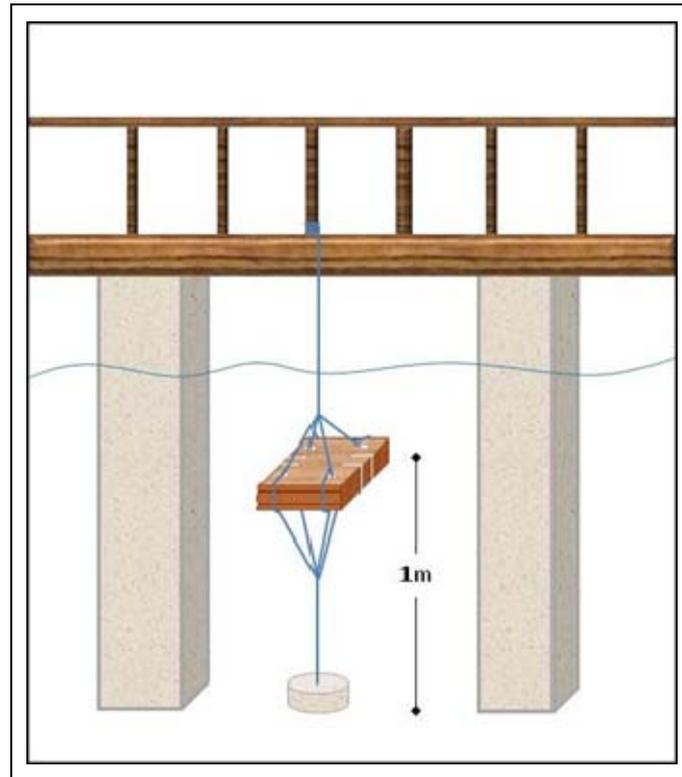


Figura 2 – Desenho esquemático de um painel implantado no trapiche do Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios, Rio Grande, RS.

As amostragens realizadas tiveram caráter destrutivo, sendo as placas amostradas retiradas e não mais reaproveitadas em amostragens posteriores.

Utilizou-se um total de 64 painéis, sendo 48 referentes às coletas mensais e 16 às coletas sazonais. Durante as atividades em campo os painéis retirados foram acomodados em sacos plásticos, devidamente etiquetados. Em laboratório foram fixados em formalina 10% para posterior quantificação dos organismos sésseis aderidos ao painel. A contagem dos indivíduos foi efetuada com o auxílio de lupa binocular e uma grade dividida em quadrados de 1 cm X 1 cm, onde eram sorteados 40 quadrados de 1cm² nas faces superior e inferior e 14 quadrados nas faces laterais, o equivalente a 10% da área de cada face. Nos quadrados sorteados, também foi estimado o tamanho dos organismos para o acompanhamento das variações de tamanho dos mesmos, medindo-se alguns indivíduos no diâmetro basal, no sentido rostro-carinal.

Medidas diárias de salinidade e temperatura foram efetuadas no local do experimento, utilizando-se, respectivamente, um refratômetro ótico portátil e um termômetro de mercúrio, com escala de -5 a 60 °C.

Médias semanais e sazonais, e desvio padrão de salinidade e temperatura estuarina foram calculados a partir dos valores registrados diariamente no local de coleta.

Dados de precipitação acumulada (mm) para a região da Lagoa dos Patos (estação de coleta de dados localizada na Ilha da Pólvora, em frente ao Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios) obtidos a partir da página da WEB (site) (<http://clima1.cpteq.inpe.br/>) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Análise dos dados

Para cada painel foram estimadas as densidades de indivíduos por centímetro quadrado, e para a sua estimativa de cobertura foi registrada a presença dos organismos no interior de cada um dos quadrados sorteados. Para a realização das análises

estatísticas foram utilizados os programas STATISTICA® versão 7.0 e PAST® versão 1.90.

Inicialmente se testou a normalidade e a homogeneidade dos dados através do teste de Komolgorov-Smirnov. Constatada a existência dos pré-requisitos citados, não foi necessária a realização de nenhuma transformação dos dados.

Para verificar a existência de diferenças significativas nos valores médios de densidade entre os meses e entre as estações do período experimental foram realizadas análises de variância (ANOVA) de uma via para a comparação entre os meses e entre as estações. Os testes post-hoc foram escolhidos baseados no comportamento dos dados e na clareza de sua interpretação. Foi utilizado o teste de Fisher para a comparação entre os meses, e o teste de Tukey para a comparação entre as estações.

A análise de agrupamento (CLUSTER) foi realizada com base em uma matriz de similaridade (para os meses) calculada pela distância euclidiana, através do método de Ward. Este método tende a resultar em agrupamentos de tamanhos aproximadamente iguais devido a sua minimização de variação interna (HAIR et al., 2005). Em seguida, a análise de similaridade (ANOSIM) foi empregada para avaliar a significância dos agrupamentos formados no dendrograma fornecido pela análise de agrupamentos. Para todos os testes o nível de significância adotado foi de 0,05.

RESULTADOS

Variáveis ambientais

Os registros de salinidade mostraram uma grande variabilidade sazonal (tabela 1) e mensal (figura 3).

Tabela 1 – Valores médios e de desvio padrão sazonais de salinidade e temperatura registrados no trapiche do Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios, Rio Grande, RS, ao longo do período experimental.

Estação	Inverno/09	Primavera/09	Verão/10	Outono/10
Salinidade	15,79	0,53	5,55	9,06
	±7,05	±0,92	±6,43	±5,25
Temperatura	13,5	19,66	24,20	18,47
	±0,94	±2,34	±1,00	±3,05

A salinidade foi marcadamente maior ao longo do período de inverno de 2009, quando foi observado o maior valor médio sazonal. Já na primavera de 2009, a salinidade foi notadamente menor, permanecendo com valor 0,00 durante a maior parte desse período. O verão de 2010 também apresentou baixos valores da variável, havendo uma elevação a partir da segunda semana de março de 2010. Durante o outono de 2010 houve grande oscilação na salinidade.

Um padrão sazonal foi observado nos valores de temperatura da água, com mínimas ocorrendo no inverno e máximas no verão.

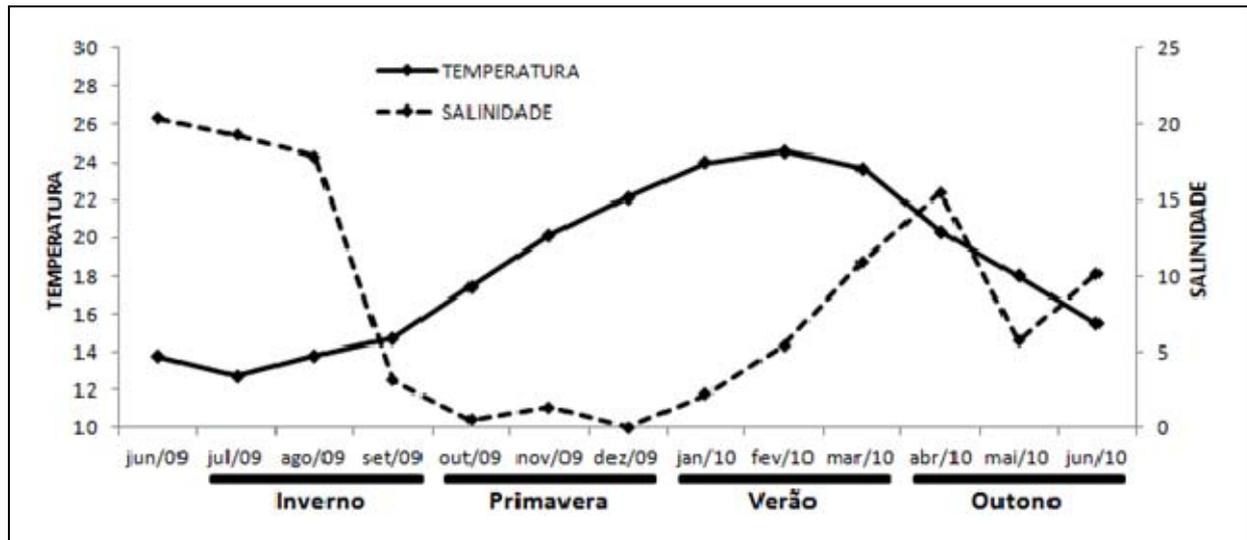


Figura 3 – Variação das médias mensais de temperatura e salinidade no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, Rio Grande, RS, ao longo do período de junho de 2009 a junho de 2010.

A maior quantidade de chuva acumulada foi observada no mês de dezembro de 2009, enquanto julho e agosto de 2009 e abril e maio de 2010 foram os meses com menores valores de precipitação acumulada (tabela 2).

Tabela 2 – Precipitação acumulada (mm) para a região da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul) ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.

Ano	2009						2010					
Meses	Ju l	Ag o	Se t	Ou t	No v	De z	Ja n	Fe v	Ma r	Ab r	Ma i	Ju n
Precipitação acumulada (mm)	66	63	19 8	27 2	12 0	35 2	15 6	17 3	16 7	68	69	12 0

Fonte: INPE (<http://clima1.cpteq.inpe.br/>)

Macrozoobentos

Variações mensais

O bivalvo *Bankia fimbriatula* não ocorreu durante o desenvolvimento do experimento, tendo sido observados apenas o cirripédio *Balanus improvisus* e o bivalvo *Limnoperna fortunei*.

Exemplares de *L. fortunei* foram encontrados durante os meses de novembro e dezembro de 2009 e janeiro de 2010, com densidades médias de 52, 108 e 22 ind./painel. A avaliação da cobertura e da densidade desses organismos não foi realizada devido ao reduzido número de meses em que os animais foram observados, o que não seria adequado para a realização de análises e testes estatísticos.

A densidade média de *B. improvisus* apresentou grandes variações entre os meses do experimento (figura 4).

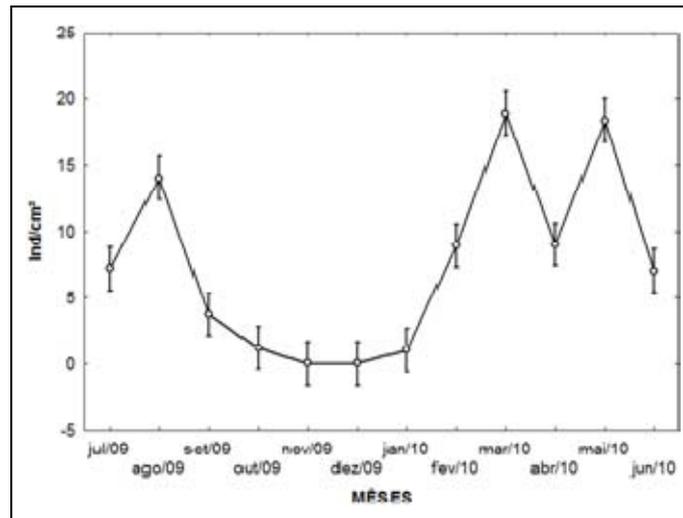


Figura 4 – Média e desvio padrão da densidade de *Balanus improvisus* (ind./cm²) no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, Rio Grande, RS, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.

A partir da análise de variação dos valores de densidade média observou-se que os meses de março e maio de 2010, apresentaram densidades significativamente mais elevadas no período, seguidos por agosto, que também apresentou valores significativamente mais elevados que os demais meses. Nesses meses foram observados também os maiores registros de salinidade e temperaturas sempre acima de 15°. Os meses de julho de 2009 e fevereiro, abril e junho de 2010, apresentaram valores intermediários de densidade e não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si. Coincidente com o período de baixa salinidade e aumento da temperatura (figura 3), as densidades caíram de forma significativa a partir do mês de setembro, culminando com os menores valores entre outubro de 2009 e janeiro de 2010 (figura 4).

Foram observados indivíduos com tamanhos entre 1,0 mm e 5,0 mm nos dois primeiros meses de coleta. A partir de setembro até dezembro de 2009, foi mais comum a presença de indivíduos menores que 1,0 mm. Em janeiro, fevereiro e abril de 2010 observaram-se indivíduos novamente com tamanhos entre 1,0 mm e 5,0 mm. Em março e maio do mesmo ano foram frequentes os indivíduos com até 10,0 mm, enquanto em junho voltaram a apresentar tamanhos menores que 1 mm.

Ao longo dos meses de setembro a dezembro de 2009, as baixas densidades e o menor tamanho dos indivíduos em relação ao observado nos outros meses resultaram em menores áreas de recobrimento do substrato.

Em novembro e dezembro, a área recoberta nos painéis não ultrapassou 5%. Em setembro e outubro, aproximadamente 50% do substrato foi recoberto por *B. improvisus*, assim como em janeiro, mesmo esse último mês tendo apresentado indivíduos de maior tamanho. Em julho de 2009 e junho de 2010 a área recoberta nos painéis foi de aproximadamente 80%. Nos meses restantes o percentual de cobertura ultrapassou os 90% (figura 5).

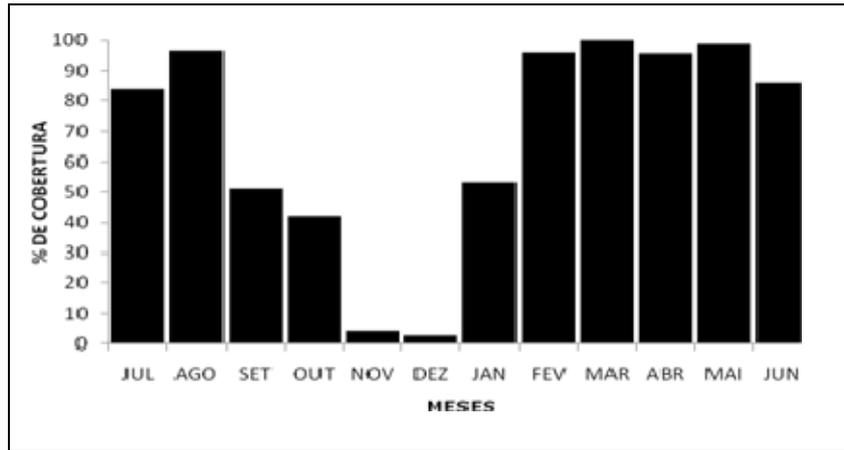


Figura 5 – Porcentagem da área recoberta por *Balanus improvisus* nos painéis fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, Rio Grande, RS, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.

Observa-se no dendrograma, considerando um ponto de corte de 56%, a formação de dois grandes grupos, em que os meses de agosto de 2009 e março e maio de 2010 ficaram isolados dos demais. Considerando um ponto de corte de 77%, distinguem-se mais dois agrupamentos: um formado pelos meses de julho de 2009 e fevereiro, abril e junho de 2010, e outro contendo os meses de setembro de 2009 a janeiro de 2010 (figura 6). A análise de similaridade (ANOSIM) para os três grupos formados (corte de 77%) apresentou um R de 0,9798, com $p < 0,0001$ (tendo sido feitas 10000 permutações), indicando que a formação dos grupos foi consistente, e que a similaridade entre os meses foi elevada.

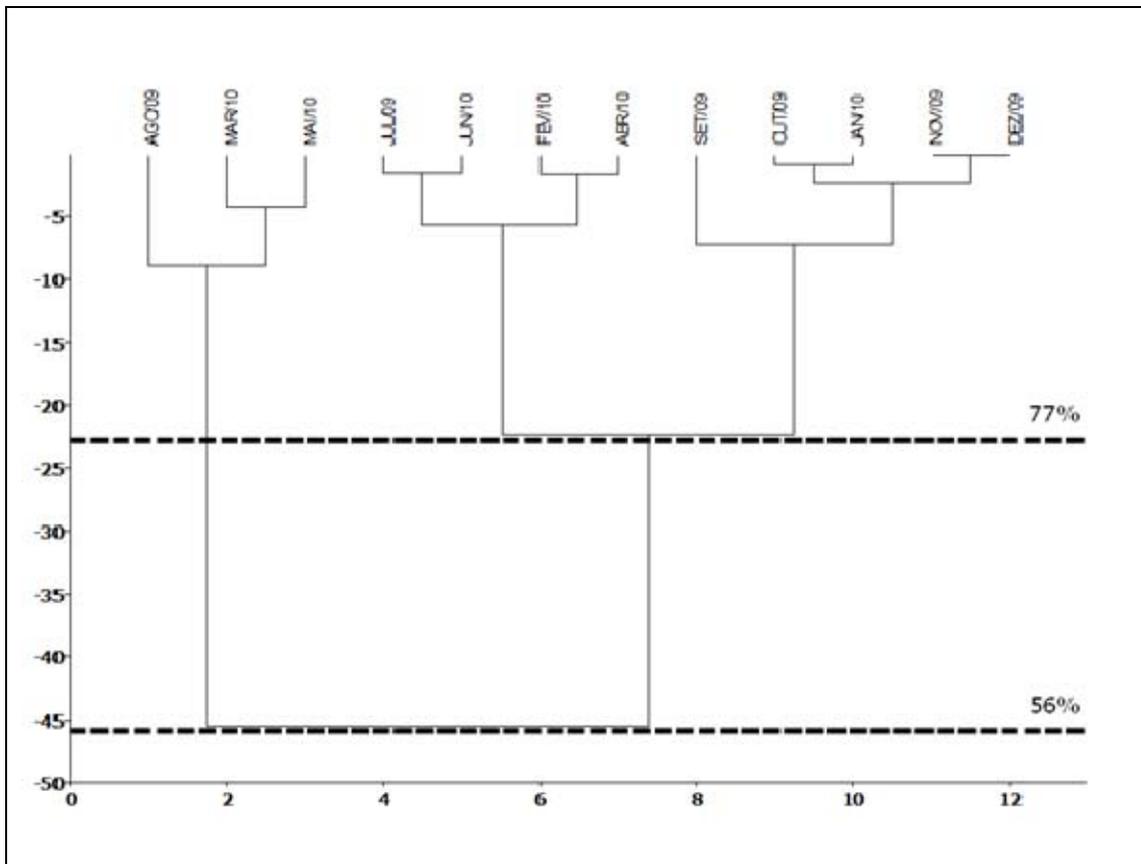


Figura 6 – Agrupamento das densidades de *Balanus improvisus* nos painéis mensais fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, Rio Grande, RS, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.

Variações sazonais

Variações na densidade média de *B. improvisus* foram observadas entre as estações do ano ao longo do experimento. O inverno de 2009 apresentou densidades significativamente maiores que a primavera ($p < 0,0002$), a qual mostrou os menores valores de densidade (figura 7), o que fez com que ela fosse significativamente diferente das demais ($p < 0,0003$). O verão de 2010 apresentou valores de densidade média similares aos do inverno de 2009. Já o outono de 2010 apresentou densidades semelhantes ao inverno de 2009, porém foi significativamente maior que o verão de 2010 ($p < 0,04$).

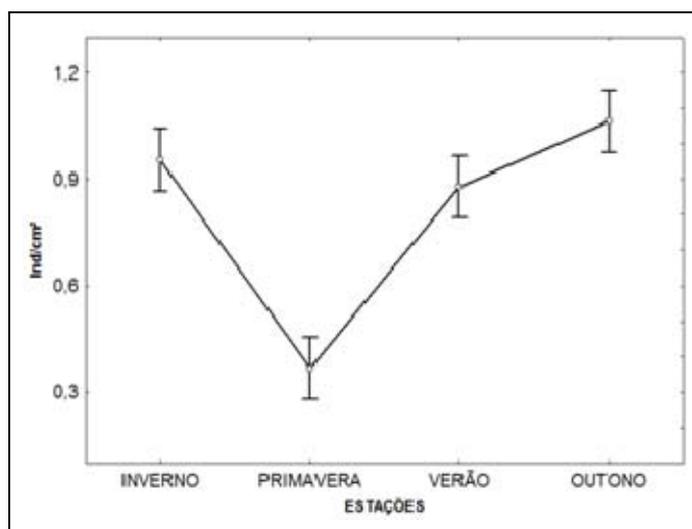


Figura 7 – Variação média de *Balanus improvisus* (ind./cm²) nas estações, nos painéis fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, Rio Grande, RS, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.

Em todas as estações foram observados indivíduos de *B. improvisus* com tamanhos variando entre 0,5 mm e 10,0 mm, recobrando uns aos outros. A distribuição dos indivíduos se deu em três camadas: uma basal, formada por animais maiores; uma camada intermediária, formada por animais de tamanho médio; e uma superior, formada por animais muito pequenos (<1,0 mm),

Durante as quatro estações do período experimental foram observados altos percentuais de área recoberta por *B. improvisus*. O menor percentual de cobertura (69,3%) foi observado durante a primavera de 2009. No inverno de 2009 e verão e outono de 2010, a área recoberta nos painéis ultrapassou os 90% (figura 8).

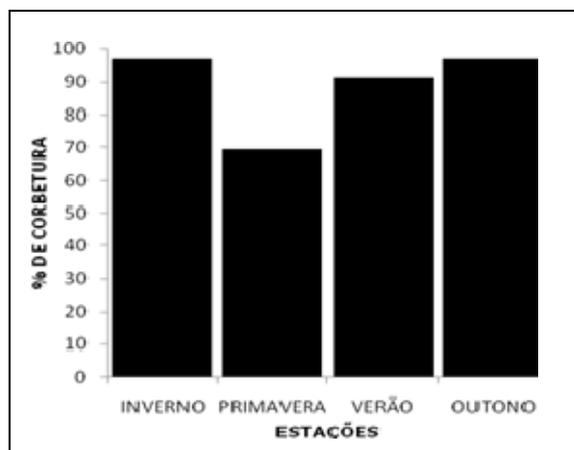


Figura 8 – Porcentagem da área recoberta por *Balanus improvisus* nos painéis fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, Rio Grande, RS, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.

DISCUSSÃO

A temperatura em regiões subtropicais exerce um notório papel regulador, estimulando principalmente a atividade reprodutiva e o consequente assentamento do macrozoobentos nos períodos de verão. Este fato já está bem documentado na região estuarina da Lagoa dos Patos, tanto para o macrozoobentos de fundos moles (BEMVENUTI, 1987; ROSA e BEMVENUTI, 2006) como de substratos consolidados (GOMES-FILHO, 2001; CAPÍTOLI, 1997). As temperaturas registradas no período de verão no presente trabalho não diferiram das encontradas pelos autores supracitados, de modo que não podem ser atribuídas a essa variável as baixas densidades de assentamento e o baixo grau de cobertura encontrados para *B. improvisus*. As temperaturas na região estiveram dentro da faixa de tolerância da espécie para a atividade reprodutiva e presença de larvas, de 10 a 30° (BOUSFIELD, 1955).

Observou-se um comportamento inverso entre as variáveis de salinidade e temperatura, sendo este bem evidenciado entre os meses de junho a setembro (inverno) e de outubro a março (primavera e verão) (figura 3). As salinidades durante esse último período apresentaram baixos valores provavelmente devido à alta precipitação acumulada nesses meses. O comportamento da salinidade foi distinto do encontrado em estudos anteriormente realizados no estuário da Lagoa dos Patos (CAPÍTOLI, 1983; GOMES-FILHO, 2001; GARCIA et al., 2004a; GARCIA et al., 2003).

No dendrograma, os meses de agosto de 2009 e março e maio de 2010 foram agrupados devido aos maiores valores de densidade de organismos apresentados. Valores intermediários de densidade contribuíram para o agrupamento dos meses de julho de 2009 e fevereiro, abril e junho de 2010. Os meses de setembro de 2009 a janeiro de 2010 foram agrupados devido aos baixos valores de densidade, o que foi ocasionado provavelmente pelas baixas salinidades registradas no período (figura 6).

As variações de salinidade são reconhecidas como um forte regulador da composição e distribuição dos macroinvertebrados bentônicos em estuários (DAY et al., 1989; LITTLE, 2000 e MCLUSKY e ELLIOTT, 2006), influenciando inclusive na densidade dos organismos (GAINES e BERTNESS, 1992).

O bivalvo *Bankia fimbriatula*, que é o principal perfurante na região estuarina na Lagoa dos Patos (BEMVENUTI e COLLING, 2010), e é descrita como uma espécie marinha que pode ocorrer em ambientes estuarinos quando encontra condições favoráveis de salinidade (MULLER e LANA, 2004). Essa espécie está presente na porção sul da laguna, próximo à desembocadura, mas infestações ocorrem apenas quando há a manutenção de longos períodos com altas salinidades, tal como ocorreu a partir do verão de 2004-2005, quando coincidiram as intensas salinizações na região estuarina com uma grande abundância e disseminação do bivalvo (CAPÍTOLI, COLLING e BEMVENUTI, 2008). Corroborando com esses resultados, a espécie não foi encontrada durante esse trabalho porque não houve longos períodos com alta salinidade.

O bivalvo exótico *L. fortunei* foi observado colonizando os painéis nos meses de novembro e dezembro de 2009 e janeiro de 2010, período em que os valores de salinidade se mantiveram bem próximos de zero. Esta espécie de água doce exibe um rápido crescimento, ciclo de vida curto e larvas planctônicas. Sua primeira ocorrência no estado do Rio Grande do Sul foi registrada na Bacia do Guaíba em 1998, e após dois anos se estendeu pela Lagoa dos Patos (DARRIGRAN et al., 2003; MANSUR et al., 2003; MANSUR, RICHINITTI e DOS SANTOS, 1999). Foi registrada uma densa colonização de *L. fortunei* no setor norte da região estuarina da laguna e a ocorrência de exemplares no setor sul, próximo à desembocadura durante 2002 e 2003, que se caracterizam por baixas salinidades e pela influência do fenômeno *El Niño* na região.

A elevação da salinidade que ocorreu entre 2004 e 2005 levou à extinção das populações desse mexilhão (CAPÍTOLI, COLLING e BEMVENUTI, 2008). Esse resultado corrobora com o encontrado no presente estudo, onde a presença de *L. fortunei* foi observada apenas nos meses de aporte intenso de água doce no estuário. A partir da elevação dos valores de salinidade, não foram encontradas colonizações de *L. fortunei*, mostrando que a variação desse parâmetro é o principal fator regulador da distribuição e sobrevivência das populações da espécie no extremo sul da laguna.

Um número restrito de espécies de cracas ocorre em ambientes estuarinos, dentre elas *B. improvisus*, cirripédio *Balanomorpha* bem distribuído em estuários de todo mundo, dominante da comunidade incrustante no estuário da Lagoa dos Patos, é capaz de sobreviver e reproduzir-se em uma ampla faixa de salinidade devido a sua grande capacidade de adaptação, com um ótimo correspondendo a salinidades intermediárias, além de apresentar tolerância a largas variações de temperatura (FURMAN, 1990; CHRISTIE e DALLEY, 1987; MOORE e FRUE, 1959, BOUSFIELD, 1955).

A observação de organismos nas classes de pequeno tamanho (até 1,0 mm) durante todos os meses do experimento revela a ocorrência de eventos de recrutamento ao longo de todo o período estudado, mas com menor intensidade em condições de menor salinidade. Isso foi observado no presente estudo durante o período de primavera e verão, enquanto que Gomes-Filho (2001) e Capítoli (1983) registraram essa situação somente na primavera. Observa-se que ambos os autores registraram os maiores valores de densidade de assentamento e grau de cobertura de *B. improvisus* durante o verão, com salinidades de 24,37 e 20,00, enquanto que no presente estudo a média desse parâmetro nessa estação foi de 5,55.

Bousfield (1955) encontrou larvas e exemplares assentados de *B. improvisus* em salinidades entre 0,00 e 27,38, tendo observado larvas em diferentes estágios ocorrendo em salinidades de 0,00 a 8,00, mas com altos valores de mortalidade, resultando em densidades muito baixas acompanhando os baixos valores de salinidade.

O escasso assentamento e grau de cobertura de *B. improvisus* registrados durante o verão se opõem ao registrado em trabalhos anteriores realizados na região, que encontraram as maiores concentrações de larvas de *B. improvisus* no plâncton (MONTÚ, 1980) e as maiores densidades de assentamento e cobertura dessa espécie em substratos artificiais (GOMES-FILHO, 2001) nessa época do ano. As baixas densidades dos assentamentos e da cobertura registrados na primavera e no verão, com os valores deste último similares aos do período de inverno, opõem-se aos altos valores de densidade do cirripédio encontrados no período estival por Gomes-Filho (2001) e Capítoli (1983; 1997).

Deve-se destacar que a região estuarina durante o desenvolvimento do experimento no período estival encontrava-se sob a influência do fenômeno *El Niño* Oscilação Sul (http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml), tendo sido esse classificado como de ocorrência fraca. Anos de *El Niño* caracterizam-se pela intensa precipitação, forte vazão, elevação do nível da água e conseqüente redução da salinidade na região estuarina da Lagoa dos Patos (GRIMM, FERRAZ e GOMES, 1998; GARCIA e VIEIRA, 2001). A influência negativa deste fenômeno no sucesso da reprodução, com reflexo no ingresso de novos indivíduos para a macrofauna de fundos moles em águas rasas e fundos infralitorais, já foi reportada para a região (BEMVENUTI e COLLING, 2010; COLLING, BEMVENUTI e GANDRA, 2007; ODEBRETCH et al., 2010). Este mesmo resultado foi encontrado no presente trabalho em relação ao insucesso do assentamento de *B. improvisus* nos painéis de madeira.

CONCLUSÃO

Observou-se que:

- a salinidade na região estuarina da Lagoa dos Patos é o principal fator regulador da dinâmica de colonização dos organismos.

Observou-se que condições de baixa salinidade durante o período de verão sob efeito de *El Niño* no estuário influenciaram:

- na ausência de organismos perfurantes nos painéis de madeira;
- no assentamento e a sobrevivência por três meses do bivalvo de água doce *L. fortunei* na porção sul da região estuarina;
- no escasso assentamento e limitação do grau de cobertura de *B. improvisus* nos painéis de madeira.

REFERÊNCIAS

- ARNTZ, W. E. The two faces of *El Niño* 1982–83. **Meeresforschung**, v. 31, p. 1–46, 1986.
- BEMVENUTI, C. E. Predation effects on a benthic community in estuarine soft sediments. **Atlântica**, Rio Grande, v. 9, n. 1, p. 5-32, 1987.
- BEMVENUTI, C. E. Benthic invertebrates, In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. (Eds.). **Subtropical convergence marine ecosystem: The coast and the sea in the warm temperate southwestern Atlantic**. Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1997. p. 43-46.
- BEMVENUTI, C. E.; CAPÍTOLI, R. R.; GIANUCA, N. M. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos II – Distribuição quantitativa do macrobentos infralitoral. **Atlântica**, Rio Grande, v. 3, p. 23-32, 1978.
- BEMVENUTI, C. E.; COLLING, L. A. As comunidades de macroinvertebrados bentônicos, In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C. (Eds.) **O estuário da Lagoa dos Patos Um século de transformações**. Rio Grande: FURG, 2010. p. 101-114.
- BEMVENUTI, C. E.; NETTO, S. A. Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna of Patos Lagoon (South Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 2, p. 211-221, 1998.
- BOUSFIELD, E. L. Ecological control of the occurrence of barnacles in the Miramichi Estuary. **Bulletin of the National Museum of Canada**, Ottawa, v. 137, p. 1-67, 1955.
- CAPÍTOLI, R. R. **Sequência temporal de colonização e desenvolvimento da comunidade incrustante na região mixohalina da Lagoa dos Patos; RS. Brasil**. 1983. 99f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- CAPÍTOLI, R. R. Rubble structures and hard substrates. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. (Eds.). **Subtropical convergence marine ecosystem: The coast and the sea in the warm temperate southwestern Atlantic**. Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1997, p. 86-89.
- CAPÍTOLI, R. R.; BEMVENUTI, C. E.; GIANUCA, N. M. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos I – As comunidades bentônicas. **Atlântica**, Rio Grande, v. 3, p. 5-22, 1978.
- CAPÍTOLI, R.R.; COLLING, L. A.; BEMVENUTI, C. E. Cenários de distribuição do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (MOLLUSCA – BIVALVIA) sob distintas condições de salinidade no complexo lagunar Patos-Mirim, RS – Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 30 n. 1, p. 35-44, 2008.
- CAVIEDES, C. N. ***El Niño in History: Storming Through the Ages***. Gainesville, Florida: University Press of Florida, 2001, 198p.
- CHRISTIE, A. O.; DALLEY, R. Barnacle fouling and its prevention. In: A. J. SOUTHWARD (Ed.). **Barnacle Biology**. Rotterdam: A. A Balkema, 1987, p. 419-433.

COLLING, L. A.; BEMVENUTI, C. E.; GANDRA, M. S. Seasonal variability on the structure of sublittoral macrozoobenthic association in the Patos Lagoon estuary, southern Brazil. **Iheringia**, Ser. Zool., Porto Alegre, v. 97, n. 3, p. 1-6, 2007.

DAY, J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, M. W.; YÁNEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine ecology**. New York: John Wiley and Sons, 1989, 250p.

DARRIGRAN, G. A. Invasive freshwater bivalve of the neotropical region. **Dreissena**, New York, v. 11, n. 2, p. 7-13, 2000.

DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, M. C.; PENCHASZADEH, P.; TARABORELLI, C. Adjustments of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae) after 10 years of invasion in America. **Journal of Shellfish Research**, Groton, Connecticut, v. 22, n. 1, p. 141-146, 2003.

ENFIELD, D. B. Evolution and historical perspective of the 1997–1998 *El Niño* - Southern Oscillation event. **Bulletin of Marine Science**, v. 69, p. 7–25, 2001.

FERNANDES, L. M. B.; COSTA, A. F. Notas sobre organismos incrustantes e perfurantes das embarcações. **Boletim de Estudos de Pesca**, Recife, v. 7, n. 3, p. 9-26, 1967.

FURMAN, E. R. Geographical variation of *Balanus improvisus* in biochemical and morphometric characters. **Journal of Marine Biological Association of United Kingdom**, U. K, v. 70, p. 721-740, 1990.

GAINES, S. D.; BERTNESS, M. Dispersal of juveniles and variable recruitment in sessile marine species. **Nature**, v 360, p. 579-580, 1992.

GARCIA, C.A.E. Hydrographic Characteristics. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. (Eds.). **Subtropical convergence marine ecosystem: The coast and the sea in the warm temperate southwestern atlantic**. Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1997, p. 18-20.

GARCIA, A. M.; VIEIRA, J. P. O aumento da diversidade de peixes no estuário da Lagoa dos Patos durante o episódio El Niño 1997-1998. **Atlântica**. Rio Grande, v. 23, p. 85-96, 2001.

GARCIA, A. M.; VIEIRA, J. P.; WINEMILLER, K. O.; GRIMM, A. M. Effects of 1997-1998 *El Niño* on the dynamics of the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brasil). **Estuarine Coastal and Shelf Science**. London, v. 57, n 3, p. 489-500, 2003.

GARCIA A. M.; VIEIRA J.P.; WINEMILLER, K. O.; GRIMM A. M. Comparison of the 1982-1983 and 1997-1998 *El Niño* effects on the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil). **Estuaries**, v. 27, n. 6, p. 905-914, 2004.

GOMES-FILHO, J. G. F. **Dinâmica populacional de *Balanus improvisus* no estuário da Lagoa dos Patos: variações sazonais e anuais e influências de fatores bióticos e abióticos**. 2001. 91f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. Precipitation anomalies in southern Brazil associated with *El Niño* and *La Niña* events. **Journal of Climate**, v. 11, p. 2863–2880, 1998.

HAIR, J.; BLACK, B.; BABIN, B.; ANDERSON, R.; TATHAN A. **Multivariate Data Analysis**, 6ª edição, U. K.: Prentice-Hall, 2005, 928 p.

KJERFVE, B. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: WOLFE, D. A. (Ed.). **Estuarine variability**. New York: Academic Press New York, 1986, p. 63-81.

KLEIN, A. H. F. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. (Eds.). **Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil**. Rio Grande: Ecoscientia, 1998, p. 5-7.

LITTLE, C. **The biology of soft shores and estuaries**. New York: Oxford University Press, 2000, 252 p.

MCLUSKY, D. S.; ELLIOTT, M. **The Estuarine Ecosystem**. New York: University Press, 2006, 214 p.

MANSUR, M. C.D.; DOS SANTOS, C. P.; DARRIGRAN, G.; HEYDRICH, I; CALLIL, & FRCARDOSO. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 1, p. 75-84, 2003.

MANSUR, M. C. D.; RICHINITTI, L. M. Z.; DOS SANTOS, C. P. *Limnoperna fortunei*, molusco bivalve invasor na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, v. 69, p. 99-116, 1999.

MANYAK, D.M. A device for collecting and study of wood boring mollusks, application to boring rates and boring movements of the shipworm *Bankia gouldi*. **Estuaries**, Columbia, v.5, n. 5, p. 224-229, 1982.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade – Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI** (2ª edição). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007, 214p.

MÖLLER, O. O.; CASTELLO, J. P.; VAZ, A. C. The effect of river discharge and winds on the interannual variability of the pink shirimp *Farfantepenaeus paulensis* production in Patos Lagoon. **Estuaries and Coasts**. v. 32, p. 787-796, 2009.

MÖLLER, O. O.; FERNANDES, E. Hidrologia e Hidrodinâmica. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C. (Eds.). **O Estuário da Lagoa dos Patos Um século de transformações**. Rio Grande: FURG, 2010, p. 17-27.

MOORE, H. B.; FRUE, A. C. The settlement and growth of *Balanus improvisus*, *B. eburneus* and *B. Amphitrite* on the Miami area. **Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean**, Coral Gables, v. 9, n. 4, p. 420-440, 1959.

MULLER, A. C. P.; LANA, P. C. **Manual de identificação de moluscos bivalves da família dos teredinídeos encontrados no litoral brasileiro**. Curitiba: UFPR. 2004, 146p.

NAIR, N. B. Ecology of marine fouling and wood-boring organisms of Western Norway. **Sarsia**, n. 8, p. 1-88, 1962.

ODEBRECHT, C; ABREU, P. C; BEMVENUTI, C. E; COPERTINO, M; MUELBERT, J. H; VIEIRA, J. P; SEELIGER, U. The Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil: Biotic responses to natural and anthropogenic impacts in the last decades (1979-2008). In: KENNISH, M. J; PAERL, H. W (Ed.). **Coastal Lagoons: critical habitats of environmental change**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2010. p. 433-455.

ROSA, L. C.; BEMVENUTI, C. E. Temporal variability of the estuarine macrofauna of the Patos Lagoon, Brazil. **Revista de Biologia Marina y Oceanografía**, v. 41, n. 1, p. 1-9, 2006.

WEISBERG, S.B; RANASINGUE, J. A.; DAUER, D. M.; SCAFFNER, L. C.; DIAZ, R. J.; FRITHSEN, J. B. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. **Estuaries**, Columbia, v. 20, n. 1, p. 149-158, 1997.

WILSON, J. G.; JEFFREY, D. W. Benthic biological pollution indices in estuaries. In: KRAMER, K.J.M. (Ed.). **Biomonitoring of coastal waters and estuaries**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1994, p. 311-327.