

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA**

**COLONIZAÇÃO DE ORGANISMOS
INCRUSTANTES EM SUBSTRATO ARTIFICIAL
NA REGIÃO ESTUARINA DA LAGOA DOS
PATOS, SOB A INFLUÊNCIA DO
FENÔMENO *EL NIÑO*.**

CARLA LUCIANA TEIXEIRA DOS SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE.

Orientador: Carlos Emílio Bemvenuti

**RIO GRANDE
Setembro de 2011**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Carlos Emílio Bemvenuti, pelo apoio, orientação e paciência ao longo de todas as etapas da execução deste trabalho.

A Dr^a. Mônica Wallner-Kersanach, ao Dr. Felipe Dumont e a Dr^a. Cristina de Almeida Rocha-Barreira, pelas correções e sugestões feitas ao trabalho.

Ao diretor do Museu Oceanográfico Eliézer de Carvalho Rios, o oceanógrafo Lauro Barcelos, por permitir a execução do experimento nas dependências do museu.

A Paula Lima Canabarro e a Paula Spotorno pela colaboração na coleta dos dados abióticos.

Ao técnico do, Nilton de Araújo Abreu (in memoriam) pela construção dos painéis experimentais, pela participação constante nas coletas, e principalmente pela acolhida no laboratório, trazendo para o ambiente de trabalho carinho e descontração.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia de Invertebrados Bentônicos, Leonir André Colling, Raphael Mathias Pinotti, Bruno Brauer, Diogo Minasi e Fábio Cavalca, pela convivência e ajuda ao longo do mestrado.

À minha família, pela força, pelo apoio e incentivo, e por me fazer acreditar, mesmo nos momentos mais difíceis, que eu conseguiria concluir o mestrado.

A Ângela, minha mãe, e ao João Batista, meu pai, por me estimularem a seguir adiante, e por acreditarem na minha força e na minha capacidade.

Aos meus amigos, pelo companheirismo, pela torcida, pelo incentivo, em especial ao Pedro Henrique Araújo e a Janaína Sales pela disponibilidade para discutir as idéias e pela colaboração no processo de escrita da dissertação, sempre lendo, relendo e corrigindo os manuscritos.

ÍNDICE

	Página
Lista de tabelas	IV
Lista de figuras	V
Resumo	6
Abstract	7
1 – INTRODUÇÃO	8
2 – MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 – Área de estudo	13
2.2 – Amostras de campo e laboratório	14
2.3 – Análise de dados	17
3 – RESULTADOS	19
3.1 – Variáveis ambientais	19
3.2 – Macrozoobentos	21
3.2.1 – Variações mensais	21
3.2.2 – Variações sazonais	26
4 – DISCUSSÃO	28
5 – CONCLUSÕES	33
6 – REFERÊNCIAS	34

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Páginas
1 – Valores médios sazonais e máximos e mínimos semanais (entre parênteses, respectivamente) de salinidade e temperatura registrados no trapiche do Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios ao longo do período experimental.....	19
2 – Precipitação acumulada (mm) para a região da Lagoa dos Patos ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.....	21
3 – Densidades médias de <i>B. improvisus</i> (ind./cm ²) no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de junho de 2009 a junho de 2010.....	22
4 – Tamanho (mm) de <i>B. improvisus</i> no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de junho de 2009 a junho de 2010.....	23
5 - Densidade média de <i>B. improvisus</i> (ind./cm ²) nas estações, nos painéis fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Páginas
1 – Região estuarina da Lagoa dos Patos e localização da área de estudo, Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios.....	13
2 – Desenho esquemático de um painel implantado no trapiche do Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios.....	15
3 – Variação das médias semanais de temperatura e salinidade no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de junho de 2009 a junho de 2010.....	19
4 – Variação média de <i>B. improvisus</i> (ind./cm ²) no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.....	21
5 – Porcentagem da área recoberta por <i>B. improvisus</i> nos painéis fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.....	24
6 – Agrupamento das densidades de <i>B. improvisus</i> nos painéis mensais fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.....	25
7 – Variação média de <i>B. improvisus</i> (ind./cm ²) nas estações, nos painéis fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.....	26
8 – Porcentagem da área recoberta por <i>B. improvisus</i> nos painéis, ao longo do período experimental.....	27

RESUMO

Foi analisada de julho de 2009 a junho de 2010 a variabilidade mensal e sazonal dos organismos incrustantes e perfurantes no estuário da Lagoa dos Patos, utilizando-se como substrato painéis de madeira. 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 se 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 variabilidade dessas comunidades se dão de maneira diferente da observada em situações de não ocorrência do fenômeno.

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

ABSTRACT

Monthly and seasonal variability 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 variability are very different from that observed in periods of non-occurrence of this stochastic phenomenon.

Key-words: seasonal, fouling fauna, boring fauna, salinity, ENSO *El Niño*

1 – INTRODUÇÃO

Os estuários caracterizam-se como sistemas naturalmente estressados devido à elevada amplitude e variabilidade, e baixo grau de previsibilidade das flutuações ambientais (WILSON & 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 correlaciona-se 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 freqüentemente ultrapassam 20 (MÖLLER & FERNANDES 2010, GARCIA et al. 2003a).

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 aumento da atividade reprodutiva

da maioria da macrofauna bentônica estuarina, tanto em fundos moles (BEMVENUTI 1997a, 1987) como em substratos consolidados (CAPITOLI 1997). Como consequência, verifica-se um aumento na abundância e diversidade do macrobentos, acompanhado por um incremento quali-quantitativo na ocorrência e atividade dos macropredadores, o que intensifica as interações biológicas (BEMVENUTI op. cit., CAPITOLI op. cit). 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. 2004a, GARCIA et al. 2003a, GRIMM et al. 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 (CAPITOLI 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. Capitoli (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 na região estuarina da Lagoa dos Patos.

Balanus improvisus, crustáceo cirripédio Balanomorpha, está bem distribuído em estuários de todo mundo, com grande adaptação ao ambiente estuarino (FURMAN 1990). A espécie é tipicamente eurihalina, sendo capaz de sobreviver e reproduzir em uma ampla faixa de salinidade (0 a 38), além de apresentar tolerância a largas variações de temperatura, suportando até valores maiores que 30°C (FURMAN op. cit., CHRISTIE & DALLEY 1987, MOORE & FRUE 1959).

Na região estuarina da Lagoa dos Patos, *B. improvisus* foi registrado por Bemvenuti et al. (1978), Capitoli et al. (1978), Capitoli (1983), Gomes-Filho (2001) e por Bemvenuti & 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.

Estruturas de madeira, como embarcações, diques, cais e trapiches, são comumente incrustadas por cirripédios, como *B. improvisus*, e corroídos pelos xilófagos ou perfurantes marinhos. Nenhuma madeira encontrada na natureza se mostrou imune à atividade destrutiva dos organismos perfurantes, como os moluscos bivalves pertencentes à família Teredinidae (FERNANDES & COSTA 1967, NAIR 1962). A este respeito foram observados no estuário da Lagoa dos Patos dois importantes eventos: a invasão do bivalvo incrustante *Limnoperna fortunei* durante a prevalência do fenômeno *El Niño* entre 2002 e 2003; e a infestação do bivalvo perfurante de madeira *Bankia fimbriatula* sob salinidades moderadas ou elevadas entre 2004 e 2005 (BEMVENUTI & COLLING 2010).

A presença de altas concentrações do bivalvo exótico *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, CAPITOLI et al. 2007). Enquanto que a perfuração de estruturas de madeira sob condições de severa infestação, tal como foi registrado na região estuarina da

lagoa dos Patos em 2004-2005, provocam sérios danos nos trapiches e cascos de embarcações dos pescadores artesanais (BEMVENUTI & COLLING 2010).

Considerando a importância ecológica e sócio-econômica dos organismos incrustantes 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.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - 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 et al. 2009).

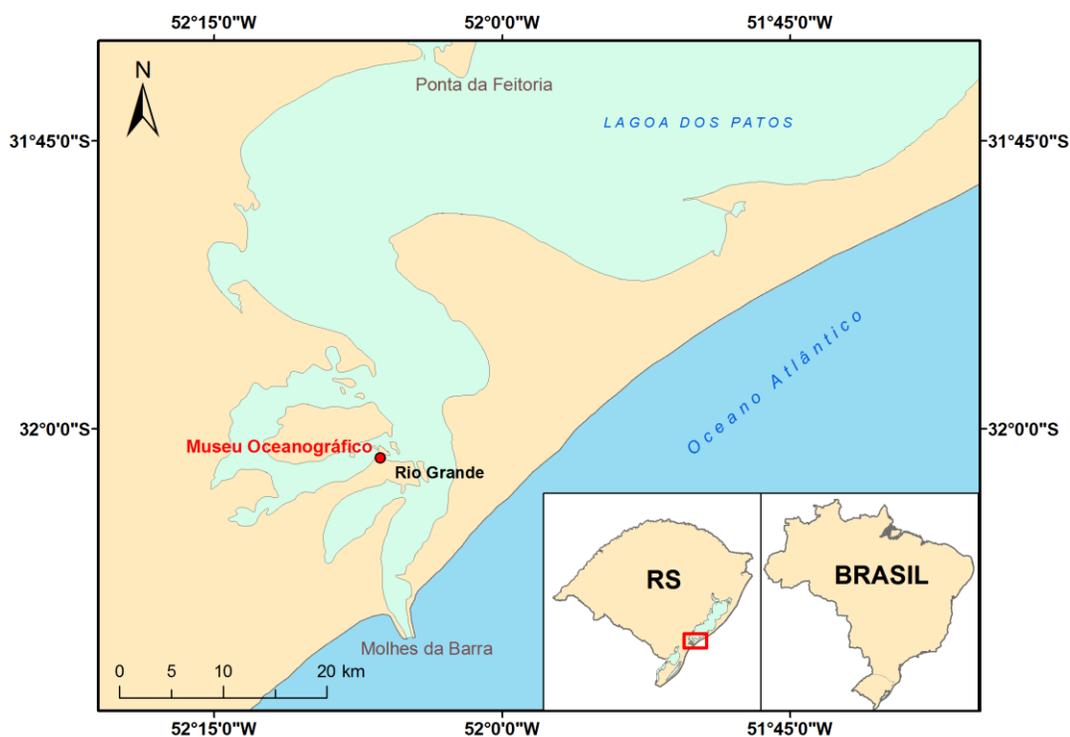


Figura 1 – Região estuarina da Lagoa dos Patos e localização da área de estudo, Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios.

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 2m, se caracterizam por mudanças rápidas e intensas nos valores de salinidade (CAPITOLI 1983) (figura1).

O efeito da maré é de importância secundária, e a hidrodinâmica da laguna depende principalmente das relações entre a descarga fluvial e a ação dos ventos (MÖLLER & FERNANDES 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).

2.2 - Amostragens 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. 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).

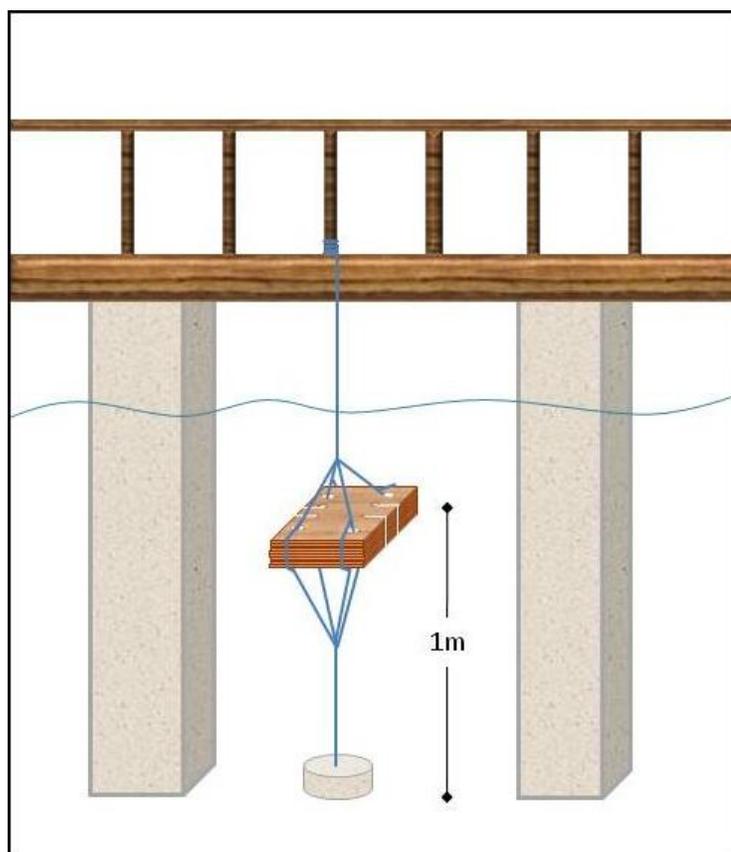


Figura 2 – Desenho esquemático de um painel implantado no trapiche do Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios.

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).

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 do crescimento 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 foram obtidos a partir da página da WEB (site) (<http://clima1.cpteq.inpe.br/>) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

2.3 - 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 testou-se a normalidade e a homogeneidade dos dados através do teste de Komolgorov-Smirnov ($p < 0,05$). Constatada a existência dos pré-requisitos citados, não foi necessária a realização de nenhuma transformação dos dados.

Para verificar a existência de diferenças significativas entre os valores médios de densidade entre os meses e entre as estações do período experimental foram realizadas análises de variância (ANOVA) de uma via ($p < 0,05$) para a comparação entre os meses e entre as estações, tendo sido os testes de post-hoc 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; $p < 0,05$) foi empregada para avaliar a significância dos agrupamentos formados no dendrograma fornecido pela análise de agrupamentos.

3 – RESULTADOS

3.1 - Variáveis Ambientais

Os registros de salinidade mostraram uma grande variabilidade sazonal (tabela 1) e dentro de cada mês e entre os meses (figura 3).

Tabela 1 – Valores médios sazonais e máximos e mínimos semanais (entre parênteses, respectivamente) de salinidade e temperatura registrados no trapiche do Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios ao longo do período de junho de 2009 a junho de 2010.

Estação	Inverno/09	Primavera/09	Verão/10	Outono/10
Salinidade	15,79 (23,43 - 3,00)	0,53 (3,20 – 0,00)	5,55 (21,00 – 0,00)	9,06 (19,33 – 0,00)
Temperatura	13,5 (14,50 – 11,25)	19,66 (21,25 – 14,80)	24,20 (26,33 – 23,00)	18,47 (25,00 – 14,50)

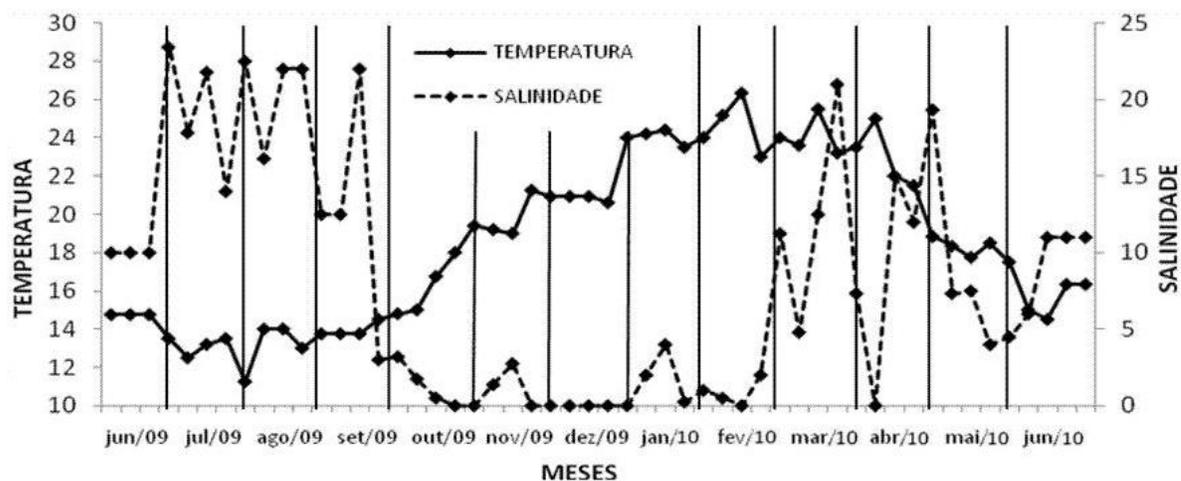


Figura 3 – Variação das médias semanais de temperatura e salinidade no trapiche do Museu Oceanográfico Eliézer de Carvalho Rios, ao longo do período de junho de 2009 a junho de 2010.

A salinidade foi marcadamente maior ao longo do período de inverno de 2009, quando foi observado o maior valor médio sazonal, de 15,79 ($\pm 7,05$), com máxima média semanal de 23,43 em julho e mínima de 3,00 em setembro, no final da estação, quando os valores apresentaram um declínio. Já na primavera de 2009, a salinidade foi notadamente menor, com média sazonal de 0,53 ($\pm 0,92$), permanecendo com valor 0,00 durante a maior parte desse período. O verão de 2010 também apresentou baixos valores da variável, com média sazonal de 5,55 ($\pm 6,43$), havendo uma elevação a partir da segunda semana de março de 2010, com máxima e mínima média semanal de 21,00 e 0,00, respectivamente. Durante o outono de 2010 houve grande oscilação na salinidade, com máxima média semanal de 19,33 e mínima de 0,00 na primeira semana de abril, tendo sido a média da estação 9,06 ($\pm 5,25$).

Um padrão sazonal foi observado nos valores de temperatura da água, com mínimas ocorrendo no inverno e máximas no verão. O inverno de 2009 apresentou média sazonal de 13,5°C ($\pm 0,94$), com máxima de 14,50°C e mínima de 11,25°C, sendo este último valor a menor média semanal observada durante o período experimental. Durante a primavera de 2009 a média sazonal foi de 19,66°C ($\pm 2,34$), com máxima e mínima média semanal de 21,25°C e 14,80°C, respectivamente. O verão de 2010 apresentou a maior média sazonal observada durante o período do experimento, de 24,20°C ($\pm 1,00$), assim como a maior média semanal, de 26,33°C, e mínima de 23,00°C. O outono de 2010 apresentou média sazonal de 18,47°C ($\pm 3,05$), com máxima de 25,00°C e mínima de 14,50°C.

A maior quantidade de chuva acumulada foi observada no mês de dezembro de 2009 foi o mês com 352,00mm, enquanto julho e agosto de 2009 e abril e maio de 2010 foram os meses com menores valores de precipitação acumulada, todos com valores inferiores a 70,00mm (tabela 2).

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

Ano	2009						2010					
Meses	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Precipitação acumulada (mm)	66	63	198	272	120	352	156	173	167	68	69	120

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

3.2 - Macrozoobentos

3.2.1 - Variações Mensais

Exemplares do bivalvo incrustante *Limnoperna 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, respectivamente, enquanto que a densidade média do cirripédio *Balanus improvisus* apresentou grandes variações entre os meses do experimento (figura 4).

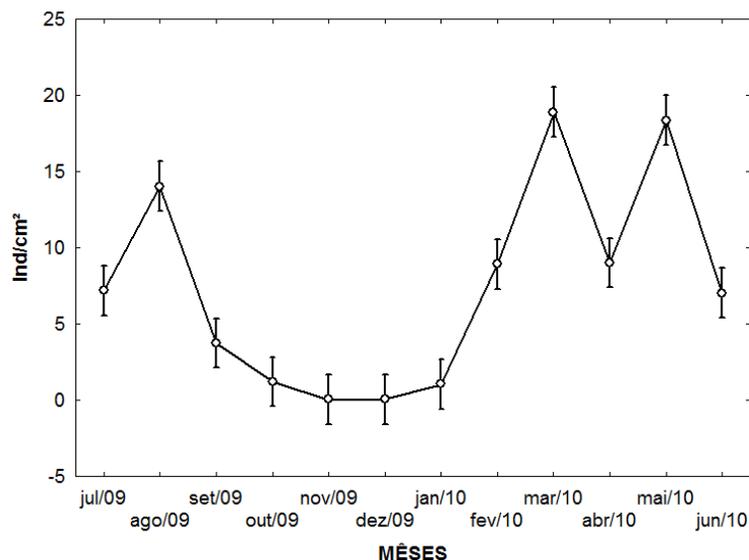


Figura 4 – Variação média de *B. improvisus* (ind./cm²) no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.

Julho de 2009 apresentou um valor intermediário de densidade média de *B. improvisus* (7,09 ind./cm²), seguido por um maior valor no mês de agosto (14,02 ind./cm²). A partir de setembro, os valores apresentaram um decréscimo, verificando-se em outubro, novembro e dezembro de 2009, e janeiro de 2010 as menores densidades médias do período experimental (tabela 3). A partir de fevereiro os valores mostraram um acréscimo, tendo sido observados em março e maio os maiores valores de densidade média durante o experimento, com abril e junho apresentando densidades intermediárias (tabela 3).

Tabela 3 – Densidades médias de *B. improvisus* (ind./cm²) no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de junho de 2009 a junho de 2010.

Ano	2009						2010					
Meses	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	7,19 ^a	14,02 ^e	3,74 ^d	1,21 ^b	0,04 ^b	0,05 ^b	1,04 ^b	8,91 ^a	18,88 ^c	9,01 ^a	18,36 ^c	7,02 ^a
Desv. Padrão	1,03	1,33	2,47	0,27	0,05	0,06	0,51	1,45	3,40	1,29	2,09	1,33

*Ao lado dos valores de média, letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

A partir da análise de variância dos valores de densidade média observou-se que os meses de março e maio de 2010, apresentaram densidades significativamente mais elevadas no período (tabela 3), seguidos por agosto, que também apresentou valores significativamente mais elevados que os demais meses. Nesses meses foram observados também os maiores registros de salinidade. 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 (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 1,0mm e 5,00mm nos dois primeiros meses de coleta. A partir de setembro até dezembro de 2009, foi mais comum a presença de indivíduos menores que 1,0mm. Em janeiro, fevereiro e abril de 2010 observaram-se indivíduos novamente com tamanhos entre 1,00mm

e 5,0mm. Em março e maio do mesmo ano foram freqüentes os indivíduos com até 10,0mm, enquanto em junho voltaram a apresentar tamanhos menores que 1mm (tabela 4).

Tabela 4 – Tamanho (mm) de *B. improvisus* no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de junho de 2009 a junho de 2010.

Meses	Tamanhos de <i>B. improvisus</i> (mm)
Jul/09	entre 1,0 e 5,0
Ago/09	entre 1,0 e 5,0
Set/09	<1,0
Out/09	<1,0
Nov/09	<1,0
Dez/09	<1,0
Jan/10	entre 1,0 e 5,0
Fev/10	entre 1,0 e 5,0
Mar/10	entre 1,0 e 10,0
Abr/10	entre 1,0 e 5,0
Mai/10	entre 1,0 e 10,0
Jun/10	< 1,0

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 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).

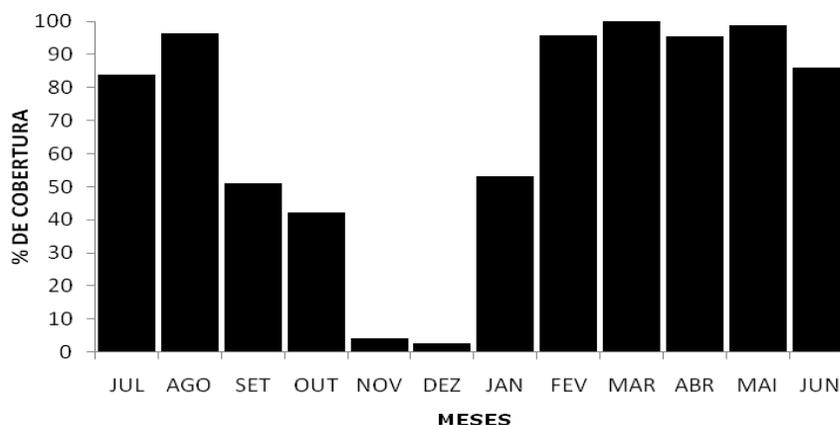


Figura 5 – Porcentagem da área recoberta por *B. improvisus* nos painéis fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.

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.

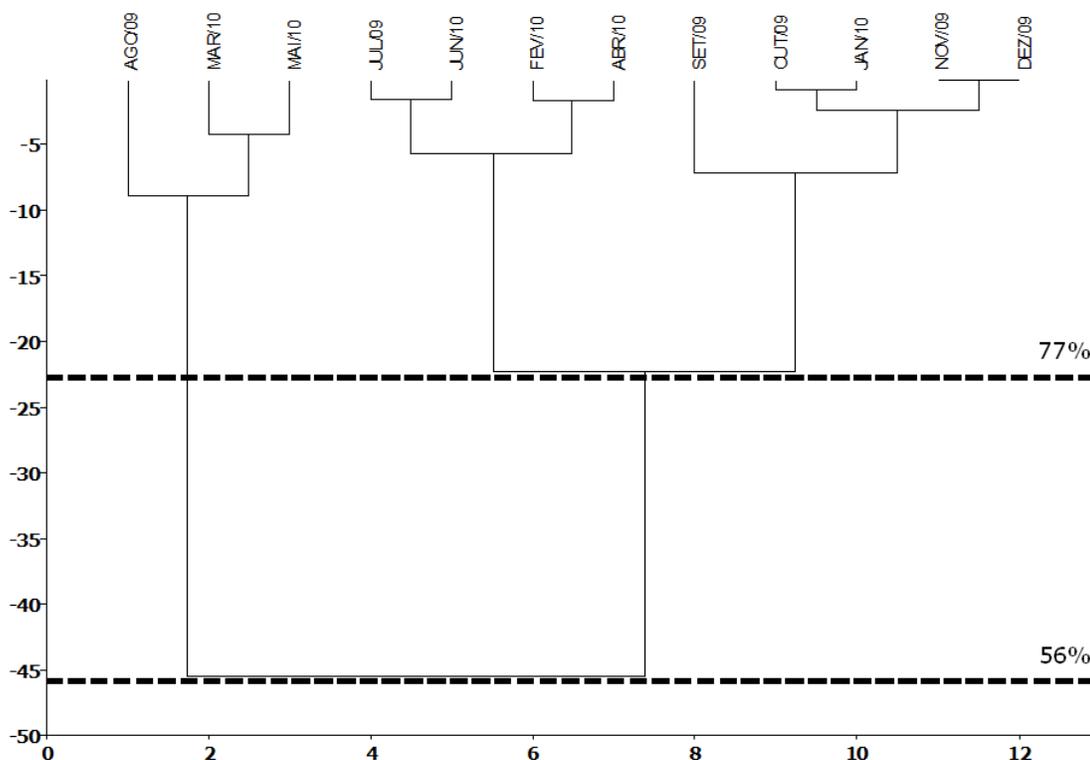


Figura 6 – Agrupamento das densidades de *B. improvisus* nos painéis mensais fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.

3.2.2 - Variações Sazonais

Variações na densidade média de *B. improvisus* foram observadas entre as estações do ano 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 ($p < 0,0003$).

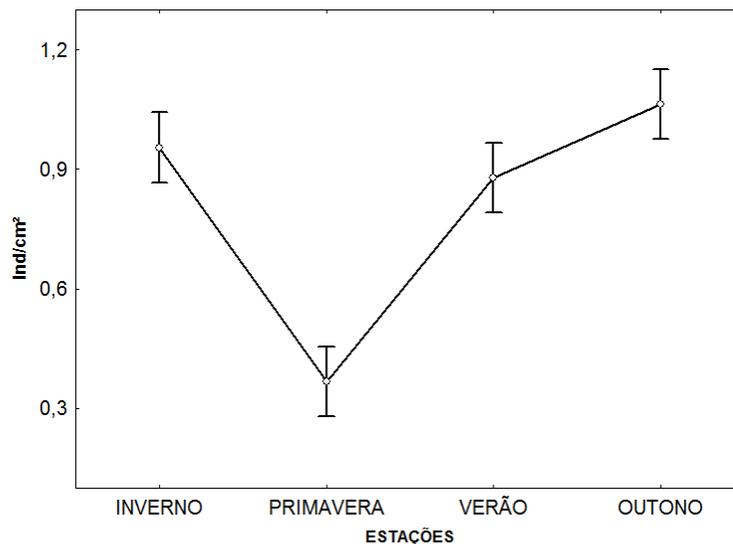


Figura 7 – Variação média de *B. improvisus* (ind./cm²) nas estações, nos painéis fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.

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 ($p < 0,04$) (tabela 5).

Tabela 5 - Densidade média de *B. improvisus* (ind./cm²) nas estações, nos painéis fixados no trapiche do Museu Oceanográfico Eliezer de Carvalho Rios, ao longo do período de julho de 2009 a junho de 2010.

Ano	2009		2010	
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
N	4	4	4	4
Média	8,09 ^{bc}	1,33 ^a	6,81 ^b	10,59 ^c
Desv. Padrão	1,42	0,22	2,27	1,21

*Ao lado dos valores de média, letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Em todas as estações foram observados indivíduos de *B. improvisus* com tamanhos variando entre 0,5mm e 10,0mm, 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 (<1,0mm),

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).

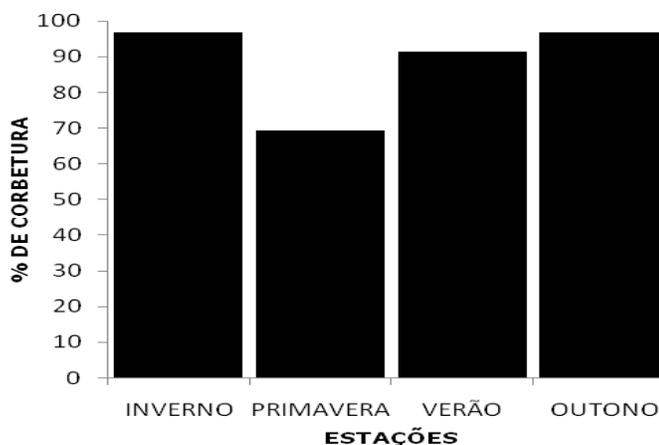


Figura 8 – Porcentagem da área recoberta por *B. improvisus* nos painéis, ao longo do período experimental.

4 – DISCUSSÃO

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 (CAPITOLI 1983, GOMES-FILHO 2001, GARCIA et al. 2004a, GARCIA et al. 2003a).

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, MCLUSKY & ELLIOTT 2006), influenciando inclusive na densidade dos organismos (GAINES & BERTNESS 1992).

O bivalvo *Bankia fimbriatula*, que é o principal perfurante na região estuarina na Lagoa dos Patos (BEMVENUTI & COLLING 2010), não ocorreu durante o desenvolvimento do experimento, apesar de ser descrita como uma espécie

marinha que pode ocorrer em ambientes estuarinos quando encontra condições favoráveis de salinidade (MÜLLER & 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 (CAPITOLI et al. 2008). Sob essas condições, inclusive, os trapiches do museu oceanográfico foram atacados, motivando a sua substituição. A manutenção de uma elevada salinidade por vários meses deve ter favorecido a reprodução e disseminação das larvas do bivalvo, que resultaram nas severas infestações registradas em 2005 e 2006 (BEMVENUTI & COLLING 2010).

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 et al. 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 (CAPITOLI op. cit.). 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*, espécie 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 (BOUSFIELD 1955, MOORE & FRUE 1959, FURMAN 1990). A observação de organismos nas classes de pequeno tamanho (até 1,00mm) 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 Capitoli (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 op. cit. encontrou larvas e exemplares assentados de *B. improvisus* em salinidades entre 0,00 e 27,38, tendo encontrado 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. Na região estuarina da Lagoa dos Patos, Montú (1980) observou os maiores valores de densidade de larvas de *B. improvisus* no plâncton nos períodos de verão, coincidindo com a maior salinização do estuário.

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 op. cit.) 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 op. cit. e Capitoli (1983, 1997).

A temperatura em regiões subtropicais exerce um notório papel regulador, estimulando principalmente a atividade reprodutiva e o conseqüente 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 & BEMVENUTI 2006) como de substratos consolidados (GOMES-FILHO op. cit., CAPITOLI 1997). As temperaturas registradas no período de verão no presente trabalho não diferiram das encontradas pelos autores supra-citados, 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).

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 et al. 1998 GARCIA & 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 & COLLING 2010, COLLING et al. 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.

5 - CONCLUSÕES

Observou-se que:

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

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

- a ausência de organismos perfurantes nos painéis de madeira;
- o assentamento e a sobrevivência por três meses do bivalvo de água doce *L. fortunei* na porção sul da região estuarina;
- o escasso assentamento e limitação do grau de cobertura de *B. improvisus* nos painéis de madeira.

6 - REFERÊNCIAS

- ARNTZ, WE. 1986. The two faces of *El Niño* 1982–83. *Meeresforschung / Rep.Mar.Res.* 31:1–46.
- BEMVENUTI, CE. 1987. Predation effects on a benthic community in estuarine soft sediments. *Atlântica*. Rio Grande, 9(1): 5-32.
- BEMVENUTI, CE. 1995. A influência da seleção do habitat e do refúgio na distribuição e abundância do poliqueta *Neanthes succinea* (Frey & Leuckart, 1847). *Iheringia (Zool.)*. Porto Alegre, 79: 121-127.
- BEMVENUTI, CE. 1997a. Benthic invertebrates. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & J CASTELLO. (eds.). Subtropical convergence marine ecosystem: The coast and the sea in the warm temperate southwestern atlantic. Heidelberg, New York: Springer Verlag. 43-46.
- BEMVENUTI, CE, RR CAPITOLI & NM GIANUCA. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos II – Distribuição quantitativa do macrobentos infralitoral. *Atlântica*. Rio Grande, (3): 23-32.
- BEMVENUTI, CE, SA CATTANEO & SA NETTO. 1992. Características estruturais da macrofauna bentônica em dois pontos da região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*. Rio Grande, (14): 5-28.

- BEMVENUTI, CE & LA COLLING. 2010. As comunidades de macroinvertebrados bentônicos, In: SEELIGER, U, C ODEBRETCH. (eds.) O estuário da Lagoa dos Patos Um século de transformações. Rio Grande: FURG. 101-114.
- BEMVENUTI, CE & SA NETTO. 1998. Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna of Patos Lagoon (South Brazil). *Rev. Bras. Biol.* 58(2): 211-221.
- BOUSFIELD, EL. 1955. Ecological control of the occurrence of barnacles in the Miramichi Estuary. *Bull. Nat. Mus. Can. Ottawa.* 137: 1-67.
- CAPITOLI, RR. 1983. Sequência temporal de colonização e desenvolvimento da comunidade incrustante na região mixohalina da Lagoa dos Patos; RS. Brasil. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Brasil, 99p.
- CAPITOLI, RR. 1997. Rubble structures and hard substrates. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & J CASTELLO (eds.). Subtropical convergence marine ecosystem: The coast and the sea in the warm temperate southwestern atlantic. Heidelbe, New York: Springer Verlag. 86-89.

- CAPITOLI, RR, CE BEMVENUTI & NM GIANUCA. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos I – As comunidades bentônicas. *Atlântica*. Rio Grande, 3: 5-22.
- CAPÍTOLI, RR, LA COLLING & CE BEMVENUTI. 2008. 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, 30(1): 35-44.
- CAVIEDES, CN. 2001. *El Niño* in History: Storming Through the Ages. Gainesville, Florida: University Press of Florida.
- CHRISTIE, AO & R DALLEY. 1987. Barnacle fouling and its prevention. In: SOUTHWARD, AJ (ed.). *Barnacle Biology*. Rotterdam: A. A Balkema. 419-433.
- COLLING, LA, CE BEMVENUTI & MS GANDRA. 2007. Seasonal variability on the structure of sublittoral macrozoobenthic association in the Patos Lagoon estuary, southern Brazil. *Ihering (Zool)*. Porto Alegre, 97(3): 1-6.
- DAY, JW, CAS HALL, MW KEMP & A YÁNEZ-ARANCIBIA. 1989. *Estuarine ecology*. New York: John Wiley and Sons.

DARRIGRAN, GA. 2000. Invasive freshwater bivalve of the neotropical region.

Dreissena. New York. 11(2): 7-13.

ENFIELD, DB. 2001. Evolution and historical perspective of the 1997–1998 *El Niño*

- Southern Oscillation event. *Bull. Mar. Sci.* 69: 7–25,

FERNANDES, LMB & AF COSTA. 1967. Notas sobre organismos incrustantes e

perfurantes das embarcações. *Bol. Est. Pesca. Recife.* 7(3): 9-26.

FURMAN, ER. 1990. Geographical variation of *Balanus improvisus* in biochemical

and morphometric characters. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 70: 721-740.

GAINES, SD & M BERTNESS. 1992. Dispersal of juveniles and variable

recruitment in sessile marine species. *Nature.* 360: 579-580.

GARCIA, CAE. 1997. Hydrographic Characteristics. In: SEELIGER, U, C

ODEBRECHT & J CASTELLO (eds.). Subtropical convergence marine

ecosystem: The coast and the sea in the warm temperate southwestern atlantic.

Heidelberg. New York: Springer Verlag, 18-20.

GARCIA, AM, JP VIEIRA, KO WINEMILLER & AM GRIMM. 2003a. 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, 57(3): 489-500.
- GARCIA AM, JP VIEIRA, KO WINEMILLER & AM GRIMM. 2004a. Comparison of the 1982-1983 and 1997-1998 *El Niño* effects on the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil). *Estuaries*. 27(6): 905-914.
- GOMES-FILHO, JGF. 2001. Dinâmica populacional de *Balanus improvisus* no estuário da Lagoa dos Patos: variações sazonais e anuais e influências de fatores bióticos e abióticos. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Brasil, 91 p.
- GRIMM, AM, SET FERRAZ & J GOMES. 1998. Precipitation anomalies in southern Brazil associated with *El Niño* and *La Niña* events. *J. of Climate*. 11: 2863–2880.
- HAIR, J, B BLACK, B BABIN, R ANDERSON & A TATHAN. 2005. Multivariate Data Analysis. 6ª edição, U. K.: Prentice-Hall, 928 p.
- KJERFVE, B. 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: WOLFE, DA (ed.). *Estuarine variability*. New York: Academic Press New York, 63-81.

- LITTLE, C. 2000. The biology of soft shores and estuaries. New York: Oxford University Press, 252 p.
- LEONARD, GH, PJ EWANCHUK & M BERTNESS. 1999. How recruitment, intraspecific interactions, and predation control species borders in a tidal estuary. *Oecologia*. 118: 492-502.
- MCLUSKY, DS & M ELLIOTT. 2006. The Estuarine Ecosystem. New York: University Press, 214 p.
- MANSUR, MCD, CP DOS SANTOS, G DARRIGRAN; I HEYDRICH, CT CALLIL & FR CARDOSO. 2003. 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. *Rev. Bras. Zool.* 20(1): 75-84.
- MANSUR, MCD, LMZ RICHINITI & CP DOS SANTOS. 1999. *Limnoperna fortunei*, molusco bivalve invasor na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências*. 69: 99-116.
- MANYAK, DM. 1982. A device for collecting and study of wood boring mollusks, application to boring rates and boring movements of the shipworm *Bankia gouldi*. *Estuaries*. Columbia, 5(5): 224-229.

- MARENGO, JA. 2007. 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. 214p.
- MÖLLER, OO, JP CASTELLO & AC VAZ. 2009. The effect of river discharge and winds on the interannual variability of the pink shrimps *Farfantepenaeus paulensis* production in Patos Lagoon. *Estuar. Coast.* 32: 787-796.
- MÖLLER, OO & E FERNANDES. 2010. Hidrologia e Hidrodinâmica. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT (eds.). O Estuário da Lagoa dos Patos Um século de transformações. Rio Grande: FURG. 17-27.
- MOORE, HB & AC FRUE. 1959. The settlement and growth of *Balanus improvisus*, *B. eburneus* and *B. Amphitrite* on the Miami area. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.* Coral Gables, 9(4): 420-440.
- MÜLLER, ACP & PC LANA. 2004. Manual de identificação de moluscos bivalves da família dos teredinídeos encontrados no litoral brasileiro. Curitiba: UFPR. 146p.
- NAIR, NB. 1962. Ecology of marine fouling and wood-boring organisms of Western Norway. *Sarsia.* 8: 1-88.

- ODEBRECHT, C, PC ABREU, CE BEMVENUTI, M COPERTINO, JH MUELBERT, JP VIEIRA & U SEELIGER. 2010. The Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil: Biotic responses to natural and anthropogenic impacts in the last decades (1979-2008). In: KENNISH, MJ & HW PAERL (eds.). Coastal Lagoons: critical habitats of environmental change. Boca Raton, Florida: CRC Press. 433-455.
- ROSA, LC & CE BEMVENUTI. 2006. Temporal variability of the estuarine macrofauna of the Patos Lagoon, Brazil. *Rev. Biol. Mar. y Ocean.* 41(1): 1-9.
- WEISBERG, SB, JA RANASINGUE, DM DAUER, LC SCAFFNER, RJ DIAZ & JB FRITHSEN. 1997. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. *Estuaries*. Columbia, 20(1): 149-158.
- WILSON, JG & DW JEFFREY. 1994. Benthic biological pollution indices in estuaries. In: KRAMER, KJM (ed.). Biomonitoring of coastal waters and estuaries. Boca Raton, Florida: CRC Press, 311-327.