

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

**INFLUÊNCIA DOS FATORES ABIÓTICOS NA
VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DOS
MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM
UMA ENSEADA RASA ESTUARINA DA
LAGOA DOS PATOS, RS - BRASIL**

LEONIR ANDRÉ COLLING

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: Dr. Carlos Emílio Bemvenuti

**RIO GRANDE
Fevereiro de 2007**

ÍNDICE

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUÇÃO.....	5
OBJETIVOS.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
1. ÁREA DE ESTUDO.....	10
2. AMOSTRAGENS BIOLÓGICAS.....	11
3. PARÂMETROS AMBIENTAIS.....	11
4. ANÁLISE DOS DADOS.....	12
4.1. MACROFAUNA BENTÔNICA.....	12
4.2. PARÂMETROS AMBIENTAIS.....	15
4.3. RELAÇÃO ENTRE DADOS BIOLÓGICOS E PARÂMETROS AMBIENTAIS.....	17
RESULTADOS.....	19
1. PARÂMETROS AMBIENTAIS.....	19
2. MACROFAUNA BENTÔNICA.....	23
3. INTERAÇÕES ENTRE A MACROFAUNA BENTÔNICA E PARÂMETROS AMBIENTAIS.....	26
DISCUSSÃO.....	29
1. VARIABILIDADE TEMPORAL.....	29
2. VARIABILIDADE ESPACIAL.....	49
CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
TABELAS.....	74
FIGURAS.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1) Número de réplicas dos amostradores de deposição de sedimento (P.I.T.'s) utilizados em cada mês, durante os períodos do presente estudo.....	75
Tabela 2) Resultados da Análise de Variância Unifatorial para os parâmetros ambientais temperatura, salinidade e pluviosidade.....	76
Tabela 3) Resultados da Análise de Variância Bifatorial (períodos X áreas) para os parâmetros ambientais sedimentos finos e matéria orgânica dos sedimentos, e sedimentos finos e peso (g) do material dos experimentos de deposição (P.I.T.).....	76
Tabela 4) Médias e desvios-padrão dos percentuais de sedimentos finos (silte + argila) e peso do material depositado nos experimentos de deposição (P.I.T.).....	77
Tabela 5) Densidades médias (ind.m ⁻²) e desvios-padrão das espécies encontradas em cada Área durante o período de estudo.....	77
Tabela 6) Resultados da Análise de Variância para as densidades médias da macrofauna bentônica, de <i>Erodona mactroides</i> e <i>Kalliapseudes schubartii</i> , nas áreas “A” e “B” durante os períodos de estudo.....	78
Tabela 7) Densidades médias (ind.m ⁻²) da macrofauna bentônica nas Áreas “A” e “B” durante os períodos de estudo.....	78
Tabela 8) Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os períodos (sazonal).....	79
Tabela 9) Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre as áreas.....	79
Tabela 10) Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses da primavera/02.....	80
Tabela 11) Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do verão/03.....	80
Tabela 12) Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do outono/03.....	80
Tabela 13) Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do inverno/03.....	81
Tabela 14) Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses da primavera/03.....	81
Tabela 15) Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do verão/04.....	81
Tabela 16) Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do outono/04.....	82

Tabela 17) Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do inverno/04.....82

Tabela 18) Resultados da Análise de Correlação Canônica (ACC) e Teste de Permutação de Montecarlo aplicada às variáveis ambientais com maior influência significativa sobre a fauna.....83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1) Mapa da região estuarina da Lagoa dos Patos, com detalhe para as áreas amostrais.....84

Figura 2) Esboço da armadilha para deposição de sedimentos P.I.T (Particle Interceptor Trap).
.....84

Figura 3) Médias quinzenais de temperatura (°C) d'água durante o período de estudo.....85

Figura 4) Valores de salinidade diárias e médias quinzenais durante o período de estudo.....85

Figura 5) Valores de precipitação mensal acumulada (mm) durante o período de estudo.....	86
Figura 6) Nível médio da coluna d'água da laguna durante o período de estudo.....	86
Figura 7) Percentual de sedimentos finos (silte + argila) nas áreas "A" e "B" durante cada mês durante o período de estudo.....	87
Figura 8) Percentual de sedimentos finos (silte + argila) nas áreas "A" e "B" durante o período de estudo.....	87
Figura 9) Percentual de matéria orgânica do sedimento nas áreas "A" e "B" durante cada mês durante o período de estudo.....	88
Figura 10) Percentual de matéria orgânica do sedimento nas áreas "A" e "B" durante as estações do ano (períodos).....	88
Figura 11) Percentual de sedimentos finos (silte + argila) no material dos experimentos de deposição durante o período de estudo.....	89
Figura 12) Peso dos sedimentos (g) do material depositado nos experimentos deposição durante o período de estudo.....	89
Figura 13) Perfis temporais da topografia (cm) do substrato nos pontos da área "A".....	90
Figura 14) Perfis temporais da topografia (cm) do substrato nos pontos da área "B".....	91
Figura 15) Densidades médias (ind.m ⁻²) e desvios padrão da macrofauna bentônica durante os períodos de estudo.	92
Figura 16) Densidades médias (ind.m ⁻²) e desvios padrão de <i>Erodona mactroides</i> durante os períodos de estudo.....	93
Figura 17) Densidades médias (ind.m ⁻²) e desvios padrão de <i>Kalliapseudes schubartii</i> durante os períodos de estudo.	94
Figura 18) Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS – Multi Dimensional Scale) entre os períodos (a) e as áreas (b) dos dados da macrofauna bentônica.....	95
Figura 19) Análise de Classificação (Cluster) entre os períodos e as áreas para os dados da macrofauna bentônica.....	96
Figura 20) Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS – Multi Dimensional Scaling) entre os meses de cada período (estação do ano) para a primavera/02, verão/03, outono/03 e inverno/03.....	97
Figura 21) Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS – Multi Dimensional Scaling) entre os meses de cada período (estação do ano) para a primavera/03, verão/04, outono/04 e inverno/04.....	98
Figura 22) Representação bidimensional dos resultados da Análise de Correlação Canônica (ACC) das amostras biológicas com referência aos principais parâmetros ambientais com influência significativa sobre a macrofauna.....	99

Figura 23) Representação bidimensional dos resultados da Análise de Correlação Canônica (ACC) das espécies com referência aos principais parâmetros ambientais com influência significativa sobre a macrofauna.....99

RESUMO

Objetivou-se no presente trabalho verificar a relação entre a variabilidade espaço-temporal da macrofauna bentônica de uma enseada rasa da região estuarina da Lagoa dos Patos (RS), e às variáveis abióticas que interferem nas características e na estabilidade do substrato. O trabalho foi desenvolvido numa enseada rasa localizada à margem leste da Ilha das Pombas, Saco do Arraial. Foram efetuadas amostragens mensais em duas áreas sob influência distinta de um canal de navegação próximo (área “A” mais exposta a um canal de natural de alta hidrodinâmica, e área “B” mais protegida pela ilha), entre o período de outubro/2002 a junho/2004. Em cada área foram coletadas 9 amostras da macrofauna bentônica e 3 amostras de sedimento para análises granulométricas e teor de matéria orgânica. Foram feitas leituras quinzenais da topografia do substrato em três pontos de cada área, e experimentos quinzenais de deposição de sedimentos finos. Também foram utilizadas leituras diárias de salinidade, temperatura da água, nível médio da laguna e precipitação do período. Foram identificadas duas situações ambientais e bióticas distintas: durante o período inicial do estudo houve a permanência prolongada de condições límnicas na região estuarina, como consequência do fenômeno ENSO- *El Niño* 2002/2003, além de uma baixa densidade da macrofauna bentônica. Um segundo período foi dominado por condições mixohalinas e oligohalinas, com aumento das densidades do macrozoobentos. Identificou-se também uma variabilidade espacial dos parâmetros abióticos e biológicos: a área “A” apresentou, em relação à área “B”, uma maior densidade da macrofauna bentônica, principalmente das espécies dominantes *Erodona mactroides* e *Kalliapseudes schubartii*, além de uma maior dinâmica do substrato determinando

diferentes características texturais do sedimento. Distintas condições hidrológicas durante o período, em relação a estudos anteriores na mesma região, ocasionaram um retardamento nos recrutamentos das espécies macrobentônicas, assim como a influência dos parâmetros abióticos relacionados à coluna d'água e ao substrato. A distribuição espacial da macrofauna evidenciou a influência da hidrodinâmica, da dinâmica do substrato e das características deste sobre as densidades de algumas espécies como *Erodona mactroides* e *Kalliapseudes schubartii*, indicando uma estreita interação entre coluna d'água, substrato e a macrofauna bentônica.

PALAVRAS CHAVE: macrofauna, estuários, Lagoa dos Patos, parâmetros abióticos, ENSO-*El Niño*

ABSTRACT

The aim of this work was to study the relationship between variability in space and time of the benthic macrofauna in a shallow embayment of Patos Lagoon estuarine zone, Southern Brazil, and the major abiotic parameters affecting the sediment characteristics and stability. The work took place in a shallow embayment located at the east coast of Ilha das Pombas, Saco do Arraial. Between October/2002 and September/2004 samples of the top 20 cm sediment pack were collected in two areas subjected to distinct influence of a nearby navigation channel (The “A” site subjected to a higher hydrodynamic influences, and the “B” site subjected to a lower hydrodynamic influences). In each site 9 samples of the benthic macrofauna and 3 samples of the sediment were collected for grain size and organic matter content analyses. Fortnightly, the topography of the substrate was evaluated in three locations in each site and carried out experiments on the deposition of fine sediment. In a daily basis the salinity, water temperature, water level of the lagoon and rainfall was measured. We identified two periods with distinct environmental and biotic features. The first period occurred in the beginning of the study when limnological conditions lasted for a long time in the estuarine area and low densities of the benthic macrofauna were observed. This condition was initiated by the ENSO-*El Niño* 2002/2003 episode. The second period was dominated by mixohaline and oligohaline conditions and it was characterized by an increase in densities of the macrozoobenthos. Spatial variability trends in abiotic and biotic parameters were also detected. The site near the navigation channel (“A”) showed higher density of benthic macrofauna than the most distant site (“B”), especially according to the dominant species *Erodona mactroides* and *Kalliapseudes schubarti* abundance. The “A” site also revealed a greater bottom

dynamics that led to different textural characteristics of the sediment. Contrasting hydrological conditions along the study period, in relation to previous studies carried out in the region and the influence of abiotic parameters over the water column and substrate, caused a recruitment delay of the macrobenthic species in comparison with previously published studies. The spatial distribution of the macrofauna highlighted the deterministic role played by the hydrodynamics, the dynamic of the bottom and its characteristics on the densities of dominant species, suggesting a strong interaction among the water column, the substrate and the benthic macrofauna.

PALAVRAS CHAVE: macrofauna, estuaries, Patos Lagoon, abiotic parameters, ENSO-*El Niño*.

INTRODUÇÃO

As associações de macroinvertebrados bentônicos compreendem várias espécies de moluscos, poliquetas e crustáceos, entre outros organismos com mais de 1 mm de tamanho, que apresentam uma relação direta com o fundo, o que resulta em uma certa uniformidade de modos de vida, apesar das suas distintas origens filogenéticas (Day *et al.*, 1989). Estes organismos têm um papel crucial na trama alimentar de estuários, atuando como um elo fundamental entre o detrito depositado e os níveis tróficos superiores do sistema, constituindo-se assim, em um importante recurso para consumidores de grande porte como as aves, crustáceos decápodos e peixes (Bemvenuti, 1998a).

A estrutura dessas associações inclui atributos como composição específica, distribuição, abundância, biomassa, tipo de relação com o substrato (infauna, epifauna), estrutura trófica e a diversidade dos organismos que as integram (Levinton, 1995).

A análise da estrutura das associações de macroinvertebrados bentônicos, a partir dos seus atributos, tem sido muito útil em estudos de diagnóstico e monitoramento ambiental (Warwick, 1986). Problemas, entretanto, podem surgir na interpretação dos dados obtidos em estudos de monitoramento, tais como, a identificação e a distinção dos efeitos dos contaminantes em relação aos decorrentes da variabilidade natural do ambiente (Clarke & Warwick, 1994). Neste caso, é importante que sejam efetuados trabalhos prévios que contemplem o acompanhamento temporal das associações de macroinvertebrados e das variações naturais dos parâmetros ambientais na coluna d'água e no substrato (Weisberg *et al.* 1997).

As regiões estuarinas apresentam grandes variações sazonais, mensais ou até diárias, assim como espaciais de suas variáveis abióticas, as quais podem ser detectadas através das oscilações de concentração de material em suspensão, nutrientes, nível d'água e correntes (Dyer, 1979). Nestes ambientes estuarinos, os fatores abióticos exercem um importante papel estruturador, formando um complexo de gradientes que podem determinar a distribuição e abundância das comunidades animais (Day *et al.* 1989, Levinton, 1995).

Com exceção dos maiores sistemas fluviais que deságuam diretamente na plataforma continental, os fluxos terrestres de material em suspensão passam primeiro através dos estuários (Dyer, 1995). Genericamente nos estuários a mistura entre a água doce e a água salgada em grande parte ocorre devido à ação das ondas, das correntes costeiras e pelo fluxo de marés. O material em suspensão nestes ambientes sedimenta quando em contato com a água salgada, devido a dois fatores: redução no fluxo e aos processos de floculação das partículas (Postma, 1980). O fluxo do material em suspensão enfrenta variações temporais e espaciais de salinidade e velocidades de corrente, que controlam os processos de sedimentação, erosão, deposição e floculação (Nichols & Biggs, 1985). Estes processos deposicionais e de ressuspensão regular de material fino (silte + argila) resultam em depósitos de lama fluida (Allen *et al.*, 1980), em função das variações dos regimes de vazantes e enchentes da região estuarina.

Os ecossistemas estuarinos destacam-se por sua alta produção biológica que ocorre como reflexo, entre outros, da troca de nutrientes e outras propriedades biogeoquímicas entre o sistema bentônico e a coluna d'água, através dos processos de erosão e ressuspensão dos sedimentos de fundo (Nichols, 1986).

As perturbações que ocorrem no substrato podem influenciar tanto na emigração da fauna já estabelecida como na composição da camada superficial do sedimento, a

qual condiciona a presença da macrofauna, devido às exigências dos organismos em relação ao tamanho de grão e ao teor de matéria orgânica (Eckman, 1983). Organismos que vivem em fundos moles, ou associados a eles são fortemente dependentes das características destes sedimentos. Características importantes do substrato para organismos bentônicos são os tamanhos médios de grão, percentual de areia, silte e argila, matéria orgânica, teor de carbonatos, entre outros (Day *et al.*, 1989). Em zonas rasas a combinação de intensidades das ações de ondas, marés e correntes resultam em uma marcada dinâmica sedimentar nos eventos de deposição e ressuspensão, que influenciam na distribuição das espécies bentônicas (Little, 2000).

Fenômenos estocásticos como entradas de frentes frias, os quais afetam os processos hidrológicos e sedimentares, também são provavelmente responsáveis pelas mudanças na estrutura das associações macrofaunais de enseadas rasas. Efeitos episódicos de alta energia (*e.g.* ventos de tempestade) apresentam particular importância, podendo movimentar, em um curto período de tempo, uma carga sedimentar superior à verificada durante longos períodos em condições normais (Nichols, 1986). Dyer *et al.* (2000) observaram que ondas geradas por ventos maiores do que 5 m.s^{-1} podem causar estresse na camada superficial do substrato, em escalas suficientes para causar erosão dos sedimentos em áreas entre 1 e 2 m de profundidade, provocando a ressuspensão do sedimento e o aumento nas taxas do material em suspensão.

Na região estuarina da Lagoa dos Patos, as interações entre as feições geomorfológicas e a penetração da água marinha durante fortes ventos do quadrante sul (Costa *et al.*, 1988) favorecem a ressuspensão dos sedimentos depositados (Niencheski & Windom, 1994). Foram encontradas evidências de que uma distinta exposição à hidrodinâmica nas enseadas rasas pode afetar o assentamento e a persistência do bivalvo

Erodona mactroides Bosc, 1802 (Colling, 2004), assim como a distribuição espacial e temporal do conjunto da macrofauna bentônica (Colling *et al.*, 2007).

Trabalhos prévios sobre macrofauna bentônica desenvolvidos na Lagoa dos Patos e região estuarina abordam aspectos como composição faunal (Bemvenuti, 1987a; Bemvenuti *et al.*, 1978, Capitoli *et al.*, 1978), sua distribuição espacial (Bemvenuti *et al.*, 1978; Capitoli *et al.*, 1978, Bemvenuti & Netto, 1998; Bemvenuti *et al.*, 1992) e efeitos da predação e interações biológicas (Bemvenuti, 1983; 1987b; 1994). Análises da variabilidade temporal por sua vez foram desenvolvidas por Bemvenuti (1987a), Bemvenuti & Netto (1998), e Rosa & Bemvenuti (2006), onde são descritas marcadas flutuações sazonais e/ou interanuais na abundância dos organismos.

Entretanto, a inexistência de dados sobre a dinâmica sedimentar nas enseadas rasas desta região, assim como de trabalhos que relacionem as variáveis abióticas da coluna d'água e do substrato em relação à distribuição do macrozoobentos, dificultam a interpretação das flutuações espaço-temporais da macrofauna bentônica.

OBJETIVOS

Geral

Verificar a relação entre a variabilidade espaço-temporal da macrofauna bentônica de uma enseada rasa da região estuarina da lagoa dos Patos, e às variáveis abióticas que interferem nas características e na estabilidade do substrato.

Específicos

1) Analisar a variação espaço-temporal dos atributos da associação macrozoobentônica, como composição específica, número de espécies e densidades médias;

2) Caracterizar a variabilidade espaço-temporal das características do substrato, como variação da topografia, granulometria, teor de matéria orgânica e taxa de deposição do sedimento;

3) Relacionar a variabilidade espaço temporal da macrofauna bentônica com a dos fatores abióticos.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Área de estudo

A Lagoa dos Patos está localizada na planície litorânea do sul do Brasil, sendo considerada a maior laguna estrangulada do mundo (Kjerfve, 1986), a qual possui uma área aproximada de 10.360 km², cerca de 250 km de extensão e 60 km de largura. O extremo sul da Lagoa dos Patos possui características estuarinas com aproximadamente 971 km² (aproximadamente 10% da laguna), na qual existe uma troca de água com o oceano Atlântico através de um canal com 20 km de comprimento e 0,5-3 km de largura (Asmus, 1998). Os dois principais ambientes estuarinos estão constituídos pelo corpo de água central e profundo do canal do estuário, e por enseadas rasas e protegidas (Bonilha & Asmus, 1994). A baixa amplitude das marés astronômicas, a forte influência da pluviosidade e da ação dos ventos no nível da água na região estuarina (Kantin, 1983), originam planos entremarés irregularmente inundados e enseadas com extensos planos de águas rasas (Bemvenuti, 1998b). As zonas rasas marginais, representadas por baixios e enseadas protegidas, ocupam cerca de 420 km² da área estuarina, formando ambientes com hidrodinâmica reduzida, próximos às margens das ilhas (Costa *et al.*, 1997).

O trabalho foi desenvolvido em uma transversal com 450 m localizada na enseada Saco do Arraial, em um plano raso protegido em frente à margem leste da Ilha das Pombas (Lat. 32° 01' 505 S, Long. 052° 07' 708 W), (Fig. 1). Amostragens mensais entre outubro de 2002 e setembro de 2004 foram realizadas em duas áreas (área “A” e área “B”), ambas com profundidade média de 0,8 m, mas cada qual correspondendo a

distintos níveis de exposição à ação hidrodinâmica: a área “A” próxima à um canal de navegação e mais próxima à extremidade sul da Ilha, e a área “B” em local abrigado pela Ilha das Pombas, em sua porção norte.

2. Amostragens biológicas

Em cada área foram extraídas 9 amostras biológicas mensais com auxílio de um tubo extrator de 10 cm de diâmetro, enterrado até a profundidade de 20 cm no interior do sedimento, as quais foram peneiradas no próprio campo com malha de 0,3 mm de abertura, fixadas com formaldeído 4% e coradas com Rosa de Bengala. Em laboratório, com o auxílio de um microscópio estereoscópico, os macroinvertebrados foram separados do sedimento e conservados em etanol 70%.

3. Parâmetros ambientais

Em cada área foram também extraídas 3 amostras mensais de sedimento para análises granulométricas, com auxílio do mesmo tubo utilizado para as amostras biológicas. As proporções de areia, silte e argila foram determinadas através do peneiramento ($> 0,062$ mm de diâmetro) e pipetagem ($< 0,062$ mm de diâmetro), conforme Suguio (1973). Das mesmas amostras utilizadas para as análises granulométricas foi separada uma parcela para as análises do teor de matéria orgânica. O método utilizado foi o de perda de peso por combustão, que consiste em secar os sedimentos em estufa a 60°C . Após a secagem, os sedimentos são postos em mufla à temperatura de 550°C por cinco horas, após as quais são repesados e a diferença de peso representa o conteúdo de matéria orgânica volatilizada (Walkley & Black, 1934).

Com a finalidade de avaliar a instabilidade do substrato através dos processos erosivos e deposicionais que regularmente ocorrem em sedimentos inconsolidados (Little, 2000; Dyer *et al.*, 2000), foram efetuadas medidas quinzenais da topografia do fundo, com auxílio de um nível de mangueira. Este nível de mangueira é compreendido por duas estruturas com aproximadamente um metro de altura nos quais há uma marcação graduada em cm (-20 a + 20 cm), que são ligadas por uma mangueira nivelada preenchida com água, de aproximadamente 4 m de comprimento. Em cada área foram fixados três postes equidistantes 90 m e nivelados, sendo em cada poste tomadas quatro medidas quinzenais do nível topográfico (cm) do substrato (Norte, Sul, Leste e Oeste), cada uma medida a uma distância de 2 m do poste nivelado. Destas quatro medidas foi calculado um valor médio, o qual representa o nível do substrato no momento das medições. Desta forma, com as repetições quinzenais destas medições durante os 24 meses (outubro/2002 a setembro/2004), obteve-se um perfil temporal do comportamento do substrato para cada um dos seis pontos (postes nivelados), sendo três correspondentes à área “A”, representada pelos pontos “A1”, “A2” e “A3”, e três à área “B”, representada pelos pontos “B1”, “B2” e “B3”.

Para quantificar os processos deposicionais que nele ocorrem, foi elaborado um experimento de caráter quinzenal para avaliar a deposição de sedimentos: foram utilizadas 6 armadilhas do modelo P.I.T. (Particle Interceptor Trap) em cada área, no intervalo quinzenal anterior às amostragens da macrofauna. Estas armadilhas (Fig. 02) foram construídas com tubos de PVC, através de um cilindro externo com dimensões de 10 cm de diâmetro X 15 cm de altura, fixadas em uma base sólida de mesmo diâmetro, que permanece enterrado no sedimento, evitando assim que este seja deslocado por alguma perturbação. No interior do cilindro externo foram acomodados pequenos canos com 1 cm de diâmetro X 10 cm de altura, que são responsáveis por conduzir o material

em suspensão ao fundo do equipamento. O modelo de P.I.T. aqui utilizado segue sugestões da Dr. Eva Koch (University of Mariland - USA). As armadilhas foram fixadas no substrato quinze dias antes das amostragens biológicas, quando eram retiradas, o material depositado em seu interior armazenado em vidros e congelados. O material depositado foi pesado (peso total em gramas), e a granulometria foi determinada através de peneiramento ($>0,062$ mm) e pipetagem ($<0,062$ mm), seguindo protocolo de Suguio (1973).

Dados diários de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) e salinidade foram obtidos através de amostras coletadas na localidade do Porto Rei, distante 1 Km do local de estudo, onde também foram registrados diariamente os níveis da coluna d'água da laguna. Estes dados fazem parte do Banco de Dados do projeto “Estuário da Lagoa dos Patos e Área Costeira Adjacente”, PELD – Programas Ecológicos de Longa Duração, Site 8 – FURG (www.peld.furg.br), cedidos pelo Dr. César Serra Bonifácio Costa, Laboratório de Ecologia Vegetal Costeira, Departamento de Oceanografia, FURG.

Junto ao Banco de Dados da Estação Meteorológica da FURG foram obtidos valores diários de pluviosidade (mm.dia^{-1}), que para cada mês foram somados determinando-se assim a pluviosidade mensal acumulada (mm.mês^{-1}).

4. Análise dos Dados

4.1. Macrofauna Bentônica

Os dados biológicos mensais foram considerados réplicas para os períodos amostrais: primavera (outubro a dezembro), verão (janeiro a março), outono (abril a junho) e inverno (julho a setembro), possibilitando desta forma uma replicação nas

estações do ano. Com o objetivo de aplicar uma Análise de Variância (ANOVA – Bifatorial) relacionando as densidades da macrofauna entre os Períodos (estações do ano) e as áreas, assim como as densidades das duas espécies dominantes durante o estudo, *Erodona mactroides* Bosc, 1802 e *Kalliapseudes schubartii* Mañé-Garzón, 1949, frente a estes fatores foram testados os pré-requisitos para esta análise, i.e., Normalidade da Variância e Homocedasticidade. Os valores de densidade da macrofauna total, de *E. mactroides* e *K. schubartii* não apresentaram normalidade e homocedasticidade, assim como para seus dados transformados em $\text{Log}(X + 1)$, $\text{Arcsen}(\text{raiz}(X))$, e $\text{Raiz}(X) + \text{Raiz}(X + 1)$, entre outras. Assim, os dados não mostraram-se adequados á aplicação da Análise de Variância Paramétrica (ANOVA).

Desta forma, aplicou-se a Análise de Variância (ANOVA Bifatorial) Não-paramétrica, segundo Zar (1996). Entretanto, esta análise torna-se não-aplicável frente a dois fatores que se fizeram presentes nos valores de densidade tanto para a macrofauna total, como para *E. mactroides* e *K. schubartii*: valores de N (número de réplicas) muito superior a 5, e excessivas repetições dos valores de Rank (os valores de densidade devem ser substituídos, neste tipo de análise, por escores através do ranqueamento dos valores, sendo o menor valor de densidade atribuído o valor 1, o segundo maior o valor 2, e assim sucessivamente até o maior valor de densidade). Sendo assim, esta Análise de Variância (ANOVA Bifatorial) Não-paramétrica, assim como a Análise de Variância Paramétrica, não pôde ser aplicada.

Devido a isso, os valores de densidade da macrofauna, *E. mactroides* e *K. schubartii* foram submetidos à Análise de Variância Não paramétrica Kruskal-Wallis, que por sua vez, permite somente o teste de um fator simultaneamente (Unifatorial), ou seja, não é possível a execução do teste para dois fatores (Bifatorial). Sendo assim, os

dados foram submetidos à Análise Não-paramétrica Kruskal-Wallis, testando-se a variabilidade no tempo (estações do ano) e no espaço (áreas), separadamente.

Dentre as técnicas multivariadas, utilizou-se a Análise de Ordenação (MDS – Multi Dimensional Scaling), que agrupa as amostras biológicas em função de seu grau de similaridade, e Cluster, uma Análise de Classificação com saída gráfica em forma de dendrograma, que mostra os níveis de similaridade entre as amostras. As duas análises utilizaram todas as réplicas mensais de cada área (9 amostras), com as quais foi gerada uma matriz de similaridade através do Índice de Bray-Curtis, com os dados de densidade transformados em $\log(X + 1)$. Diferenças na estrutura das associações macrofaunais entre os fatores “meses” e “áreas” foram testados para cada estação do ano, para se verificar a variabilidade dentro das estações do ano, através da Análise de Similaridade (ANOSIM, $p < 0,05$). Quando apontadas diferenças significativas, as espécies que contribuíram para a dissimilaridade entre os fatores foram determinadas através da Análise de Porcentagem de Similaridade (SIMPER). As mesmas Análises de Classificação, Ordenamento, ANOSIM e SIMPER foram aplicadas para a soma das réplicas de cada Área, em todos os meses para cada estação do ano, com a finalidade de se testar diferenças entre os fatores “estações do ano” e “áreas”, com os dados de densidade da macrofauna transformados em $\log(X + 1)$. Para remover quaisquer efeitos impróprios das espécies raras nestas análises, espécies que ocorreram em abundâncias menores que 5% foram excluídas das análises.

4.2. Parâmetros ambientais

Aos dados diários de salinidade e temperatura da água foram avaliados os pré-requisitos para a Análise de Variância (ANOVA), os quais não foram preenchidos

mesmo após algumas transformações matemáticas ((Log (X + 1), Arcsen (raiz(X)), Raiz(X) + Raiz (X + 1), entre outras). Desta forma foi aplicada a Análise de Variância Não-Paramétrica Kruskal Wallis (Unifatorial, $p < 0,05$), com o objetivo de verificar possíveis diferenças significativas destas variáveis entre os períodos (estações do ano). Foram ainda calculados os valores de precipitação mensal acumulada, gerando-se assim um valor para cada mês (três “valores” ou “réplicas” sazonais), aos quais foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA Unifatorial, $p < 0,05$). Não foi necessária a transformação dos dados para satisfazer os pré-requisitos da ANOVA.

As amostras de sedimento para granulometria e teor de matéria orgânica foram consideradas réplicas para os períodos amostrais, da mesma forma que as amostras biológicas. Os percentuais de sedimentos finos foram testados através da Análise de Variância Não-paramétrica Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) entre os períodos (estações do ano), em virtude destes não terem se adequados aos pré-requisitos da Análise de Variância Paramétrica, mesmo após a aplicação de transformações matemáticas. Para o percentual de matéria orgânica no sedimento foram testados os pré-requisitos à Análise de Variância (Normalidade da Variância e Homocedasticidade) com os dados transformados em $\log (X + 1)$, e aplicada a ANOVA entre os Períodos (estações do ano) e áreas (ANOVA Bifatorial, $p < 0,05$).

Os experimentos de deposição de sedimentos (P.I.T.'s) foram executados em 16 dos 24 meses de coletas, conforme Tab. 1. Em virtude do número desigual de réplicas em cada mês de experimento (houve eventualmente a perda de amostras devido às dificuldades na retirada destes do substrato, e processamento das amostras no próprio campo), e da ausência de amostras em alguns dos meses ao longo do experimento, foi necessária a utilização de “Análise de Variância para “N” desiguais” conforme Zar (1996). Foi testada a variabilidade espaço-temporal (estações do ano X áreas) através de

Análise de Variância (ANOVA Bifatorial with Unequal “N”, $p < 0,05$), assim como a variabilidade espaço-temporal do Percentual de sedimentos finos (silte + argila), também através de Análise de Variância (ANOVA Bifatorial with Unequal “N”, $p < 0,05$).

4.3. Relação entre a Macrofauna Bentônica e Parâmetros Ambientais

Relações estatísticas entre os padrões biológicos e as variáveis ambientais foram quantificadas via análise de correspondência canônica (CCA) (ter Braak, 1986). Uma matriz de variáveis explicativas foi construída para determinar a quantidade de variação nos dados biológicos relacionados às variações ambientais. Para a realização da análise, os dados de salinidade, temperatura e precipitação pluviométrica foram repetidos para as áreas “A” e “B”, e foram usadas suas médias mensais. Para cada área e período, foram feitas médias mensais das densidades da associação macrobentônica, assim como a média dos percentuais de sedimentos finos, matéria orgânica, peso do sedimento nos P.I.T.’s e percentual de sedimentos finos nos P.I.T.’s sob os mesmos critérios. Foram geradas variáveis categóricas de erosão/deposição de sedimentos através dos resultados das leituras da topografia do substrato, sob o seguinte critério: foram atribuídos valores = 1 às leituras que caracterizavam eventos de erosão, valores = 2 aos eventos de deposição e valores = 0 quando não houve variação na topografia do substrato. Para testar a significância ($p < 0,05$) de cada variável ambiental no modelo, utilizou-se o teste de permutação de Monte Carlo (permutações irrestritas) onde as variáveis ambientais foram adicionadas passo a passo (*forward selection*). Espécies que apresentaram abundâncias menores que 5% foram excluídas das análises.

Com o objetivo de estabelecer relações entre o comportamento dos dados biológicos e as variações dos dados ambientais, utilizou-se a técnica BIO-ENV (Clarke & Ainsworth, 1993), que integra duas matrizes de dados (dados biológicos e parâmetros ambientais) a fim de registrar padrões de variação semelhantes entre estas. As matrizes de dados abióticos foram construídas através de distâncias euclidianas, para encontrar a matriz que melhor se correlacione com a de dados biológicos. Por sua vez, à matriz de dados biológicos é necessária a utilização da matriz de similaridade de Bray-Curtis. Os valores de densidade da macrofauna aqui utilizados foram transformados em $\log(X + 1)$, assim como os de variáveis ambientais, que por sua vez foram também normalizadas. O coeficiente de correlação utilizado foi o de Spearman.

Para a realização das análises estatísticas foram utilizados os programas PRIMER[®], Canoco for Windows[®] e STATISTICA[®].

RESULTADOS

1. Parâmetros ambientais

A temperatura da água apresentou diferenças sazonais significativas (Tab. 2). As maiores temperaturas foram registradas durante os períodos do verão/03 (25,8°C) e verão/04 (24,8°C), e as menores durante o inverno/03 (13,6°C) e inverno/04 (13,1°C) (Fig. 3). As temperaturas nos períodos de primavera foram mais altas que as registradas nos períodos de outono (Fig. 3).

Os registros de salinidade mostraram haver diferenças significativas entre as estações do ano (Tab. 2), apresentando uma grande variabilidade temporal, com valores mínimos de 0 (primavera/02 e verão/02) e máximos de 35 (outono/04) (Fig. 4). Baixos valores ocorreram durante os meses do inverno/02 anterior ao período de estudo, primavera/02 e início do verão/2003, com médias quinzenais não ultrapassando 5, exceto no mês de setembro (Fig. 4). A partir do final do verão/2003 observou-se um aumento nos registros de salinidade, com médias quinzenais entre 5 e 15 até o verão/04, quando ocorreram novamente baixas salinidades, seguido de um aumento e permanência de altos valores no final do verão/04, outono/04 e inverno/04, com médias quinzenais freqüentemente superiores a 15.

Os valores de precipitação mensal acumulada não mostraram diferenças sazonais significativas (Tab. 2). Valores acima de 100 mm/mês foram freqüentemente observados nos meses de primavera/02, verão/03 e outono/03, assim como no outono/04 (mês de abril) (Fig. 5). Observa-se também que nos meses de inverno/02, que antecedeu o período aqui abordado, foram registrados valores acumulados acima de 100 mm em todos os meses.

Foi calculada, a partir dos registros diários obtidos junto ao Banco de Dados do Projeto PELD, uma média decadal (valores diários entre janeiro/1994 e dezembro/2004) para o nível médio da coluna d'água na laguna (NML), onde obteve-se um valor médio de 48,7 cm. As medições diárias no nível médio da coluna d'água mostraram valores superiores a 70 cm, ou seja, muito acima dos valores médios, na primavera/02 e verão/03 (Fig.6). Não foram efetuados registros durante os meses de outono/03 e início do inverno/03, entretanto, os valores registrados a partir da primavera/03 mostraram valores entre 30 cm e 50 cm de coluna d'água, muito inferiores aos registrados no início das amostragens. Desta forma, nota-se que o período inicial das amostragens foi caracterizado por um nível médio da laguna bastante superior à média decadal calculada, devido a uma grande vazão de água doce oriundas da laguna.

Os percentuais de sedimentos finos (i.e., silte + argila) variaram significativamente entre os períodos e as áreas, porém não houve diferenças na interação dos dois fatores (Tab. 3). Os maiores percentuais ocorreram nos períodos de primavera/02 (15,6%), verão/03 (9,8%) e outono/03 (7,4%), e a partir do inverno/03 ocorreu uma acentuada diminuição no teor de finos, quando sucederam-se percentuais máximos de 4,3% no outono/04 (Fig. 7). Em todos os períodos foram registrados menores percentuais de finos na área "A" em relação à área "B" (Fig. 8).

Os percentuais de matéria orgânica no sedimento apresentaram variações significativas entre os períodos, porém não houve diferenças significativas entre as áreas (Tab. 3). Os maiores percentuais de matéria orgânica ocorreram no outono/03 (1,19%), inverno/03 (1,13%), primavera/03 (1,24%), verão/04 (1,02%) e outono/04 (1,22%). Os menores percentuais ocorreram nos primeiros dois períodos amostrais: primavera/02 (0,29%), verão/03 (0,26%), além do inverno/04 (0,74%), (Fig. 9). Não foi observado

nenhum padrão espacial de distribuição dos teores de matéria orgânica, ocorrendo uma grande variabilidade entre as áreas “A” e “B” ao longo do estudo (Fig. 10).

Os percentuais de sedimentos finos (silte + argila) acumulados nos P.I.T.’s mostraram significativa variabilidade sazonal e espacial (Tab. 3). Na Área “B” foram observadas as maiores deposições de sedimentos finos, sendo os maiores percentuais observados durante e após o inverno/03 (Tab. 4; Fig. 11), com valores superiores a 60 %. As taxas de finos depositados na área “A” tiveram seus maiores valores na primavera/02, inverno/03 e inverno/04. Nestes experimentos de deposição de sedimentos, sempre foram registrados maiores percentuais de finos na área “B”, exceto para o inverno/03, quando na área “A” foram registradas maiores valores (Tab. 4; Fig. 11). Para as duas áreas foi observado um comportamento temporal análogo nas proporções de finos, com uma diminuição da primavera/02 para o verão/03 e outono/03, um acentuado aumento nas taxas durante o inverno/03 ($81,4 \pm 10,1$ % e $78,9 \pm 18,7$ % nas áreas “A” e “B”, respectivamente) uma nova diminuição da primavera/03 ao outono/04 e novamente altas taxas no inverno/04 ($75,9 \pm 15,2$ % e $83,3 \pm 4,0$ %) (Tab. 4; Fig. 11).

O peso do material sedimentar total (i.e., areia + silte + argila) depositado nos experimentos com P.I.T.’s também mostrou diferenças espaciais e temporais significativas (Tab. 3). A área “A” apresentou os maiores pesos de material depositado em relação à área “B”, durante todos os períodos (Tab. 4; Fig. 12). Nela observou-se um gradativo aumento em peso da primavera/02 ($90 \pm 49,8$ g.15 dias⁻¹), verão/03 ($105,2 \pm 64,6$ g.15 dias⁻¹) ao outono/03 ($162,8 \pm 139,4$ g.15 dias⁻¹), uma diminuição nos períodos seguintes e valores máximos no inverno/04 ($166,4 \pm 61$ g.15 dias⁻¹). Entretanto, a área “B” apresentou um comportamento diferente nos períodos iniciais do experimento, com diminuição gradativa dos pesos da primavera/02 ($66,0 \pm 14,0$ g.15 dias⁻¹), verão/03

($43,4 \pm 9,8 \text{ g.15 dias}^{-1}$) ao Outono/03 ($50,7 \pm 26,0 \text{ g.15 dias}^{-1}$), e a partir do inverno/03 um comportamento similar à área “A”, com valores máximos no inverno/04 ($83,3 \pm 4,0 \text{ g.15 dias}^{-1}$) (Tab. 4; Fig. 12).

As medidas da topografia do substrato mostraram comportamentos distintos entre os pontos da área “A” e área “B”: foram observadas maiores variações topográficas nos pontos da área “A”, com oscilações que variaram em amplitude de 14 cm (leituras de -4 a -18 cm) (Fig. 13a, 13b e 13c) e 9 cm (leituras de -8,4 a -17,4 cm) (Fig. 14a, 14b e 14c) nas respectivas áreas “A” e “B”.

As leituras da área “A” mostraram nos períodos da primavera/02 e início do verão/03 variações topográficas não muito pronunciadas com amplitudes entre -10,8 e -15,1 cm (oscilações de 4,3 cm), com exceção de um evento erosivo de maior amplitude no ponto “A3”, durante o final da primavera/02 (Fig. 13c). No final do verão/03, no outono/03 e inverno/03 foram registradas acentuadas oscilações na topografia desta área, com eventos erosivos e deposicionais sucessivos, com amplitudes entre -4,0 e -14,6 (oscilações de 10,6 cm). Neste período foi observado um evento deposicional de 7,1 cm no ponto “A2”, assim como subseqüentes eventos de erosão e deposição de mais de 4 cm, entre duas leituras sucessivas, caracterizando assim um período de grande instabilidade do substrato (Fig. 13a, 13b e 13c). A partir do inverno/03 foi observada maior estabilidade do substrato até o final do verão/04 e inverno/04, quando ocorreram novos eventos erosivos e deposicionais.

Os registros da topografia do substrato na área “B” mostram uma maior instabilidade para o ponto “B1” durante todo período de estudo, apresentando dois eventos erosivos com remoção de mais de 4 cm do substrato, durante o início da primavera/02 (4,2 cm) e outono/04 (4,1 cm) (Fig. 14a, 14b e 14c). Nos demais pontos da área “B” não foram observadas oscilações mais acentuadas, caracterizando assim

esta área como de maior estabilidade do substrato, em relação aos processos erosivos e deposicionais. Observa-se uma tendência nesta área de uma maior influência dos eventos deposicionais, que são evidenciados pela elevação dos perfis topográficos, em todos os pontos “B1”, “B2” e “B3” a partir do outono/04 e durante o inverno/04.

2. Macrofauna bentônica

Durante o estudo foram encontrados organismos da macrofauna bentônica de 4 grandes grupos (Mollusca, Crustacea, Polychaeta e Nemertinea) representados por 16 espécies (Tab. 5). Os valores de densidade média (Ind.m⁻²) e os respectivos desvios padrão, em todos os períodos para cada área, mostram a dominância de algumas espécies ao longo do estudo (o bivalvo *Erodona mactroides*, o tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii*, os poliquetas *Nephtys fluviatilis* Monro, 1939, *Heteromastus similis* Southern 1921 e *Laeonereis acuta* Treadwell, 1923), e reduzidas densidades principalmente de peracáridos epifaunais (*Mellita mangrovi* Oliveira, 1953, *Sphaeromopsis mourei* Loyola 1960, *Diastylis sympterigiae* Bacescu & Queiroz, 1985, *Sinelobus stanfordi* Richardson, 1901).

A Análise de Variância (ANOVA Bifatorial) entre períodos X áreas mostrou diferenças significativas entre os dois fatores para as densidades médias da macrofauna estuarina e *E. mactroides*, e diferenças significativas somente entre os Períodos para *K. schubartii* (Tab. 6). A interação entre os dois fatores foi significativa para as densidades da macrofauna, densidades de *E. mactroides* e *K. schubartii*.

As densidades médias do macrozoobentos na primavera/02 foram as mais baixas de todo período de estudo (1892 e 2307 Ind.m⁻² nas áreas “A” e “B”, respectivamente), seguido por um aumento nas densidades no final do verão/03 (13362 e 7318 ind.m⁻²),

(Tab. 7; Fig. 15a e 15b). As maiores densidades da macrofauna foram registradas no outono/03 (38202 e 20151 ind.m⁻²), seguido pelo inverno/03 (27473 e 11343 ind.m⁻²) e primavera/03 (21524 e 13514 ind.m⁻²). No verão/04 houve uma diminuição nas densidades (12668 e 9917 Ind.m⁻²), seguida de densidades ainda menores no inverno/04 (6827 e 4529 Ind.m⁻²). Durante todo período foram encontradas maiores densidades da macrofauna na área “A” (Fig 15a), exceto para a primavera/02, quando as densidades na área “B” foram superiores (Fig. 15b).

Exemplares de *E. mactroides* foram registrados somente a partir do final do verão/03 (Fig. 16a e 16b). As maiores densidades desta espécie ocorreram no outono/03 para as duas áreas (16815 e 7964 ind.m⁻² nas áreas “A” e “B” respectivamente), quando, a partir do inverno/03, foram observadas sucessivas diminuições ao longo dos períodos, atingindo as menores densidades no inverno/04 (727 e 38 Ind.m⁻²). Em todos os períodos foram registradas maiores densidades desta espécie na área “A”.

Foram registradas baixas densidades do tanaidáceo *K. schubartii* na primavera/02 (359 e 359 ind.m⁻² nas áreas “A” e “B” respectivamente), e verão/03 (1897 e 802 ind.m⁻²), sendo que no outono/03 ocorreram as maiores densidades da espécie nas duas áreas (8960 e 2685 ind.m⁻²). Altas densidades mantiveram-se na área “A” (4803 ind.m⁻²) no inverno/03, diferente da área “B” que apresentou novamente baixos valores (722 ind.m⁻²). Somente no outono/04 observou-se uma nova elevação nas densidades da espécie (996 e 1835 ind.m⁻²) nas duas áreas (Fig. 17a e 17b).

Todas as espécies dominantes apresentaram valores mais elevados de densidade a partir do outono/03, entretanto, os expressivos recrutamentos de *E. mactroides* e de *K. schubartii* foram os que mais contribuíram para o significativo aumento na abundância do macrozoobentos no período (Tab. 6).

Os poliquetas *H. similis* e *N. fluviatilis* foram as espécies que apresentaram as maiores densidades durante a primavera/02 e, durante o verão/03 as densidades destas foram superadas somente por *E. mactroides*, seguido de uma nova diminuição na abundância no período em que predominaram altas salinidades, entre o verão/04 e inverno/04.

A análise de ordenamento (MDS) mostrou diferenças na estrutura da macrofauna entre os períodos (Fig. 18a), com a formação de distintos grupos com diferenças significativas ($p = 0,001$; $R = 0,568$) (Tab. 8). Os grupos mais distintos foram formados pelos períodos de primavera/02, verão/03 e inverno/04 (Fig. 18a), ou seja, os períodos em que ocorreram as menores densidades da macrofauna e das espécies dominantes *E. mactroides* e *K. schubartii* (Tab. 5). A análise de classificação (Cluster) mostra a formação de três grandes grupos, a um nível de similaridade de 77% (Fig. 19). O Grupo 1 foi formado pelas amostras da primavera/02, período inicial do trabalho; o Grupo 2 compreende o agrupamento principalmente dos últimos três períodos (verão/04, outono/04 e inverno/04), enquanto o Grupo 3 formou-se pelas amostras do outono/03, inverno/03 e primavera/03. A análise SIMPER mostrou que o pelecípode *E. mactroides* foi a espécie que contribuiu mais significativamente para a distinção das amostras dos períodos da primavera/02 e verão/03 das demais, e a partir do outono/03 outras espécies também contribuíram para a distinção entre os períodos, como *K. schubartii*, *L. acuta*, *S. stanfordi* e *D. sympterigeae* (Tab. 7).

A estrutura da macrofauna apresentou diferenças significativas também entre as áreas “A” e “B” ($p = 0,001$), porém com uma grande variabilidade entre as amostras dos dois grupos por elas formados ($R = 0,054$) (Fig. 18b; Tab.8). As espécies que mais contribuíram para a distinção entre as duas áreas foram *E. mactroides* (19,91 %), *K. schubartii* (11,69 %) e *L. acuta* (11,67 %) (Tab. 8).

A variabilidade interna dos períodos, avaliada através do teste ANOSIM entre os meses dentro de cada estação do ano mostrou haver diferenças significativas entre os meses assim como entre as áreas (Tab. 10 a 17; Fig. 20 e 21). O período da primavera/02 foi o que evidenciou menor variabilidade entre os meses e áreas, sendo *K. schubartii* a espécie responsável pela distinção dos grupos, quando houve diferenças (Tab. 10). No verão/03 a ocorrência de *E. mactroides* foi o principal fator responsável pela distinção entre os grupos e áreas (Tab. 11). Para os períodos de outono/03, inverno/03, primavera/03 e verão/04 foi freqüente a ocorrência de diferenças significativas entre os meses e áreas, sendo as espécies *K. schubartii*, *M. peterseni* e *S. stanfordi* as que mais contribuíram para a distinção espaço-temporal das amostras (Tab. 12, 13, 14 e 15). No outono/04 e inverno/04 as diferenças entre meses e áreas foram ocasionadas predominantemente pelo pelecípode *E. mactroides* e pelo tanaidáceo *K. schubartii* (Tab. 16 e 17).

3. Interações entre a Macrofauna Bentônica e Parâmetros Ambientais

Para a Análise de Correspondência Canônica (ACC) foram utilizadas uma matriz com as densidades da macrofauna e outra com as variáveis ambientais temperatura d'água, salinidade, nível médio da laguna, precipitação, percentual de finos no sedimento, teor de matéria orgânica, níveis categóricos de erosão e deposição de sedimentos, percentual de finos e peso do material depositado nos experimentos de deposição de sedimentos. O teste de permutação irrestrita de Monte Carlo identificou relações significativas ($p < 0,05$) entre as espécies e salinidade, nível médio da laguna, precipitação, percentual de finos no sedimento, erosão/deposição de sedimentos e temperatura. Com a finalidade de diminuir possíveis inter-relações entre as variáveis

ambientais e possibilitar um melhor agrupamento das amostras às variáveis ambientais que mais exercem influência significativa sobre estas, foi executada a análise de ACC somente com as variáveis ambientais com influência mais significativa sobre as amostras: salinidade, temperatura, nível médio da laguna e percentual de finos no sedimento. As amostras correspondentes aos períodos iniciais (primavera/02, verão/03 e outono/03) mostraram alta correlação com o percentual de finos e o nível médio da laguna, e correlação negativa com a temperatura e salinidade (Tab. 18, Fig. 22). Por outro lado, as amostras do final do verão/04, outono/04 e inverno/04 apresentaram alta correlação com a salinidade, e relacionaram-se contrariamente ao nível médio da laguna e percentual de finos.

O poliqueta *L. acuta* mostrou um grande grau de correlação com o fator salinidade durante o período de estudo (Fig. 23). Esta espécie teve um pequeno aumento em suas densidades durante o período de outono/03, quando foi registrado um aumento na salinidade da região estuarina (Fig. 4), e um aumento mais acentuado das densidades nos períodos compreendidos pelo verão/04, outono/04 e inverno/04, quando também foram registradas altas salinidades. O gastrópode *H. australis* mostrou alta correlação com o fator temperatura (Fig 23), tendo sido registrado um aumento em suas densidades do verão/03 para o outono/03, seguido por uma menor abundância no inverno/03, seguido de uma nova elevação em suas densidades na primavera/03 e verão/04. Porém, a maior abundância desta espécie durante o estudo ocorreu no inverno/04. As espécies *N. fluviatilis*, *Kupellonura* sp. *D. sympterigae* e *S. stanfordi* foram distribuídas na parte esquerda do gráfico de dispersão ACC (Fig. 23), ou seja, demonstrando uma correlação negativa com a salinidade, que tem seu eixo plotado na parte direita do gráfico. Estas espécies tiveram uma diminuição em suas densidades médias principalmente durante o período de maiores salinidades do verão/04.

Para a análise BIOENV foram utilizadas, igualmente à ACC, uma matriz biológica e outra contendo os parâmetros ambientais temperatura d'água, salinidade, nível médio da laguna, precipitação, percentual de finos no sedimento, matéria orgânica, e variáveis categóricas de erosão e deposição de sedimentos. Para esta análise não foi possível a utilização dos parâmetros percentual de finos e peso do sedimento dos experimentos de deposição devido a estes não possuírem réplicas para todos os períodos. A análise identificou a salinidade, nível médio da laguna e percentual de finos como os três parâmetros que melhor explicam a variabilidade da macrofauna (Correlação de Pearson = 0,432). Com um valor de correlação próximo (Pearson = 0,419) a salinidade e o percentual de finos explicam a variabilidade da macrofauna .

As Análises de Correlação Canônica (ACC) e BIOENV mostraram-se adequadas à distinção dos fatores ambientais que mais influenciaram na variabilidade temporal do macrozoobentos. Estas técnicas não demonstraram claramente padrões temporais de distribuição da fauna em relação a estes fatores abióticos.

DISCUSSÃO

1. Variabilidade temporal

Os resultados mostram que as associações macrofaunais apresentaram variabilidade temporal significativa em suas densidades durante o período estudado, assim como os parâmetros abióticos (salinidade, temperatura, nível médio da coluna d'água da laguna, percentuais de finos, matéria orgânica e dinâmica do substrato), que também mostraram variabilidade no tempo. Além disso, os resultados permitiram concluir que os parâmetros ambientais como salinidade, temperatura, características e dinâmica do substrato apresentaram correlações significativas e influenciaram a estrutura da biota.

As regiões estuarinas apresentam grandes variações sazonais, mensais ou até diárias, assim como espaciais de suas variáveis abióticas, as quais podem ser detectadas através das oscilações de concentração de material em suspensão, nutrientes, nível d'água e correntes (Dyer, 1979), entre outros. Nestes ambientes os fatores abióticos exercem um importante papel estruturador, os quais formam um complexo de gradientes que podem determinar a distribuição e abundância das comunidades animais (Day *et al.* 1989, Levinton, 1995). Devido à sua natureza dinâmica, a composição faunística de estuários pode variar em diferentes escalas temporais (Morrisey, 1992).

A Lagoa dos Patos se caracteriza como uma laguna estrangulada (Kjerfve, 1986) com baixa amplitude de marés, variações de salinidade fortemente influenciadas pela ação dos ventos e ciclos hidrológicos da bacia de drenagem (Costa *et al.*, 1988; Garcia, 2001). De maneira geral, a temperatura e a salinidade da água no estuário da Lagoa dos

Patos, com valores elevados durante o verão, estão relacionadas com os ciclos sazonais de temperatura do ar e padrões de vento e precipitação pluviométrica na região, respectivamente (Villas Boas, 1990). Os perfis de salinidade nela encontrados caracterizam diferentes condições estuarinas, onde situações homogêneas de água doce e água marinha estão associadas com elevada descarga fluvial e mínima descarga de água doce, respectivamente (Niencheski & Baumgarten, 1998).

O fenômeno ENSO (*El Niño* Southern Oscillation), no qual são registradas anomalias na Temperatura Superficial do Mar para o Oceano Pacífico, é um fenômeno global caracterizado como causador dos maiores impactos na precipitação sobre a América do Sul (Ropelewski & Halpert, 1989; Grimm *et al.*, 2000), ocasionando para o Sul do Brasil um aumento da precipitação principalmente na primavera, e chuvas intensas de maio a julho. Como conseqüências ao regime hídrico da Lagoa dos Patos, especialmente durante estes anos sob influência do fenômeno, a descarga continental pela laguna excede bastante os valores médios (Garcia, 1998), e o nível da coluna d'água sofre uma marcada anomalia positiva (Costa *et al.*, 2003). Um estudo sobre a hidrodinâmica da Lagoa dos Patos durante o fenômeno *El Niño* ocorrido em 1998 (Fernandes *et al.*, 2002) demonstrou um grande aumento no fluxo de descarga e a elevação da coluna d'água na porção sul da laguna. Da mesma forma, o período compreendido entre o final do outono/2002 e o final do verão/2003 foi influenciado novamente por este fenômeno (NOAA, 2006), tendo como conseqüências o predomínio de água doce na região estuarina até o fim do verão/03, assim como o nível da coluna d'água acima da média decadal.

O predomínio destas condições na região estuarina durante os períodos de verão, quando épocas não influenciadas pelo fenômeno ENSO determinariam o processo inverso, i.e., o ingresso de águas de origem marinha em função das menores taxas de

descarga fluvial (Costa *et al.*, 1988), o que pode influenciar significativamente no comportamento de espécies que habitam o estuário. Garcia *et al.* (2001) registraram uma mudança na estrutura da ictiofauna na porção sul da laguna, com registro de espécies de hábitos límnicos, e diminuição da riqueza de espécies estuarinas e marinhas em consequência de baixas salinidades ocasionadas pelo fenômeno ENSO. A influência desta anomalia foi avaliada em um estudo de variabilidade temporal de longo prazo da macrofauna na região estuarina de Port Curtis (Austrália), onde se registraram consequências negativas às comunidades macrobentônicas devido ao aumento de descarga de água doce em regiões estuarinas (Currie & Small, 2005). No Estuário de Tamar (Inglaterra), a distribuição de espécies bentônicas foi influenciada pela combinação de processos físicos que controlaram a natureza dos sedimentos ao longo do estuário, e a mudança na flutuação da salinidade, fato associado à variabilidade na descarga de água doce (Bale *et al.*, 2006).

O registro de baixos valores de densidade da macrofauna durante os meses de verão na enseada em estudo, coincidente com baixas salinidades, contraria o encontrado em trabalhos anteriores efetuados na região. Bemvenuti (1987a) acompanhou a variação mensal do macrozoobentos em uma enseada próxima e as densidades registradas no verão, acima de 30000 ind.m⁻², foram significativamente mais elevadas que as encontradas nos meses de inverno. No mesmo local em que foi realizado o presente trabalho, Rosa & Bemvenuti (2006) avaliando a variação sazonal da macrofauna durante o período de um ano, também encontraram valores mais expressivos de densidade (entre 30000 e 40000 ind.m⁻²) durante o período estival. Este padrão temporal também foi registrado em outras regiões de clima temperado, como na Baía de Samborombon, Argentina (Ieno & Bastida, 1998) e no estuário do Rio Queule, Chile (Quijón & Jaramillo, 1993).

Em trabalhos anteriores realizados na Lagoa dos Patos, foi observado que com o aumento da temperatura a partir do final da primavera, ocorre um aumento na atividade reprodutiva do macrozoobentos resultando em densos recrutamentos nas enseadas estuarinas (Bemvenuti, 1987a; Bemvenuti, 1998a; Rosa & Bemvenuti, 2006). A maioria destas espécies macrozoobentônicas constitui típicos itens alimentares de muitos organismos marinhos como a corvina *Micropogonias furnieri*, o siri-azul *Callinectes sapidus* e o camarão *Farfantepenaeus paulensis*, os quais utilizam as áreas rasas do estuário como locais de criação e alimentação (Bemvenuti, 1998a; Kapusta & Bemvenuti, 1998). Nestes períodos em que altas densidades da macrofauna encontram-se disponíveis, ocorre um forte controle populacional por predadores epifaunais (Bemvenuti, 1987b; 1998a). Por outro lado, a ausência de expressivos recrutamentos durante os meses de inverno resulta nas baixas densidades da infauna observadas neste período, uma vez que a maioria dos organismos é submetida a uma forte predação sem uma renovação efetiva de seus estoques populacionais (Bemvenuti, 1987b).

Os recrutamentos tardios registrados no presente estudo, nos períodos finais de verão e início de outono/03, e as posteriores diminuições nas densidades durante os meses de inverno sugerem que, da mesma forma ao registrado em trabalhos anteriores, o controle populacional através da predação pode ter ocorrido, mesmo em condições adversas determinadas pelos parâmetros abióticos na região estuarina.

As altas densidades do macrozoobentos no final do período da primavera e verão em estudos anteriores na região estuarina da Lagoa dos Patos foram fortemente influenciadas pelo expressivo recrutamento de *K. schubartii*, e coincidiram com registros de salinidade e temperatura mais elevados em comparação com o encontrado no inverno (Bemvenuti, 1987a; Rosa & Bemvenuti, 2006). Os recrutamentos de *K. schubartii* durante o presente trabalho foram registrados no final dos períodos estivais

(final do verão/03 – outono/03 e final do verão/04 – outono/04), diferindo assim de registros anteriores para o estuário da Lagoa dos Patos (Bemvenuti, 1987a; Rosa & Bemvenuti, 2006), e canal de São Sebastião, SP (Leite *et al.*, 2003). Entretanto Bemvenuti (1987b) considera que a redução no número de predadores no início do período de outono, coincidindo com a reprodução da maioria dos componentes da macrofauna encontrados no estudo, constitui numa importante estratégia para a sobrevivência dos organismos estudados. Nestes períodos *Callinectes sapidus* e *Farfantepenaeus paulensis* deixam as águas rasas e, desta forma, diminui a pressão de predação sobre a macrofauna. As mesmas considerações foram feitas por Reise (1977) e Virstein (1977, 1979) relativo à migração de *C. sapidus* e camarões em ambientes mixohalinos no Hemisfério Norte.

A influência da temperatura da água para a ocorrência de recrutamentos nos períodos de primavera e verão é conhecida em regiões temperadas. Entretanto, não somente ela, mas a confluência de outros fatores como, no presente trabalho regimes de intensas vazantes alterando os regimes de salinização às vezes por períodos prolongados, também pode afetar o sucesso dos recrutamentos. No acompanhamento espaço-temporal da fauna macrobentônica de estuários sul-africanos, foram encontradas diferenças sazonais na composição faunística de estuários abertos e estuários semi-fechados (aberto/fechado por barreira arenosa), estes apresentando diferenças em sua composição (Teske & Wooldridge, 2003). Estes resultados sugerem que diferenças sazonais na composição faunística em estuários podem estar mais relacionadas às variações nas taxas de fluxo de água doce, do que às mudanças sazonais de temperatura (Teske & Wooldridge, 2003).

Kalliapseudes schubartii é uma espécie típica da zona mixohalina, e não foi encontrada na porção pré-límnica da Lagoa dos Patos (Bemvenuti, *et al.*, 1978;

Bemvenuti & Netto, 1998). Como esta espécie mostra pouca atividade e claros sinais de que se encontra sob estresse, em salinidade menor do que 10 (Com. Pessoal, Dr. G. Fillman, Laboratório de Ecotoxicologia, Depto. de Oceanografia, FURG), deve-se considerar a influencia desta variável no insucesso do recrutamento da espécie, registrada no presente trabalho, durante o período de primavera/03 e verão/03. Expressivas diminuições nas densidades da espécie foram coincidentes às condições de baixas salinidades durante o inverno na região estuarina da Lagoa dos Patos (Rosa & Bemvenuti, 2006; Bemvenuti, 1987a), podendo este fator ser o responsável pelo aumento nas taxas de mortalidade (Fonseca & D’Incao, 2006).

Este tanaidáceo é uma espécie estuarina que pode apresentar um alto investimento na reprodução sob condições ambientais favoráveis, durante períodos de final de primavera, verão e início de outono, o que resulta no recrutamento de um elevado número de juvenis nas enseadas estuarinas da laguna (Bemvenuti 1998a, b). Estimativas realizadas através de curvas de crescimento da espécie mostraram que *K. schubartii* apresenta um período de vida curto (longevidade máxima estimada de um ano), com um rápido crescimento individual até os tamanhos de maturação, e as fêmeas atingem a maturidade cerca de dois meses após os recrutamentos (Fonseca & D’Incao, 2003). Um alto investimento no crescimento somático em suas fases iniciais de vida possibilitaria às fêmeas da espécie maximizar seus potenciais reprodutivos (Fonseca & D’Incao, 2003), estendendo o processo de recrutamento até o começo do outono (Bemvenuti, 1987a, 1998b). Devido a isso, os recrutamentos registrados no final do verão/03 – outono/03 e final do verão/04 – outono/04 não foram totalmente comprometidos devido às características oligohalinas durante primavera e verão, mas, por outro lado, foram prejudicados sim, quando comparadas às densidades registradas

em estudos anteriores, principalmente em relação aos recrutamentos do final do verão/2004 – outono/2004.

Esta diferença interanual nos recrutamentos de *K. schubartii* com registro de densidades médias de 5822 e 1400 ind.m⁻² entre os anos de 2003 e 2004 em seus períodos de recrutamento, também foi encontrada por Rosa (2003) entre os anos de 2001 e 2002 (médias de 13200 e 8400 ind.m⁻²). As menores densidades nos períodos de recrutamento de 2002 e 2004, em ambas situações foram determinadas por menores densidades da espécie nos invernos que os antecediam.

É reconhecido que a salinidade influencia na composição e no número de espécies capazes de colonizar e sobreviver em estuários (Little, 2000). Baixos valores de salinidade impõem condições rigorosas para organismos estuarinos, que irão demandar um elevado gasto energético para a osmorregulação (Day *et al.* 1989). A persistência desta situação, tanto pode causar mortalidade como inibir a atividade dos organismos, o que poderia limitar sua capacidade reprodutiva com conseqüente reflexo nos futuros recrutamentos (Colling *et al.*, 2007).

A variação temporal da macrofauna estuarina na enseada rasa próxima à Ilha das Pombas vem sendo estudada desde o inverno/1996 através de amostragens sazonais de inverno e verão. Neste acompanhamento temporal observou-se que as densidades de *K. schubartii*, assim como das demais espécies macrobentônicas apresentaram uma redução significativa no ano de 1998. Neste período foi registrado um prolongado período de baixas salinidades na região estuarina, devido ao aumento anormal nas taxas de pluviosidade como conseqüência do fenômeno ENSO para a região (Grimm *et al.*, 2000; Garcia *et al.*, 2001). Durante o ano de 1999, caracterizado por um prolongado aumento na salinidade devido ao fenômeno *La Nina* (que causa na região sul do país taxas de precipitação abaixo da média, (Grimm *et al.*, 2000)), as densidades de *K.*

schubartii foram maiores que as de 1998, porém um aumento significativo foi observado somente em 1999. O mesmo padrão temporal foi observado no evento ENSO/2002-2003, conforme resultados aqui apresentados, e uma elevação nas densidades do tanaidáceo foi registrada somente no ano de 2005 (2000 Ind.m⁻²), que resultou em altas densidades somente no verão/2006 (8500 ind.m⁻²), acompanhando os registros de salinidades mais altas. (Projeto PELD, em andamento).

O fato desse organismo apresentar desenvolvimento direto sugere que o sucesso de seu recrutamento dependa do tamanho de sua população adulta na área estudada e, conseqüentemente, indicando um efeito de denso-dependência. Este efeito sobre o sucesso dos recrutamentos de *K. schubartii*, apesar de ainda não bem definido, é facilmente observado no presente trabalho, assim como encontrado por Rosa (2003).

Dois situações distintas ocorreram em relação aos sedimentos finos e às densidades de *K. schubartii*: uma nos períodos influenciados pelo fenômeno ENSO, com altos percentuais das frações finas e baixas densidades do tanaidáceo, e outra com menores percentuais de silte e argila, e altas densidades. Entretanto, no período de Outono/03, quando ainda foram registrados altos teores de finos, ocorreram as maiores densidade de organismos em função dos recrutamentos tardios da espécie. O fato de as menores densidades serem concomitantes aos altos percentuais de finos não pode ser considerado como decorrente de possíveis efeitos negativos desta variável sobre a espécie, mas sim devido às intensas descargas de água doce durante o período, estas sim associadas às altas taxas de sedimentos finos no substrato. Os resultados encontrados no presente trabalho mostram que *K. schubartii* habita sedimentos com percentuais médios entre 2 e 14% de frações finas, sendo assim um substrato considerado propício ao seu desenvolvimento, concordando com trabalhos anteriores para a região (Capítoli *et al.*, 1978; Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998; Bemvenuti, 1987a; Rosa & Bemvenuti, 2006),

assim como para o Canal de São Sebastião (Leite *et al.*, 2003) e Baía de Paranaguá (Pagliosa & Lana, 2005).

Segundo Calliari (1998), altos níveis de precipitação pluviométrica na região são responsáveis por um transporte considerável de silte e argila de várias fontes da vasta bacia de drenagem do Complexo Lagunar Patos-Mirim para o estuário. Nestes períodos ocorre a sedimentação das partículas devido à alta concentração do material em suspensão, sendo depositadas nas regiões rasas (Hartmann, 1996). Estes fenômenos não são exclusivos para esta região: o aumento na descarga de água doce devido a altas taxas de precipitação (Labat *et al.*, 2004) é responsável pela elevação do suprimento de sedimentos finos em estuários e lagoas costeiras, devido ao fluxo de descarga e conseqüente transporte de sedimentos (Horowitz, 2003).

O bivalvo *E. mactroides*, também influenciou significativamente a variabilidade das densidades da macrofauna, e apresentou variação temporal significativa ao longo do período amostral. Observou-se o início dos recrutamentos da espécie no final do Verão/03, com os primeiros organismos juvenis recém assentados (0,5 mm, observação pessoal) ocorrendo no mês de fevereiro/03, ou seja, no final do período caracterizado por intensas descargas de água doce oriunda da bacia de drenagem da laguna. Novos recrutamentos de *E. mactroides* não foram observados durante as amostragens. Através de levantamentos da distribuição da fauna bentônica na Lagoa dos Patos (Bemvenuti & Netto, 1998), foi observada uma ampla distribuição espacial de *E. mactroides*, a qual ocorreu em todo corpo lagunar e na região estuarina. Os bancos formados por *E. mactroides* na laguna ocupam grandes áreas de sua porção norte, onde foram encontradas todas as classes de tamanho e grandes densidades de indivíduos adultos, enquanto na porção sul apenas exemplares juvenis (< de 1 ano de vida). (Bemvenuti *et al.*, 1978; Capítoli *et al.*, 1978). Os maiores valores médios de biomassa foram

encontrados na parte oligohalina da laguna, devido ao maior tamanho dos exemplares, enquanto que as maiores densidades foram registradas nas enseadas estuarinas da sua porção sul. As densidades diminuem sensivelmente em direção a desembocadura da laguna, onde os recrutamentos são considerados potencialmente infrutíferos (Bemvenuti *et al.*, 1978).

Os bancos formados pelo bivalvo ocupam amplas extensões e ocorrem no infralitoral até cerca de 5 metros de profundidade na borda dos canais (Bemvenuti *et al.*, 1978; Capítoli *et al.*, 1978). Larvas provenientes dos estoques reprodutivos de adultos do norte do corpo lagunar, acompanhando as vazantes no período primavera-verão, originam os recrutamentos encontrados em enseadas protegidas da região estuarina (Bemvenuti & Netto, 1998). Colling (2004), em um acompanhamento mensal da estrutura populacional de *E. mactroides* durante os 12 meses iniciais de seu desenvolvimento, a partir de seus recrutamentos, observou classes de tamanho iniciais próximas a 0,5 mm, na enseada rasa da Ilha das Pombas.

O sucesso dos recrutamentos de *E. mactroides* nas enseadas da porção sul do estuário nos períodos de primavera e início de verão (Bemvenuti *et al.*, 1978; Bemvenuti *et al.*, 1992, Geraldi, 1997), está intimamente ligado às condições hidrológicas, que se tornam favoráveis nos períodos de vazante (Colling, 2004), como as encontradas no período inicial do presente trabalho (verão de 2003). Devido às características determinadas pelo fenômeno ENSO- *El Niño*, houve um aporte de larvas do bivalvo da região límnic da laguna, o que determinou a colonização da enseada rasa próxima à Ilha das Pombas. As maiores densidades do bivalvo, durante o outono/03 e inverno/03, foram resultantes de recrutamentos entre os meses de fevereiro, março, abril e maio de 2003 (Colling, 2004), e conseqüente desenvolvimento em suas fases iniciais. A partir do inverno/03 observou-se uma sucessiva diminuição das densidades da

espécie, o que sugere a existência de condições que não propiciam a persistência dessas populações na região estuarina.

Um evento de mortalidade mais intenso do bivalvo ocorreu no inverno/03 (agosto) (Fig. 16), quando foi registrada uma acentuada diminuição nas densidades da espécie. Os experimentos de deposição de sedimentos evidenciaram para o período uma elevação significativa do percentual de finos depositados nos P.I.T.'s. (Fig 11). Aliado a isto, o aumento no percentual de finos do sedimento no último mês do inverno/03 (Fig 09) pode também ser um indicativo deste evento de deposição, uma vez que as amostragens de granulometria foram executadas com intervalo mensal, e possivelmente nesta amostragem seriam registradas as conseqüências deste evento de deposição. Os níveis topográficos revelaram, ainda, que no período de Inverno/03 ocorreu em todos os pontos de leitura da topografia uma elevação dos níveis do substrato, caracterizando assim eventos com características deposicionais. A intensificação dos processos de deposição pode ter acarretado uma mortalidade mais intensa, pois este bivalvo é suscetível a elevados percentuais de grãos finos no sedimento (Geraldini, 2002).

O período de inverno/03 foi marcado também por uma acentuada variação na salinidade na região estuarina, com médias quinzenais variando entre próximos de 0, 5 até 10 em curtos períodos. Segundo Niencheski & Baumgarten (1998), períodos de forte descarga de água doce concomitantes com a penetração de água marinha induzida pelos ventos sul causam uma estratificação vertical, resultando na formação da cunha salina. A cunha salina influencia fortemente os processos de mistura das águas estuarinas e a formação de gradientes de salinidade, os quais atuam diretamente sobre a liberação e/ou remoção de elementos na coluna d'água e suas interfaces. Além disto, as interações entre as feições geomorfológicas do estuário em sua parte sul, que se caracteriza por um estreito canal, e a penetração da água marinha durante fortes ventos do quadrante sul,

favorecem a ressuspensão dos sedimentos depositados nesta área (Niencheski & Windom, 1994). Genericamente nos estuários a mistura entre a água doce e a água salgada em grande parte ocorre devido à ação das ondas, das correntes costeiras e pelo fluxo de enchente. O material em suspensão nestes ambientes sedimenta quando em contato com a água salgada, devido à dois fatores: redução no fluxo e aos processos de floculação das partículas (Postma, 1980). Processos de deposição e ressuspensão regular de material fino (silte + argila) resultam em depósitos de lama fluida (Allen *et al.*, 1980), em função das variações dos regimes de vazantes e enchentes da região estuarina. Todos estes processos que determinam eventos dinâmicos no substrato da região estuarina, principalmente em suas porções mais rasas como a abordada no presente estudo, podem interferir diretamente no desenvolvimento de bivalvos comedores superficiais de sífões curtos, como *E. mactroides*.

Eventos de mortalidade foram previamente observados após os recrutamentos de *E. mactroides* nas enseadas rasas da região estuarina (Bemvenuti *et al.* 1978, Capítoli *et al.*, 1978; Bemvenuti & Netto, 1998; Geraldi, 2002). Bemvenuti (1998a) e Geraldi (2002) atribuem a mortalidade maciça de grandes bancos de *E. mactroides* às intensas deposições de sedimentos finos que ocorrem nessas enseadas rasas.

O fato de a estrutura populacional de *E. mactroides* com estoque reprodutivo localizado na porção límnica e pré-límnica, estar composta por todas classes de tamanho, e por outro lado, indivíduos menores em recrutamentos infrutíferos em função de eventos de mortalidade na região estuarina rasa (Capítoli *et al.*, 1978; Bemvenuti *et al.*, 1978; Bemvenuti & Netto, 1998; Geraldi, 2002), sugere a possível influência negativa da salinidade sobre a espécie. Entretanto, eventos de mortalidade de indivíduos das maiores classes de tamanho foram observados também na porção pré-

límica da Lagoa dos Patos, aparentemente em função do entupimento de seu aparato filtrador (Dr. Carlos Emílio Bemvenuti, Departamento de Oceanografia, com. pess.).

Eventos de deposição de finos oriundos do material em suspensão também ocorrem na porção norte da Lagoa dos Patos, porém controlados por fatores hidrodinâmicos, ondas e correntes induzidas de forma destacada pelos ventos (Toldo Jr., 1989). Além dos fatores hidrodinâmicos, a geomorfologia da área é uma das causas iniciais de deposição do material proveniente do Rio Guaíba, quando o fluxo deste (mais confinado) ingressa na região norte da laguna (mais ampla). Esta região representa uma bacia de decantação para os sedimentos mais grossos da fração fina, o silte, não havendo influência da salinidade, pois ela raramente alcança tal região (Hartmann, 1996). Nas regiões mais ao sul, na região intermediária ou estuário da laguna, onde a influência da salinidade é notada com frequência, além dos processos hidráulicos, também contribuem para a decantação dos sedimentos finos os processos de floculação (Hartmann, 1996).

O sedimento influencia notavelmente a distribuição espacial dos bivalvos. Geralmente, bivalvos comedores de depósito são dominantes em sedimentos finos enquanto filtradores são comuns em fundos arenosos (Rhoads & Young, 1970). A instabilidade da superfície do substrato também pode ser causa de estresse para bivalvos suspensívoros, através do entupimento de seu aparato filtrador, pela ressuspensão e enterramento de larvas recém-assentadas e por desestimular o recrutamento (Rhoads & Young, 1970). Além disto, organismos filtradores/suspensívoros são sensíveis a situações de intensa deposição de silte e argila, apresentando severa mortalidade (Levinton, 1995). De acordo com Peddicord (1980) e Barnes (1994), bivalvos com sifões curtos, tal como *E. mactroides*, são sensíveis a situações de intensa deposição de

silte e argila, apresentando alta mortalidade devido ao entupimento de suas estruturas filtradoras.

Em um acompanhamento espaço-temporal de *E. mactroides* em Laguna Rocha, região da costa do Uruguai, a ocorrência, abundância e distribuição da espécie mostra que esta é adaptada às contínuas mudanças que ocorrem no sistema, que são favorecidas pelo regime de abertura e fechamento da barra arenosa que separa a laguna do ambiente marinho (Jorcin, 1996). A mesma autora cita a adaptabilidade que o bivalvo possui para colonizar ambientes mixohalinos, com salinidades variando entre valores próximos de 0 até 20. Este fato sugere que o fator salinidade, em Laguna Rocha, não interfere aparentemente na distribuição do bivalvo. Em densidades menores que as encontradas na Lagoa dos Patos, a distribuição de tamanhos da espécie em Laguna Rocha foi relacionada à concentração de matéria orgânica no sedimento.

No presente trabalho não foram encontrados indícios de relação da distribuição temporal de *E. mactroides* com o teor de matéria orgânica. Foram registradas diferenças temporais significativas nos teores de MO, com os maiores percentuais registrados do final do outono/03 ao inverno/04, com um aumento significativo do início para o final do outono/03, permanecendo os mais altos percentuais (0,8 a 1,8%) até o inverno/04.

Segundo diversos autores (Sanders, 1958; Komar, 1976; Mcall & Tevesz, 1982; Knox, 1986) há uma relação direta entre percentuais de finos (silte + argila) e teores de matéria orgânica nos sedimentos. Entretanto, os resultados aqui apresentados mostram uma relação temporal inversa entre estas duas variáveis, ou seja, os períodos com menores percentuais de finos (final do outono/03 ao inverno/04) são os períodos com maiores teores de matéria orgânica no sedimento (Fig. 7 e Fig. 9). Os períodos em que se registraram maiores teores de MO no sedimento coincidem, por sua vez, com períodos em que foram registradas as maiores salinidades, isto é, os maiores teores de

MO a partir do outono/03 poderiam estar associados às elevações nos valores médios de salinidade, que tiveram um aumento a partir do verão/03.

Discutiu-se anteriormente a relação entre a descarga de água doce oriunda da bacia de drenagem da laguna, o material em suspensão a ela associado e os altos percentuais de finos aqui registrados. A inversão nas proporções de sedimentos finos e MO que serão discutidos a seguir podem ter ligação íntima também com a inversão no fluxo predominante na região estuarina, sob vazante (durante o fenômeno ENSO) ou sob predomínio de enchente, como sugerem os registros de salinidade a partir do final do verão/03, e de forma mais acentuada a partir do verão/04.

Estudos intensivos em ecossistemas costeiros tem mostrado a complexidade da ligação entre os processos biogeoquímicos na coluna d'água e o bentos (Grenz *et al.*, 2000). A produção pelágica nestes sistemas é estimulada pelo “input” de nutrientes de bacias de drenagem (Kemp & Boynton, 1984) ou oriundos de águas costeiras (Taylor, 1992), e ligados à produção bentônica em ambos ecossistemas marinhos e de água doce (Johnson & Wiederholm, 1992; Goedkoop & Johnson, 1996). As trocas entre os ambientes pelágico e bentônico podem ocorrer por fluxos de nutrientes no sedimento alimentando a produção primária na coluna d'água (Callender & Hammond, 1982), ou por ciclos de produção na coluna d'água promovendo pulsos de “input” de substrato orgânico para regeneração nos sedimentos (Grenz *et al.*, 2000). Uma proporção substancial (de 10 a 50 %) da produção primária pelágica pode sedimentar ao substrato (Nixon, 1981; Jorgensen, 1983; Olesen & Lundsgaard, 1995) em taxas relativamente altas (Tiselius & Kuylenstierna, 1996). Segundo Knox (1986) o fitoplâncton pode representar de 2-45% da produção primária dos estuários, sendo esta produção em média de $100 \text{ g.cm}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, mostrando considerável variação. A quantidade de fitoplâncton nos estuários está relacionada com o nitrogênio, a turbidez da água e a

razão entre profundidade de penetração da luz (suficiente pra gerar a fotossíntese) e a profundidade de mistura (Knox, 1986). Além do fitoplâncton, um importante papel para estes processos é executado pelo fitobentos, que, com alta disponibilidade de nutrientes, é estimulado a um grande crescimento, aumentando assim os teores de matéria orgânica no substrato (Bergamasco *et al.*, 2003).

Para a região estuarina da Lagoa dos Patos baixos e altos valores de produção primária do fitoplâncton estão associados com épocas de inverno e primavera/verão, respectivamente (Abreu, *et al.*, 1994). Pulsos sazonais de clorofila *a* ocorrem na primavera e no verão, porém concentrações altas também são observadas ocasionalmente no inverno (Bergesch, 1990; Proença *et al.*, 1994; Bergesch & Odebrecht, 1997). A variabilidade anual e interanual da produção de clorofila *a* na laguna está relacionada principalmente aos regimes de luz e condições meteorológicas, como a precipitação pluviométrica (Odebrecht & Abreu, 1998). Da mesma forma ao encontrado para a Lagoa dos Patos, a variação sazonal da produção primária na laguna costeira de Estero de Punta Banda (Baja Califórnia) mostrou uma produção significativamente maior no verão em relação ao inverno. Esta maior produtividade foi relacionada à maior disponibilidade de luz (irradiação) e temperaturas mais altas (Montes-Hugo *et al.*, 2004). O aumento da produção primária para comunidades bentônica e na coluna d'água também ocorreu em função da incidência de luz na laguna costeira de Óbidos, Portugal (Carvalho *et al.*, 2005).

Diferenças sazonais na produção primária estão relacionadas com condições de irradiância e temperatura e com a disponibilidade de compostos nitrogenados. Águas de alta turbidez são responsáveis pela baixa atividade fotossintética, especialmente durante o inverno, quando a irradiância média na coluna d'água frequentemente se encontra abaixo do valor crítico para o crescimento de fitoplâncton (Riley, 1967). Estes fatores,

aliados à maior produtividade em zonas rasas (<2 m) (Odebrechth & Abreu, 1998) como na região em estudo ((~ 1 m de profundidade, acompanhando variações sazonais, durante período pós-ENSO, (Fig. 06)) podem ter ocasionado uma maior produção primária planctônica (fitoplâncton) e bentônica (fitobentos) que, por sua vez, em função das trocas nas interfaces coluna d'água-substrato, poderiam influenciar no aumento dos teores de matéria orgânica no substrato.

A produção primária de microalgas bentônicas, avaliada em três regiões estuarinas (Massachusetts, Cape Cod nos EUA e Manukau Harbour na Nova Zelândia), mostrou relações negativas entre a proporção de frações finas no sedimento e biomassa de microalgas bentônicas. Os maiores níveis de clorofila *a* sedimentar geralmente ocorreram em sedimentos com baixas porcentagens de partículas finas (Cahoon *et al.*, 1999).

Outra hipótese que não pode ser descartada, sobre a incongruência nos resultados de percentuais de finos e teor de matéria orgânica, seria a possibilidade de uma interferência nos processos de determinação da MO, ocasionada por eventuais organismos da macrofauna presentes nas alíquotas utilizadas para determinação desta variável. Um mesmo protocolo foi utilizado na determinação de MO durante todo o trabalho, sendo, desta forma, a única possibilidade de interferência externa a presença de eventuais organismos da macrofauna, os quais tiveram suas maiores densidades durante os períodos onde foram determinados os maiores percentuais de MO no sedimento.

Os poliquetas *H. similis* e *N. fluviatilis* foram as espécies que apresentaram as maiores densidades durante a primavera/02 e, durante o verão/03 as densidades destas foram superadas somente por *E. mactroides*. Este fato sugere que as duas espécies

possam ter sido as menos prejudicadas pelas condições oligohalinas que predominaram no período inicial do estudo.

Heteromastus similis é um comedor de depósito sub-superficial que habita galerias no interior do substrato com até 20 cm de profundidade (Bemvenuti, 1987a; 1988; Bemvenuti, 1998a). Estudos realizados na região estuarina da Lagoa dos Patos evidenciaram a ausência de padrões sazonais nas densidades do poliqueta (Bemvenuti, 1987a; 1988). Resultados sobre a variabilidade temporal desta espécie na Baía de Samborombon mostram que indivíduos juvenis ocorrem ao longo de todo ano, indicando a ausência de padrões sazonais de recrutamento do poliqueta (Ieno & Bastida, 1998). Experimentos desenvolvidos na Baía de Paranaguá evidenciaram que as densidades da espécie, em função de perturbações artificiais do sedimento, retornam aos padrões iniciais em curtos intervalos de tempo (Netto & Lana, 1994). Outro fator que influencia na baixa variabilidade temporal de *H. similis* é a ausência de um significativo efeito de predação sobre a espécie pelos macropredadores epifaunais (Bemvenuti, 1987; 1988; 1994). Referindo-se à *H. filiformis*, Watling (1975) encontrou grandes flutuações temporais de densidade, sem um padrão sazonal definido, enquanto que Whitlatch (1977) quantificou valores de abundância bastante estáveis para a espécie. Desta forma, é provável que estes fatores em conjunto proporcionem à este poliqueto um maior poder de persistência no ambiente, mesmo em condições impróprias à maioria das espécies macrobentônicas.

O poliqueta *N. fluviatilis* apresentou, assim como *H. similis* as maiores densidades dentre os organismos da macrofauna durante a primavera/02, apresentando densidades significativamente maiores nos períodos do verão/03 à primavera/03, seguido de uma nova diminuição na abundância no período em que predominaram altas salinidades, entre o verão/04 e inverno/04. Este poliqueta é caracterizado por uma

intensa atividade de escavação, seletivo comedor de depósito além de predador da meiofauna e de juvenis da macrofauna (Bemvenuti, 1994). Estas características, associadas à eficiente capacidade de osmorregulação, permite à espécie uma ampla distribuição nos substratos de fundo mole da Lagoa dos Patos (Bemvenuti & Netto, 1998). Um trabalho que compreendeu amostragens através de toda Lagoa dos Patos (Bemvenuti & Netto, 1998), desde a zona do Rio Guaíba até a porção sul da região estuarina mostrou que esta espécie ocorreu em todo corpo laguna, desde regiões límnicas, mixohalinas e oligohalinas.

A diminuição nas densidades desta espécie durante o predomínio das maiores salinidades (verão/04 ao inverno/04), aliado aos resultados obtidos *a priori* sobre sua distribuição através da laguna (Bemvenuti & Netto, 1998) sugere sua maior preferência por ambientes com menores valores de salinidade.

Laonereis acuta é uma espécie comumente encontrada em estuários na Argentina, Uruguai e no sul e sudeste do Brasil (Orensanz & Gianuca, 1974; Omena & Amaral, 2000), sendo muito abundante nos planos rasos da região estuarina da Lagoa dos Patos (Bemvenuti, 1987a). Este poliqueta comedor de depósito distribuiu-se desde o intermareal até cerca de 1 m de profundidade, alcançando densidades (5127 ind.m⁻²) expressivas nestes ambientes (Bemvenuti, 1998a). As baixas densidades desta espécie (< 1000 ind.m⁻²), exceto para o outono/04 (média entre as áreas neste período de 3586 ind.m⁻²) indicou a ocorrência de somente um pulso de recrutamento, evidenciado pela ocorrência predominante de organismos juvenis neste último período, seguido de uma nova diminuição das densidades para o inverno/04.

Foram registradas baixas densidades e ausência em determinados períodos de peracáridos epifaunais como *Sinelobus stanfordi*, *Munna peterseni*, *Kupellonura* sp. e *Mellita mangrovi* no presente acompanhamento temporal. Nas enseadas rasas próximas

à Ilha das Pombas, bem como em outras enseadas da região estuarina, observou-se nos últimos anos relativa escassez e em determinadas épocas a ausência total de fanerógamas submersas, compostas principalmente por *Ruppia maritima*. Pradarias de gramíneas quando comparadas com áreas não vegetadas, sustentam uma abundância e um número de espécies significativamente maiores, devido principalmente ao aumento da complexidade do hábitat, refúgio contra predadores, aumento do suprimento alimentar e estabilidade do substrato (Orth *et al.*, 1984; Summerson & Peterson, 1984; Orth, 1992), da mesma forma que fundos recobertos por macroalgas (*Enteromorpha* sp.) (Bemvenuti, 1987b), representando desta forma uma maior garantia de sobrevivência populacional (Bemvenuti, 1998b). A coincidência entre a degradação de pradarias de macrófitas de *Ruppia maritima* e algas filamentosas, dominadas por *Enteromorpha* sp. e a significativa redução na ocorrência de peracáridos (*M. peterseni* e *S. stanfordi*) foi observada por Bemvenuti (1992). Maiores densidades de peracáridos foram encontradas em situações que incluíram a presença de refúgios naturais ou artificiais, proporcionados, respectivamente, por densas concentrações de algas filamentosas no interior de artefatos de exclusão (Bemvenuti, 1987). Em um experimento de remoção de cobertura vegetal (Pagliosa & Lana, 2005) foi observado que organismos da epifauna (uma espécie de gastrópode, anfípode e isópode) foram afetados negativamente, enquanto *K. schubartii* não foi afetado pela remoção. Além disso, espécies da infauna como os poliquetas *Laeonereis acuta* e *Nereis oligohalina*, não tiveram mudanças significativas em sua abundância.

Uma vez que as gramíneas modificam os processos hidrodinâmicos, estas também desempenham um importante papel no aporte e assentamento larval. Muitos animais como poliquetos, moluscos, anfípodas, crustáceos, juvenis e sub-adultos de peixes vivem sobre e entre as folhas de *Ruppia*, ou em tocas entre os rizomas das

plantas (Asmus, 1984). Na medida em que se desenvolvem os fundos de *R. maritima*, aumentando a densidade das plantas, a colonização epifítica e a produção de detrito, há o favorecimento a maiores abundâncias e biomassas das populações consumidoras (Selliger, 1998). Nas enseadas, a maior disponibilidade e diversidade de hábitat e alimento em fundos de macrófitas submersas, assim como a maior estabilidade do substrato, incrementam a densidade e a equitatividade do macrobentos de menor mobilidade (Geraldi, 1997). Porém, em fundos desprovidos de vegetação, ou em épocas em que estas não ocorrem estas espécies também são registradas, sugerindo desta forma que as pradarias possuem um papel facilitador, não sendo condicionantes à ocorrência de determinadas espécies da macrofauna bentônica.

Em um ambiente de águas rasas da região estuarina da Lagoa dos Patos, Geraldi (1997) observou que áreas desprovidas de vegetação enraizada, que refletem uma menor quantidade de microhábitats, e provavelmente, menor variedade de recursos alimentares, apresentaram menores valores de equitatividade-diversidade do macrozoobentos em relação à pradaria de *Ruppia maritima*. Devido à ausência de cobertura vegetal no substrato bentônico durante o período aqui estudado, é provável que densidades muito reduzidas e densidades nulas de peracáridos podem ter sido influenciadas pela ausência destas pradarias. Entretanto, não se pode descartar a possível influência dos fatores ambientais determinados pelo fenômeno ENSO na diminuição das densidades destes peracáridos.

2. Variabilidade Espacial

Os resultados mostram que as associações macrofaunais e o bivalvo *E. mactroides* apresentaram variabilidade espacial significativa em suas densidades, assim

como os percentuais de finos no sedimento, peso do material sedimentado e frações finas deste material nos experimentos de deposição, além de comportamentos distintos na variação topográfica do substrato entre as duas áreas estudadas.

Com exceção dos maiores sistemas fluviais que deságuam diretamente na plataforma continental, os fluxos terrestres de material em suspensão passam primeiro através dos estuários (Dyer, 1995), e enfrentam variações temporais e espaciais de salinidade e velocidades de corrente, que controlam os processos de sedimentação, erosão, deposição e floculação (Nichols & Biggs, 1985). Os ecossistemas estuarinos destacam-se por sua alta produção biológica que ocorre como reflexo, entre outros, da troca de nutrientes e outras propriedades biogeoquímicas entre o sistema bentônico e a coluna d'água, através dos processos de erosão e ressuspensão dos sedimentos de fundo (Nichols, 1986). A hidrodinâmica estuarina primariamente condiciona a distribuição e o transporte de materiais no sistema (e. g. matéria orgânica particulada, sedimentos, nutrientes, poluentes, clorofila, larvas) (Kjerfve, 1986), fator que condiciona a composição das partículas do substrato adjacente (McLusky, 1989). Os processos de erosão e ressuspensão apresentam particular importância na ciclagem de sedimentos em estuários (Dyer, 1988), os quais podem sofrer repetidos ciclos de ressuspensão e deposição antes de sua permanente acumulação ou transporte para o mar (Nichols, 1986).

As perturbações que ocorrem no substrato podem influenciar tanto na emigração da fauna já estabelecida como na composição da camada superficial do sedimento, a qual condiciona a presença da macrofauna pela exigência que os organismos apresentam em relação ao tamanho de grão e ao teor de matéria orgânica (Eckman, 1983). Em planos rasos, por sua vez, a dinâmica do substrato exerce influência na distribuição das espécies bentônicas, através de eventos de deposição e ressuspensão,

onde a combinação de ondas, marés e correntes torna-se responsável por estes eventos (Little, 2000).

A distribuição espacial das densidades da macrofauna neste trabalho mostrou valores significativamente maiores na área “A” em relação à área “B”, determinados principalmente pelas densidades significativamente superiores para *E. mactroides* nesta área, assim como pelas maiores densidades de *K. schubartii*, porém esta última sem diferenças espaciais significativas.

Foram encontradas evidências de que uma distinta exposição à hidrodinâmica na enseada à margem leste da Ilha das Pombas pode afetar a distribuição espacial do conjunto da macrofauna bentônica (Colling *et al.* 2007), assim como o assentamento e a persistência do bivalvo *E. mactroides* (Colling, 2004).

O início dos recrutamentos desta espécie (que ocorreu no final do verão/03) sucedeu-se de forma distinta entre as duas áreas: a ocorrência de maiores densidades, com organismos juvenis das menores classes de tamanho (0,5 mm) ocorreu na área “A”, com as maiores abundâncias desta área encontradas nos pontos amostrais mais expostos a um canal de navegação próximo, enquanto que a área “B” apresentou menores densidades destes juvenis, sendo que os pontos mais protegidos desta área não apresentaram indivíduos no final do verão/03, mas somente a partir dos meses do outono/03. Este fato sugere que o aporte de larvas planctônicas do bivalvo ocorreu acompanhando o fluxo local determinado pela hidrodinâmica, sendo a área “A”, mais exposta próximo ao canal natural, foi colonizada primeiro e de forma mais intensa durante o início dos recrutamentos.

O diferente comportamento espacial das duas áreas frente à dinâmica do substrato e à ação hidrodinâmica (esta é aqui inferida em função do comportamento do substrato devido à interface coluna d’água/sedimento), interferiram na distribuição

espacial de *E. mactroides* sob dois aspectos: primeiro através dos padrões de colonização das larvas do bivalvo determinando recrutamentos diferenciados entre as duas áreas como consequência da hidrodinâmica local; e segundo, através das propriedades texturais do sedimento, que por sua vez ocasionaram condições distintas ao desenvolvimento da espécie entre as duas áreas, devido às diferentes características do substrato entre as áreas “A” e “B”.

O sedimento influencia notavelmente a distribuição espacial dos bivalvos. Geralmente, bivalvos comedores de depósito são dominantes em sedimentos finos, enquanto filtradores, como *E. mactroides*, são comuns em ambientes arenosos (Rhoads & Young, 1970). Como já mencionado na discussão sobre variabilidade temporal, bivalvos de sífões curtos, tal como *E. mactroides*, são sensíveis à intensa deposição de silte e argila, ocasionando o entupimento de seu aparato filtrador (Peddicord, 1980; Barnes, 1994).

A área “A” apresentou, paralelamente às maiores densidades da macrofauna e das espécies dominantes, uma maior dinâmica na topografia do substrato, trazendo, como consequência, menores teores de frações finas no sedimento e maior sedimentação de material grosseiro em relação à área “B”, caracterizando-se assim como um substrato mais instável e turbulento. Mesmo não havendo medições ou modelos que esclareçam o comportamento hidrodinâmico da região, pode-se inferir, através do comportamento do substrato, que as diferenças espaciais na dinâmica dos sedimentos de fundo são consequência da distinta exposição das duas áreas estudadas à influência do canal de navegação próximo, ocasionando maior e menor hidrodinâmica para as áreas “A” e “B”, respectivamente.

As variações mais pronunciadas na topografia do substrato que ocorreram na área “A”, são reflexo desta exposição da área à ação hidrodinâmica gerada pelo canal de

navegação adjacente. As variações topográficas que ocorrem nesta área possuem amplitude de até 14 cm, com eventos de erosão e ressuspensão em algumas leituras maiores que 6 cm em um período quinzenal, caracterizam o local como de intenso retrabalhamento do sedimento de fundo. Como consequência, esta área possui menos conteúdo de frações finas no substrato, devido a este intenso retrabalhamento que inibe a deposição de silte e argila. Por sua vez, a área “B” possui menor amplitude de variação da topografia do substrato, com amplitudes máximas quinzenais de aproximadamente 9 cm. Estas menores variações de topografia caracterizam um sedimento menos instável em relação ao da área “A”, o que permite uma maior deposição das frações finas.

Os resultados dos experimentos de deposição de sedimentos evidenciam que o substrato da área “A” é retrabalhado de forma mais intensa em comparação à área “B”, o que pode ser facilmente observado devido à menor presença das frações finas nos sedimentos depositados nos coletores da área “A”. Além disso, o maior peso dos sedimentos depositados nos coletores desta área é devido às frações grosseiras que são retrabalhadas e depositadas nestes coletores. Já os resultados dos experimentos de deposição da área “B” permitem afirmar que nesta área ocorrem maiores deposições das frações finas, como consequência da menor influência da hidrodinâmica, resultando em uma maior homogeneidade do substrato e eventos de erosão e deposição menos pronunciados.

Sedimentos estuarinos com altas porcentagens de partículas menores de 63 μm são geralmente coesivos devido às interações entre as partículas (Mitchener & Torfs, 1996) e a matéria orgânica (elementos húmicos, fúlvicos e polímeros) associados aos menores tamanhos de grão, possuindo alta superfície/volume (Bale *et al.*, 2006). Devido à esta propriedade de coesão entre sedimentos contendo silte e argila, o peso das

partículas não é determinante para os processos de transporte, como ocorre para grãos maiores (Mitchener & Torfs, 1996). Os mesmos autores demonstraram que sedimentos coesivos possuem maior resistência à erosão do que o encontrado para grãos maiores. Desta forma, no presente trabalho as maiores porcentagens de sedimentos finos encontrados na área “B” poderiam, em contrapartida à menor dinâmica do substrato no local, exercer uma maior resistência aos processos de retrabalhamento do substrato, ocorrendo assim um efeito sinérgico entre baixa hidrodinâmica, deposição das frações finas, coesão entre as partículas e conseqüentemente menor erodibilidade nesta área.

Na região estuarina da Lagoa dos Patos, as interações entre as feições geomorfológicas e a penetração da água marinha durante fortes ventos do quadrante sul, favorecem a ressuspensão dos sedimentos depositados (Niencheski & Windom, 1994), assim como sua deposição devido aos processos de floculação e diminuição do fluxo (Postma, 1980).

Segundo Souza (2002), em um estudo de caracterização morfo-sedimentar do Saco do Arraial (onde se localizam as áreas amostrais do presente trabalho) há presença preponderante de sedimentos arenosos em profundidades inferiores a 1 m, devido à maior energia da coluna d’água, que condiciona o desenvolvimento de margens arenosas, promovendo a remoção e impedindo a deposição das frações finas. Entretanto, a mesma autora revela que em locais mais abrigados do Saco do Arraial, se estabelecem condições de baixa energia, tornando os sedimentos de fundo progressivamente enriquecidos em silte e argila.

A ação direta das ondas e as alterações no sedimento associadas, por exemplo, com eventos de tempestade podem influenciar fortemente a composição de espécies e abundância das assembléias bentônicas, seja pelo efeito direto na sobrevivência das espécies como indiretos decorrentes de mudanças nas características ambientais (Posey

et al., 1996). Estes eventos que ocasionam perturbações no substrato, como tempestades ou deposição de sedimentos podem modificar as características dos sedimentos em águas rasas (Cacchione *et al.*, 1987) podendo como consequência alterar a comunidade infaunal (Dauer, 1984) e epifaunal. Fenômenos estocásticos como entradas de frentes frias afetando os processos hidrológicos e sedimentares, também são provavelmente responsáveis pelas mudanças na estrutura das associações macrofaunais de enseadas rasas. Efeitos episódicos de alta energia (*e.g.* tempestades) apresentam particular importância, podendo movimentar, em um curto período de tempo, uma carga sedimentar superior à verificada durante longos períodos em condições normais (Nichols, 1986). Dyer *et al.* (2000) observaram que ondas geradas por ventos maiores do que 5 m/s podem causar estresse na camada superficial do substrato, em escalas suficientes para causar erosão dos sedimentos em áreas entre 1 e 2 m de profundidade, provocando a ressuspensão do sedimento e o aumento nas taxas do material em suspensão. Desta forma, não apenas a maior exposição da área “A” ao canal de navegação, mas, adicionalmente, sua exposição aos ventos principalmente do quadrante sul, caracterizam esta área como mais suscetível a eventos de maior energia, seja pelo fluxo natural deste canal, ou pela ação de ventos, por vezes de alta intensidade, podendo agir de forma direta na hidrodinâmica do canal ou gerando ondas de cisalhamento e turbulência na coluna d’água, que por sua propagação afetam progressivamente o sedimento de fundo.

Gabrielson & Lukatelich (1985), em trabalho desenvolvido no estuário de Peel-Harvey, Austrália, revelaram que os mecanismos de ressuspensão de sedimentos em ecossistemas aquáticos, e as taxas em que isso ocorre dependem do suplemento de energia, a qual pode possuir diferentes fontes: fluxo da coluna d’água, ação dos ventos, correntes de maré entre outros. Ambientes de fundos lamosos, mesmo situados

geralmente em locais protegidos, podem sofrer substancial retrabalhamento dos sedimentos induzidos por correntes e ondas (Christie *et al.*, 1999; Kirby, 2000).

O tanaidáceo *K. schubartii* não apresentou diferenças significativas entre as áreas “A” e “B”. As densidades do primeiro recrutamento (outono/03) foram maiores na área “A”, enquanto que as do recrutamento do outono/04 foram na área “B”.

Variações das populações de *K. schubartii* estudadas no Canal de São Sebastião, SP, foram atribuídas às características granulométricas do sedimento (Leite *et al.*, 2003), mostrando uma maior preferência por sedimentos com percentuais de finos (silte + argila) entre 4 e 10%, e maiores teores de matéria orgânica (Leite *et al.*, 2003). Nucci *et al.* (2001) observaram que esta espécie foi a mais abundante dentre os crustáceos da região do Canal de São Sebastião, e também esteve relacionada a maiores percentuais de sedimentos finos e matéria orgânica do sedimento. Na região estuarina da Lagoa dos Patos a espécie habita substratos arenolodosos, e também é relacionada a sedimentos com teor mais elevado de silte e argila (Capítoli *et al.*, 1978). Em experimentos de impacto da predação sobre a comunidade bentônica de fundos moles na Lagoa dos Patos a distribuição da espécie ocorreu em sedimentos com percentuais de finos entre 1,6% e 7,9% (Bemvenuti, 1987). Em um estudo da variabilidade temporal das associações macrozoobentônicas de uma enseada rasa na região estuarina da Lagoa dos Patos, Rosa & Bemvenuti (2006) encontraram *K. schubartii* habitando sedimentos com teores de silte e argila entre 6 e 14%. Na Baía de Paranaguá experimentos de remoção de cobertura vegetal sobre associações macrobentônicas, ocasionando mudanças nas características texturais do sedimento, revelaram que o tanaidáceo não foi afetado pela diferenciação do hábitat (Pagliosa & Lana, 2005).

Experimentos desenvolvidos com este tanaidáceo mostraram que as características texturais do sedimento são limitantes para seu estabelecimento no

complexo estuarino-lagunar Tramandaí/Armazém, onde os tamanhos médios de grão são maiores, em comparação aos da Lagoa dos Patos, e há menores percentuais de silte e argila no sedimento, diminuindo assim sua capacidade de escavação (Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998).

Os resultados encontrados no presente trabalho mostram que *K. schubartii* habita sedimentos com percentuais entre 2 e 14% de frações finas, sendo assim um substrato considerado propício ao seu desenvolvimento, concordando com trabalhos anteriores para a região (Capítoli *et al.*, 1978; Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998; Bemvenuti, 1987; Rosa & Bemvenuti, 2006), assim como para o Canal de São Sebastião (Leite *et al.*, 2003) e Baía de Paranaguá (Pagliosa & Lana, 2005).

Sedimentos com proporções moderadas de silte e argila são tradicionalmente citados como propícios para a vida de organismos bentônicos, facilitando a locomoção e os movimentos escavatórios da infauna (Holland & Dean, 1977; Kenish, 1986; Levinton, 1995). As características infaunais de *K. schubartii*, que constrói tubos em forma de U que podem chegar a 15 cm no interior do sedimento (Capítoli, *et al.*, 1978; Bemvenuti, 1987), estão intimamente relacionadas às características texturais do sedimento, uma vez que o substrato com maiores percentuais das frações finas permite um maior poder de coesão dos grãos, diminuindo sua erodibilidade, em função do tamanho do grão e seu peso/volume (Andersen, 2001).

Os poliquetas *N. fluviatilis*, *L. acuta* e *H. similis* não apresentaram diferenças espaciais no presente trabalho. Poliquetas capitélídeos e spionídeos são espécies oportunistas e hábeis em colonizar determinadas áreas, assim como cavadores com tolerância ao retrabalhamento e movimentação dos sedimentos, que ocorrem em planos de marés e águas rasas onde ocorrem freqüentes distúrbios em escala sazonal ou, em menores escalas frentes de tempestade (Dauer, 1984; Levin, 1984). *Laonereis acuta* é

um comedor de depósito, e distribui-se desde a zona entremarés até cerca de 1 m de profundidade (Bemvenuti, 1998a), locais que nas enseadas rasas da região estuarina possuem variação nas frações finas em função da baixa hidrodinâmica proporcionando deposição, e, por outro lado, o retrabalhamento dos sedimentos pelas marés e eventos meteorológicos. O capitelídeo *H. similis* é um comedor de depósito sub-superficial que habita galerias no interior do substrato (Bemvenuti, 1987; Bemvenuti, 1998a) e não demonstra padrões de variação temporal (Bemvenuti, 1987; 1988; Watling, 1975; Whitlach, 1977) como resposta, entre outros, às variações na granulometria. A distribuição desta espécie em Mar Chiquita (Argentina) ocorreu em sedimentos com frações finas variando entre 5 e 40% (Ienos & Elias, 1995).

O isópode *Sphaeromopsis mourei* e o cumáceo *Diastylis sympterygiae* mostraram um padrão de distribuição espacial, com as maiores densidades ocorrendo na área “A”, exceto para o cumáceo no verão/04, que apresentou maiores densidades na área “B”. Os habitats preferenciais de *S. mourei* são locais de maior hidrodinâmica com o fundo mais compactado pelo predomínio de areia, onde freqüentemente são encontrados estes organismos (Bemvenuti, 1987).

No presente estudo foi possível observar que as composições granulométricas e dinâmica do substrato mostraram-se distintas entre as duas áreas estudadas. A associação macrobentônica por sua vez mostrou diferenças significativas em suas densidades entre as áreas “A” e “B”, assim como o bivalvo dominante *E. mactroides*, e diferenças nas densidades também foram observadas para o tanaidáceo *K. schubartii*, o isópode *S. mourei* e o cumáceo *D. simpterygiae*. As demais espécies não mostraram padrões espaciais de distribuição, não respondendo à variabilidade dos fatores abióticos estudados. Desta forma, atribui-se à dinâmica do substrato as diferenças na composição e distribuição de espécies bentônicas macrofaunais a nível espacial.

CONCLUSÕES

Os parâmetros ambientais registrados no início do período (menores salinidades e altas taxas de frações finas no sedimento) refletem a influência do fenômeno ENSO na coluna d'água e substrato na enseada rasa da região estuarina;

A macrofauna bentônica apresentou baixas densidades no período influenciado pelo ENSO, com recrutamentos tardios devido à persistência deste fenômeno durante o período estival;

Houve a distinção entre as duas áreas (protegida e exposta) em função das características da coluna d'água, refletindo uma heterogeneidade do substrato entre ambas, como reflexo da maior dinâmica dos sedimentos de fundo;

Algumas espécies do macrozoobentos apresentaram diferenças espaciais devido às características do substrato e sua dinâmica, em função das distintas condições hidrodinâmicas da coluna d'água;

A macrofauna bentônica apresentou variabilidade espacial e temporal frente aos parâmetros abióticos salinidade, nível da coluna d'água, frações finas do sedimento e dinâmica do substrato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, P. C., ODEBRECHT, C. & GONZÁLEZ, A. 1994. Particulate and dissolved phytoplankton production of the Patos Lagoon estuary, southern Brazil: comparison of methods and influencing factors. *J. Plank. Res.* 1:737-753.
- ALLEN, G.P.; SALOMON, J.C.; BASSOULET, P.; du PENHOAT, Y.; de GRANDPRÉ, C.; 1980. Effects of tides on mixing and suspended sediment transport in macrotidal estuaries. *Sedim. Geol.* 26: 69-90.
- ANDERSEN, T. J., 2001. Seasonal variation in erodibility of two temperate, microtidal mudflats. *Est., Coast. Shelf Sci.*, 53, 1-12.
- ASMUS, M., 1984. Estrutura da Comunidade Associada à *Ruppia maritima* no Estuário da lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de Mestrado. FURG. 154pg.
- ASMUS, M., 1998. A Planície Costeira e a Lagoa dos Patos. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J., (ed). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande, p. 07-12.
- BALE, A. J.; WIDDOWS, J.; HARRIS, C. B. & STEPHENS, J. A., 2006. Measurements of the critical erosion threshold of surface sediments along the Tamar Estuary using a mini-annular flume. *Cont. Shelf Res.*, 26: 1206-1216.
- BARNES, R. S. K., 1994. Macrofaunal community structure and life histories in coastal lagoons. In: Kjerfve, B., Coastal Lagoons Processes. New York, NY –USA, Elsevier Science Publishers B. Vol 60, 574p.
- BEMVENUTI, C.E. 1983. Efeito da predação sobre as características estruturais de uma comunidade macrozoobentônica numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos, RS,

Brasil. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande.
Rio Grande, RS – Brasil, 120p.

_____1987a. Macrofauna bentônica da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS-Brasil. *Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, Cananéia, SP. Brasil. Publicação ACIESP 54-1.*

_____1987b. Predation effects on a benthic community in estuarine soft sediments. *Atlântica, Rio Grande, 9(1): 5-32.*

_____1988. Impacto da predação sobre *Heteromastus similis* Southern, 1921 e *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937 (Annelida Polychaeta), em fundos moles estuarinos. *Atlântica, 10(1): 85-102.*

_____1992. Interações biológicas na macrofauna bentônica numa enseada estuarina da lagoa dos patos, RS, Brasil. Tese de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 206 pg.

_____1994. O poliqueta *Nephtys fluviatilis* Monro 1937, como predador da infauna na comunidade de fundos moles. *Atlântica 16: 87-98.*

_____1998a. Invertebrados Bentônicos, *In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J., (ed). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecocientia, Rio Grande, p. 46-51.*

_____1998b. Fundos não-vegetados. *In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J. (ed). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecocientia, Rio Grande, p. 87-92.*

_____1998c. Estrutura trófica . *In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J. (ed). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecocientia, Rio Grande, p.79-82.*

- BEMVENUTI, C.E; CAPÍTOLI, R.R; GIANUCA, N.M. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. II. Distribuição quantitativa do macrobentos infralitoral. *Atlântica* 3: 23-32.
- BEMVENUTI, C. E. ; CATTANEO, S. A. ; NETTO, S. A., 1992. Características estruturais da macrofauna bentônica em dois pontos da região etuarial da Lagoa dos Patos, RS - Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, RS - Brasil, v. 14, p. 5-28.
- BEMVENUTI, C.E. NETTO, S.A. 1998. Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna os Patos Lagoon (South Brazil). *Ver. Bras. Biol.* 58(2): 211-221.
- BERGAMASCO, A.; De NAT, L.; FLINDT, M. R. & AMOS, C. L., 2003. Interactions and feedbacks amon phytobenthos, hydrodynamics, nutrient cycling and sediment transport in estuarine ecosystems. *Cont. Shelf Res.*, 23: 1715-1741.
- BERGESCH, M. 1990. Variações de biomassa e composição do fitoplâncton na área estuarina rasa da Lagoa dos Patos e suas relações com fatores de influência. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, Brasil.
- BERGESCH, M. & ODEBRECHT, C. 1997. Análise do fitoplâncton, protozooplâncton e alguns fatores abióticos no estuário da Lagoa dos Patos. *Atlântica* (Rio Grande), 19:31-50.
- BONILHA, L. E., ASMUS, M. L., 1994. Modelo ecológico do fitoplâncton e zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Publ. Acad. Ciências Estad (S Paulo)*, 87(1): 347-362.
- CAHOON, L. B.; NEARHOOF, J. E. & TILTON, C. L., 1999. Sediment grain size effect on benthic microalgal biomass in shallow aquatic ecosystems. *Estuaries*, Vol. 22, 3: 735-741.

- CALLENDER, E. & HAMMOND, D. E., 1982. Nutrient exchange across the sediment-water interface in the Potomac River Estuary. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 15:395-413.
- CALLIARI, L. J., 1998. O ambiente e a biota do estuário da Lagoa dos Patos, *In: Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil*. SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. 1998. Editora Ecocientia, Rio Grande, 326pp.
- CAPÍTOLI, R.R., BEMVENUTI, C.E., GIANUCA, N.M. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos, I. Comunidades bentônicas. *Atlântica* 3: 5-21.
- CARVALHO, S., MOURA, A., GASPAR, M. B., 2005. Spatial and inter-annual variability of the macrobenthic communities within a coastal lagoon (Obidos lagoon) and its relationship with environmental parameters. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 27(3): 143-159.
- CHRISTIE, M. C.; DYER, K. R. & TURNER, P., 1999. Sediment flux and bed level measurements from a macro tidal mudflat. *Est. Coast. and Shelf Sci.* 49 (5), 667-688.
- CLARKE, K. R., & AINSWORTH, M., 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 92: 205-219.
- CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth, Natural Environmental Research Council, 234 pp.
- COLLING, L. A., 2004. Variabilidade espaço-temporal de *Erodona mactroides* (BOSC-1903) Gastropoda-Bivalvia, em uma enseada rasa estuarina da Lagoa dos Patos,

Brasil. Monografia de graduação, Fundação Universidade federal do Rio Grande.
67p.

- COLLING, L. A.; BEMVENUTI, C. E. & GANDRA, M. S., 2007. Seasonal variability on the structure of sublittoral macrozoobenthic association in the Patos Lagoon estuary, Southern Brazil. *Iheringia*, no prelo.
- COSTA, C. S. B., SEELIGER, U., KINAS, P. G., 1988. The effect of wind velocity and direction on the salinity regime in the Patos Lagoon estuary. *Ciencia Cult.* (São Paulo) 40(9):909-912.
- COSTA, C. S. B., SEELIGER, U., OLIVEIRA, C. P., & MAZO, M. M., 1997. Distribuição, funções e valores das marismas e pradarias submersas no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). *Atlântica* 19: 67-85.
- COSTA, C. S. B.; MARANGONI, J. C. & AZEVEDO, A. M. G., 2003. Plant zonation in irregularly flooded salt marshes: relative importance of stress tolerance and biological interactions. *Jour. Ecol.*, 91(6):951-965.
- CURRIE, D. R. & SMALL, K. J., 2005. Macrobenthic community responses to long-term environmental change in an east Australian sub-tropical estuary. *Est., Cost. Shelf Sci.*, 63:315-331.
- DAUER, D. M., 1984. High resilience to disturbance of an estuarine polychaete community. *Bull. Mar. Sci.* 34: 170-174.
- DAY, J.W., Jr., HALL, C.A.S., KEMP, W.M. & YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. 1989. The estuarine bottom and benthic subsystem, chapter 9, in: *Estuarine ecology*, John Wiley & Sons, New York, pp 338-376.
- DYER, K.R., 1979. Estuarine hydrography and sedimentation. Cambridge University Press. London. 230p.

- DYER, K. R., 199. Sediment transport processes in estuaries. *In: Perillo, G. M. E.* (Eds.), *Geomorphology and sedimentology of estuaries. Developments in sedimentology*, 53. Elsevier Science B. V., 423-447.
- DYER, K.R., CHRISTIE, M.C., FEATES, M.J., PEJRUP, M. & VAN DER LEE, W., 2000. An investigation into processes influencing the morphodynamics of an intertidal mudflat, Dollard Estuary, Netherland: I. hydrodynamics and suspended sediment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50, 607-625.
- ECKMAN, J.E., 1983. Hydrodynamic processes affecting benthic recruitment. *Limnol. Oceanogr.* 28(2), 241-257.
- FERNANDES, E. H. L., DYER, K. R., MÖLLER, O. O. & NIENCHESKI, L. F. H., 2002. The Patos Lagoon Hydrodynamics during *El Niño* event (1998). *Cont. Shelf Res.* 22: 1699-1713
- FONSECA, D. B. & D'INCAO, F., 2003. Growth and reproductive parameters of *Kalliapseudes schubartii* in the estuarine region of the Lagoa dos Patos (southern Brazil). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 83:931-935.
- FONSECA, D. B. & D'INCAO, F., 2006. Mortality of *Kalliapseudes schubartii* in unvegetated soft bottoms of the estuarine region of the Lagos dos Patos. *Braz. Arch. of Biol. Techn.*, 49(2):257-261.
- GABRIELSON, J. O. & LUKATELICH, R. J., 1985. Wind-related resuspension of sediments in the Peel-Harvey estuarine system. *Est. Coast. and Shelf Sci.*, 20: 135-145.
- GARCIA, C.A.E. 1998. Características Hidrográficas. *In: Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil.* Eds: U. SEELIGER, C. ODEBRECHT & J. P. CASTELLO. Rio Grande, Editora Ecoscientia. 341p.

- GARCIA, A. M. ; VIEIRA, J. P. ; WINEMILLER, K. O. 2001. Dynamics of the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil) during cold and warm ENSO episodes. *Journal of Fish Biology*, London, v. 59, p. 1218-1238.
- GERALDI, R.M. 1997. Características estruturais da assembléia de invertebrados bentônicos em fundos vegetados e não vegetados numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, FURG, 208p.
- GERALDI, 2002. Distribuição espacial, recrutamento, crescimento e mortalidade de *Erodona mactroides* BOSCH, 1802 (Mollusca, Pelecypoda) na Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Tese de Doutorado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, RS. 166p.
- GOEDKOOOP, W. & JOHNSON R. K., 1996. Pelagic-benthic coupling: profundal benthic community response to a spring diatom deposition in mesotrophic Lake Erken. *Limnol. Oceanogr.* 41(4):636-647.
- GRENZ, C.; CLOERN, J.E.; HAGER, S.W. & Cole B. E 2000. Dynamics of nutrient cycling and related benthic nutrient and oxygen fluxes during a spring phytoplankton bloom in South San Francisco bay (USA). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 197:67-80.
- GRIMM, A. M., BARROS, V. R.; DOYLE, M. E., 2000. Climate variability in Southern South América associated with El Niño and La Niña events. *Jour. Clim.*, 1, 35-38.
- HARTMANN, C. 1996. Dinâmica, distribuição e composição do material em suspensão na região sul da Laguna dos Patos, RS. Tese de Doutorado. UFRGS, 363 pp.

- HOLLAND, A. F. & DEAN, J. M., 1977. The biology of the stout razor clam *Tagelus Plebeius*: In: Animal-sediment relationships, feeding mechanisms, and community biology, *Chesapeake Science*. 18(1): 58-66.
- HOROWITZ, A. J., 2003. An evaluation of sediment rating curves for estimating suspended sediment concentrations for subsequent flux calculations. *Hydrol. Processes*. 17 (17); 3387-3409.
- IENO, E. N. & BASTIDA, R. O., 1998. Spatial and temporal patterns in coastal macrobenthos of Samborombon Bay, Argentina: a case study of very low diversity. *Estuaries*, 21: 690-699.
- IENO, E. N. & ELIAS, R.; 1995. *Heteromastus similis* Southern, 1921 (Polichaeta: Capitellidae) in Mar Chiquita brackish coastal lagoon, Argentina. *Neritica*, v. 9 (1-2): 23-32.
- JOHNSON, R. K. & WIEDERHOLM, T. 1992. Pelagic-benthic coupling – the importance of diatom interannual variability for population oscillations of *Monoporeia affinis*. *Limnol. Oceanogr.* 37:1596-1607.
- JORCIN, A. 1996. Distribucion, abundancia y biomasa de *Erodona mactroides* (Mollusca, Bivalvia, Daudin, 1801), en Laguna de Rocha (dpto. De Rocha, Uruguay). *Rev. Bras. Biol.* 56(1): 155-162.
- JORGENSEN, B.B., 1983. Processes at the sediment-water interface. In: BOLIN, B & COOK, R. B. (eds). The major biogeochemical cycles and their interactions. John Wiley & Sons, Chichester, 477-515.
- KANTIN, R., 1983. hydrologie et qualité dès eaux de la region sud de la Lagune dos Patos, Brasil) et de la prataforme continental adjacente. (These de Doctorat d'Etat et Sciences). France, université de Bordeaux I. 185 pg.

- KEMP, W. M. & BOYNTON, W. R., 1984. Spatial and temporal coupling of nutrient inputs to estuarine primary production: the role of particulate transport and decomposition. *Bull. Mar. Sci.* 35(3):22-535.
- KENNISH, M. J., 1986. Ecology of estuaries. Boca Raton. CRC Press, v. 2, 186 p.
- KIRBY, R., 2000. Practical implications of tidal flat shape. *Cont. Shelf Res.* 20 (10-11), 1060-1077.
- KJERFVE, B., 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. *In: Estuarine variability*, Wolfe, D.A., (ed.), pp. 63-81. Orlando, florida: Academic Press.
- KNOX, G. A., 1986. Estuarine Ecosystems: A Systems Approach. Vol I, CRC Press, Boca Raton, FL, 287 pp.
- KOMAR, P.D., 1976. Beach Process and sedimentation. New Jersey. Prentice-Hall Inc, 429 pp.
- LABAT, D.; GODDERIS, Y.; PROBST, J. L.; GUYOT, J. L., 2004. Evidence for global runoff increase related to climate warming. *Adv. Water Resour.* 27(6): 631-642.
- LEITE, F. P. P., TURRA, A. & SOUZA, E. C. F., 2003. Population biology and distribution of the tanaid *Kalliapseudes schubartii* Mañé-Garzón, 1949, in an intertidal flat in southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 63(3): 469-479.
- LEVIN, L. A., 1984. Life history and dispersal patterns in a dense infaunal polychaete assemblage: community structure and response to disturbance. *Ecology*, 65:1185-1200.
- LEVINTON, J.S., 1995. Marine Biology: function, biodiversity, ecology. Oxford, NY – USA, Oxford University Press. 420p.
- LITTLE, C. 2000. The Biology of Soft Shores and Estuaries, Oxford University Press, New York, 252p.

- McALL, P. L. & TEVESZ, M. J. S., 1982. Animal-sediment relations. The biogenic alteration of sediments. Plenum Press, New York, 336 pp.
- McLUSKY, d. S., 1989. The estuarine ecosystem. Glasgow: Blackie.
- MITCHENER, H. & TORFS, H., 1996. Erosion of mud/sand mixtures. *Coastal Engineering*, 29: 1-25.
- MONTES-HUGO, M. A., ALVAREZ-BORREGO, S., GAXIOLA-CASTRO, G., 2004. Annual phytoplankton production in a coastal lagoon of the southern California Current System. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 277: 51-60.
- MORRISEY, D. J.; UNDERWOOD, A. J.; HOWITT, L. & STARK, J. S., 1992. Temporal variation in soft-sediment benthos. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 164:233-245.
- NETTO, S. A. & LANA, P. C., 1994. Effects of sediment disturbance on the structure of benthic fauna in a subtropical tidal creek of southeastern Brazil. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 106:239-247.
- NICHOLS, M.M., 1986. Effects of fine sediment resuspension in estuaries. In: Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies. *Estuar. Cohesive Sed. Dynamics*. A.J. Mehta (Ed.), Springer-Verlag, New York, vol. 14, p: 5-42
- NICHOLS, M. M., BIGGS, R. B., 1985. In: Davies, R. A. (Ed), Coastal Sedimentary. Springer-Verlag New York Inc, N. Y.
- NIENCHESKI, L.F.H. & BAUMGARTEN, M.G.Z., 1998. Química ambiental. In: Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. 1998. Editora Ecoscientia, Rio Grande, 326pp.
- NIENCHESKI, L.F.H.; WINDOM, H.L., 1994. Nutrient flux and budget in Patos Lagoon Estuary. *Sci Total Environ.* 149 (1-2) 53-60.
- Nixon, S. W., 1981.

- Remineralization and nutrient cycling in coastal marine ecosystems. In: NIELSON, B. J., CRONIN, L. E. (eds). *Estuaries and nutrients*. Humana Press, Clifton, p. 111-138.
- NIXON, S. W., 1981. Remineralization and nutrient cycling in coastal marine ecosystems. In: Nielson, B. J., Cronin, L. E. E. (Eds). *Estuaries and nutrients*. Humana press, Clifton, p. 111-138.
- NOAA, 2006. National Oceanic and Atmospheric Administration, 06/01/2007. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml
- NUCCI, P. R., TURRA, A. & MORGADO, E. H., 2001. Diversity and distribution of crustaceans from 13 sheltered sandy beaches along São Sebastião Channel, Southeastern Brazil. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 81:475-484.
- ODEBRECHT, C. & ABREU, P. C. 1998. Microalgas – clorofila *a*. In: Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. SEELIGER U., ODEBRECHT. C. & CASTELLO J. P. (eds). Editora Ecoscientia. Rio Grande, p. 36-40.
- OLESEN, M. & LUNDSGAARD, C., 1995. Seasonal sedimentation of autochthonous material from the euphotic zone of a coastal system. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 41:475-490.
- OMENA, E. P. & AMARAL, A. C. Z., 2000. Population dynamics and secondary production of *Laeonereis acuta* (Treadwell, 1923. (Nereididae: Polychaeta). *Bull. Mar. Sci.* 67(1): 421-431.
- ORENSANZ, J. M. & GIANUCA, N. M., 1974. Contribuição ao conhecimento dos anelídeos poliquetas do Rio Grande do Sul, Brasil. *Com. Mus. Ciên. Pontif. Univ. Católica Rio Grande do Sul* (Porto Alegre), 4:1-37.

- ORTH, R. J., 1992. A perspective on plant-animal interactions in seagrasses: physical and biological determinants influencing plant and animal abundance. In: Plant-Animal interactions in the marine benthos Systematics Association Special Publications Vol. 46). JOHN, D.M., HAWKINS, S.J., PRICE, J.H. (eds). Clarendon Press, Oxford. 147 pp.
- ORTH, R. J., HECK, H. L. & Van MONTFRANS, J., 1984. Faunal communities in seagrass beds: a review of the influence of plant structure and predator-prey relationships. *Estuaries*, 7 (273).
- PAGLIOSA, P. R. & LANA, P. D., 2005. Impact of plant cover removal on macrobenthic community structure of a subtropical salt marsh. *Bull. Mar. Sci.*, 77(1):1-17.
- PEDDICORD, R. K., 1980. Direct effects of suspended sediments on aquatic organisms. In: Contaminants and Sediments 1: Fate and transport, case studies, modeling and toxicity. Ed. BAKER, R. A. ANN-ARBOR. Science publishers Inc: MI-USA. 501 – 536.
- POSEY, M.; LINDBERG, W., ALPHIN, T & VOSE, F. 1996. Influence of storm disturbance on an offshore benthic community. *Bulletin of Marine Science*, 59(3): 523-529.
- POSTMA, H., 1980. Sediment transport and sedimentation. In: OLAUSSON, E. & CATO, I. (eds). Chemistry and biogeochemistry of estuaries. WILEY, CCHICHESTER, p. 153-186.
- PROENÇA, L. H.; HAMA, L. L. & ODEBRECHT, C., 1994. Contribution of microalgae to particulate organic carbon in the shallow area of Lagoa dos patos Estuary, southern Brazil. *Atlântica (Rio Grande)* 16:191-199.

- QUIJÓN, P & JARAMILLO, E. 1993. Temporal variability in the intertidal macroinfauna in the Queule River Estuary, South-Central Chile. *Est, Coast. Shelf Sci.* 37: 655-667.
- REISE, K., 1977. Predation pressure and community structure of an intertidal soft-bottom fauna. In: KEEGAN, B. F., CEIDIGH, P. O. & BOADEN, P. J. S., Biology of benthic organisms. New York, jPergamon press, p. 513-519.
- RHOADS, D.C. & YOUNG, D.K.. 1970. The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.* 28: 150-178.
- RILEY, G. A., 1967. The Plankton of estuaries. In: LAUFF, G. H. (ed) *Estuaries. Publ. Am. Assoc. Adv. Sci.* (Washington) 83:316-326.
- ROPELEWSKI, C.F. and HALPERT, M. S. 1987. Global and Regional scale precipitation patterns associated with El Niño/ Southern Oscillation. *Weather Rev.*, 115, 1606-1626.
- ROSA, L. C. & BEMVENUTI, C. E., 2006. Temporal variability of the estuarine macrofauna of the Patos Lagoon, Brazil. *Rev. de Biol. Mar. y Ocean.* 41(1):1-9.
- ROSA, L. C., 2003. Variabilidade temporal da estrutura das associações da macrofauna bêntica em uma enseada estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Tese de Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 70 p.
- ROSA-FILHO, J. S. & BEMVENUTI, C. E., 1998. O sedimento como fator limitante para a distribuição de *Kalliapseudes schubartii* Mañé-Garzón (Crustacea – Tanaidacea) em fundos moles estuarinos. *Nauplius*, 6:119-127.
- SANDERS, H. L., 1958. Benthic studies in Buzzard Bay. In: Animal-sediment relationships. *Limnol. Oceanogr.*, 3:245-258.

- SEELIGER, U. 1998. Pradarias de Fanerógamas Submersas. *In: Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil.* SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. 1998. Editora Ecoscientia, Rio Grande, P. 93-96.
- SOUZA, S.R. 2002. Caracterização morfo-sedimentar do Saco do Arraial – extremo sul da Lagoa dos Patos – RS. Tese de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. RS. 164 pg.
- SUGUIO, K. 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo, EDUSP. 317p.
- SUMMERSON, H. C. & PETERSON, C. H., 1984. Role of predation in organizing benthic communities of a temperate-zone seagrass bed. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 15:63-77.
- TAYLOR, D. I., 1992. The influence of upwelling and short-term changes in concentrations of nutrients in the water column on fluxes across the surface of a salt marsh. *Estuaries*, 15:68-74.
- TER BRAAK, C. J. F., 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167-1179.
- TESKE, P.R. & WOOLDRIDGE, T. H., 2003. What limits the distribution of subtidal macrobenthos in permanently open and temporarily open/closed South African estuaries? Salinity vs. sediment particle size. *Estuar. Coast. and Shelf Sci.*, 57:225-238.
- TISELIUS, P. & KUYLENSTIERNA, M. 1996. Growth and decline of a diatom spring bloom: phytoplankton species composition, formation of marine snow and the role of heterotrophic dinoflagellates. *J. Plankton Res.* 18(2):133-155.
- TOLDO Jr., E. E., 1989. Os efeitos do transporte sedimentar na distribuição dos tamanhos de grão e morfologia da Lagoa dos Patos. Dissertação de Mestrado, I/G UFRGS, 147p.

- VILLAS BOAS, D. F., 1990. Distribuição e comportamento dos sais nutrientes, elementos maiores e metais pesados na Lagoa dos Patos, RS. Tese de Mestrado, Universidade Federal Rio Grande.
- VIRSTEIN, R. W., 1977. The importance of predation by crabs and fishes on benthic infauna in Chesapeake Bay. *Ecology*, 58: 1199-1217.
- _____, 1979. Predation on estuarine infauna: response patterns of component species. *Estuaries*, 2 (2): 69-86.
- WALKLEY, A. & I.A. BLACK (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic and titration method. *Soil Science* 37: 29-38.
- WATLING, L. 1975. Analysis of structural variation in shallow estuarine deposit-feeding community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 19:275-313.
- WARWICK, R.M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.* 92: 557-562.
- WEISBERG, S.B.; J.A. RANASINGUE; D.M. DAUER; L.C. SCAFFNER; R.J. DIAZ & J.B. FRITHSEN. 1997. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. *Estuaries*, 20(1): 149-158.
- WHITLACH, R. B., 1977. Seasonal changes in the community structure of the macrobenthos inhabiting the intertidal sand and mud flats of Barnstable Harbor, Massachusetts. *Biol. Bull.*, 152:275-294.
- ZAR, J.H. 1996. Biostatistical analysis. New Jersey, NY – USA, Prentice-Hall Inc. 718p.

TABELAS

Tabela 01. Número de réplicas dos amostradores de deposição de sedimento (P.I.T.'s) utilizados em cada mês, durante os períodos do presente estudo.

Períodos		Área "A"	Área "B"
PRIMAVERA/2002	Outubro	0	0
	Novembro	0	0
	Dezembro	5	5
VERÃO/2003	Janeiro	0	0
	Fevereiro	6	6
	Março	0	0
OUTONO/2003	Abril	6	6
	Maio	6	6
	junho	0	0
INVERNO/2003	Julho	5	3
	Agosto	6	4
	Setembro	0	0
PRIMAVERA/2003	Outubro	0	0
	Novembro	6	5
	Dezembro	5	6
VERÃO/2004	Janeiro	6	5
	Fevereiro	5	6
	Março	5	6
OUTONO/2004	Abril	5	4
	Maio	6	6
	junho	6	6
INVERNO/2004	Julho	0	0
	Agosto	6	4
	Setembro	0	0

Tabela 02. Resultados da Análise de Variância Unifatorial para os parâmetros ambientais temperatura, salinidade e pluviosidade.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	F	$\alpha=0,05$	KRUSKAL WALLIS
Temperatura água (°C)					
Períodos	7	582,59	21,22	<0,005	V 04 ^a >V 03 ^a >P 03 ^{ab} >P 02 ^{abc}
Resíduo	40	3,92			>O 04 ^{bcd} >O 03 ^{cde} >I 04 ^{de} >I 03 ^e
Salinidade					
Períodos	7	1091,87	6,05	<0,005	O 04 ^a >V 04 ^{ab} >I 04 ^{ab} >O 03 ^{abc}
Resíduo	40	1031,18			>P 03 ^{abc} >I 03 ^{bc} >V 03 ^{bc} >P 02 ^c
Pluviosidade (mm/mês)					
Períodos	7	68419,8	1,36	0,287	—
Resíduo	16	114983,1			

Tabela 03. Resultados da Análise de Variância Bifatorial (períodos X áreas) para os parâmetros ambientais sedimentos finos e matéria orgânica dos sedimentos, e sedimentos finos e peso (g) do material dos experimentos de deposição (P.I.T.).

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	F	$\alpha=0,05$
Sedimentos Finos (%)				
Períodos	7	0,036	23,894	<0,001
Áreas	1	0,001	8,730	0,003
Períodos X Áreas	7	0,000	0,376	0,914
Resíduo	128	0,027		
Matéria orgânica (%)				
Períodos	7	1,152	12,412	<0,001
Áreas	1	0,014	1,120	0,291
Períodos X Áreas	7	0,039	0,422	0,886
Resíduo	128	1,698		
Experim. Depos. (Finos %)				
Períodos	7	2,638	12,509	<0,000
Áreas	1	0569	18,914	<0,000
Períodos X Áreas	7	0,259	1,229	0,291
Resíduo	125	13,766		
Experim. Depos. (Peso g)				
Períodos	7	91894	4,090	<0,000
Áreas	1	69512	21659	<0,000
Períodos X Áreas	7	63351	2,819	0,008
Resíduo	146	468572		

Tabela 04. Médias e desvios-padrão dos percentuais de sedimentos finos (silte + argila) e peso do material depositado nos experimentos de deposição (P.I.T.).

	FINOS (% SILTE + ARGILA)		PESO (g)	
	ÁREA "A"	ÁREA "B"	ÁREA "A"	ÁREA "B"
PRIMAVERA/02	59,9 ± 14,7	66,0 ± 14,0	90,0 ± 49,8	71,7 ± 20,3
VERÃO/03	22,4 ± 13,0	43,4 ± 9,8	105,2 ± 64,6	67,0 ± 29,7
OUTONO/03	34,0 ± 18,2	50,7 ± 26,0	162,8 ± 139,4	23,1 ± 12,7
INVERNO/03	81,4 ± 10,1	78,9 ± 18,7	44,1 ± 25,8	37,0 ± 7,7
PRIMAVERA/03	45,3 ± 12,8	71,1 ± 14,3	123,0 ± 40,5	85,3 ± 14,4
VERÃO/04	48,4 ± 19,9	61,7 ± 14,7	104,6 ± 45,1	47,1 ± 45,6
OUTONO/04	50,5 ± 18,7	72,9 ± 23,0	82,2 ± 59,6	50,7 ± 58,1
INVERNO/04	75,9 ± 15,2	83,3 ± 4,0	166,4 ± 61,0	125,8 ± 22,1

Tabela 05. Densidades médias (ind.m⁻²) e desvios-padrão das espécies encontradas em cada Área durante o período de estudo.

	PRIMAVERA/02		VERÃO/2003		OUTONO/2003		INVERNO/2003	
	Área A	Área B	Área A	Área B	Área A	Área B	Área A	Área B
<i>Erodona mactroides</i>	5 ± 14	0 ± 0	8106 ± 2564	2232 ± 1842	16815 ± 4842	7964 ± 3719	12753 ± 2680	5133 ± 3889
<i>Kalliapseudes schubartii</i>	359 ± 438	359 ± 363	1897 ± 1881	802 ± 631	8960 ± 4848	2685 ± 2048	4803 ± 2203	722 ± 565
<i>Heteromastus similis</i>	632 ± 302	929 ± 323	1783 ± 796	2741 ± 1171	3232 ± 981	3737 ± 1456	2524 ± 866	2067 ± 702
<i>Laeonereis acuta</i>	104 ± 106	99 ± 113	80 ± 101	42 ± 67	293 ± 183	255 ± 229	60 ± 104	61 ± 78
<i>Nephtys fluviatilis</i>	519 ± 233	623 ± 276	1123 ± 513	1227 ± 474	4114 ± 1798	3992 ± 1461	4166 ± 1220	2435 ± 1123
<i>Munna peterseni</i>	33 ± 85	66 ± 118	90 ± 175	33 ± 59	2769 ± 2467	609 ± 583	1349 ± 959	283 ± 247
<i>Kupellonura sp.</i>	9 ± 28	66 ± 155	19 ± 57	19 ± 47	28 ± 56	9 ± 19	19 ± 44	11 ± 20
<i>Sinelobus stanfordi</i>	9 ± 28	85 ± 124	19 ± 47	9 ± 28	1364 ± 999	467 ± 422	1104 ± 595	330 ± 255
<i>Diastylis simpterigeae</i>	146 ± 195	42 ± 75	75 ± 129	75 ± 79	231 ± 351	9 ± 19	359 ± 315	330 ± 255
<i>Heleobia australis</i>	24 ± 52	28 ± 51	137 ± 131	137 ± 155	349 ± 238	420 ± 325	24 ± 59	0 ± 0
<i>Sphaeromopsis mourei</i>	42 ± 105	0 ± 0	19 ± 44	0 ± 0	47 ± 76	0 ± 0	359 ± 315	42 ± 80
<i>Mellita mangrovi</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	5 ± 14	311 ± 279	259 ± 324
<i>Misidopsis tortoneri</i>	5 ± 14	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>Tagelus plebeius</i>	5 ± 14	9 ± 28	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>Cumacea n.d.</i>	0 ± 0	0 ± 0	9 ± 19	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>Nemertinea n.d.</i>	0 ± 0	0 ± 0	5 ± 14	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

	PRIMAVERA/2003		VERÃO/2004		OUTONO/2004		INVERNO/2004	
	Área A	Área B	Área A	Área B	Área A	Área B	Área A	Área B
<i>Erodona mactroides</i>	10686 ± 3351	4723 ± 2646	9035 ± 2639	4006 ± 1907	5902 ± 2022	1071 ± 1398	727 ± 442	38 ± 78
<i>Kalliapseudes schubartii</i>	1397 ± 1217	934 ± 1175	920 ± 1157	1165 ± 828	996 ± 1530	1835 ± 1728	75 ± 144	321 ± 288
<i>Heteromastus similis</i>	2038 ± 772	1982 ± 832	939 ± 593	1293 ± 533	1651 ± 871	1614 ± 1081	590 ± 515	991 ± 618
<i>Laeonereis acuta</i>	99 ± 114	57 ± 84	344 ± 254	925 ± 422	4572 ± 5329	2600 ± 1327	236 ± 196	387 ± 242
<i>Nephtys fluviatilis</i>	2496 ± 741	2411 ± 862	684 ± 350	1165 ± 931	565 ± 413	623 ± 347	344 ± 121	335 ± 81
<i>Munna peterseni</i>	736 ± 898	929 ± 518	47 ± 142	184 ± 258	1543 ± 3737	99 ± 159	510 ± 265	675 ± 365
<i>Kupellonura sp.</i>	24 ± 37	0 ± 0	42 ± 108	5 ± 14	9 ± 28	0 ± 0	481 ± 361	495 ± 223
<i>Sinelobus stanfordi</i>	2468 ± 2992	1585 ± 939	47 ± 54	5 ± 14	0 ± 0	14 ± 42	0 ± 0	0 ± 0
<i>Diastylis simpterigeae</i>	1019 ± 993	524 ± 420	71 ± 91	123 ± 145	66 ± 121	9 ± 28	123 ± 194	75 ± 114
<i>Heleobia australis</i>	472 ± 381	370 ± 310	533 ± 567	1043 ± 734	198 ± 277	85 ± 119	1038 ± 807	953 ± 451
<i>Sphaeromopsis mourei</i>	90 ± 189	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	5 ± 14	0 ± 0	5 ± 14	0 ± 0
<i>Mellita mangrovi</i>	0 ± 0	0 ± 0	5 ± 14	0 ± 0	9 ± 28	5 ± 14	0 ± 0	0 ± 0
<i>Misidopsis tortoneri</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	2694 ± 1269	245 ± 399
<i>Tagelus plebeius</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	5 ± 14	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<i>Cumacea n.d.</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	9 ± 28
<i>Nemertinea n.d.</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	5 ± 14	0 ± 0	9 ± 28	5 ± 14	5 ± 14

Tabela 06. Resultados da Análise de Variância para as densidades médias da macrofauna bentônica, de *Erodona mactroides* e *Kalliapseudes schubartii*, nas Áreas “A” e “B” durante os períodos de estudo.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	F	$\alpha=0,05$
Densidades Macrofauna				
Períodos	7	52,033	75,12	<0,001
Áreas	1	5,088	51,42	<0,001
Resíduo	416	41,163		
Densidades <i>E. mactroides</i>				
Períodos	7	872,662	221,652	<0,001
Áreas	1	53,215	94,615	<0,001
Resíduo	416	233,976		
Densidades <i>K. schubartii</i>				
Períodos	7	180,129	26,438	<0,000
Áreas	1	2,053	2,109	0,147
Resíduo	125	13,766		

Tabela 07. Densidades médias (ind.m⁻²) da macrofauna bentônica nas Áreas “A” e “B” durante os períodos de estudo.

	ÁREA "A"	ÁREA "B"
PRIMAVERA/02	1892	2307
VERÃO/03	13362	7318
OUTONO/03	38202	20151
INVERNO/03	27473	11343
PRIMAVERA/03	21524	13514
VERÃO/04	12668	9917
OUTONO/04	15521	7964
INVERNO/04	6827	4529

Tabela 08. Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os períodos (sazonal).

FONTES DE VARIAÇÃO	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade Bray-Curtis)
	R	p (%)	
GLOBAL	0,568	0,1	
PRI/02 X VER/03	0,389	0,1	<i>E. mactroides</i> (26,22%), <i>K. schubartii</i> (14,75%), <i>H. Australis</i> (9,5%)
PRI/02 S OUT/03	0,996	0,1	<i>E. mactroides</i> (27,22%), <i>K. schubartii</i> (13,17%), <i>M. petterseni</i> (11,53%)
PRI/02 X INV/03	0,966	0,1	<i>E. mactroides</i> (29,81%), <i>S. stanfordi</i> (11,67%), <i>M. petterseni</i> (11,32%)
PRI/02 X PRI/03	0,982	0,1	<i>E. mactroides</i> (28,15%), <i>S. stanfordi</i> (13,29%), <i>H. australis</i> (10,47%)
PRI/02 X VER/04	0,977	0,1	<i>E. mactroides</i> (34,09%), <i>H. australis</i> (15,91%), <i>K. schubartii</i> (10,63%)
PRI/02 X OUT/04	0,915	0,1	<i>E. mactroides</i> (26,15%), <i>L. acuta</i> (23,74%), <i>k. schubartii</i> (10,86%)
PRI/02 X INV/04	0,772	0,1	<i>E. mactroides</i> (25,8%), <i>L. acuta</i> (17,71%), <i>K. schubartii</i> (10,29%)
VER/03 X OUT/03	0,473	0,1	<i>E. mactroides</i> (18,04%), <i>M. petterseni</i> (14,73%), <i>K. schubartii</i> (13,75%)
VER/03 X INV/03	0,424	0,1	<i>E. mactroides</i> (19,6%), <i>S. stanfordi</i> (16,33%), <i>M. petterseni</i> (14,46%)
VER/03 X PRI/03	0,452	0,1	<i>E. mactroides</i> (18,17%), <i>S. stanfordi</i> (17,38%), <i>S. simpterigeae</i> (13,31%)
VER/03 X VER/04	0,226	0,1	<i>E. mactroides</i> (22,65%), <i>K. schubartii</i> (14,51%), <i>H. australis</i> (13,945)
VER/03 X OUT/04	0,418	0,1	<i>L. acuta</i> (27,24%), <i>E. mactroides</i> (19,96%), <i>K. schubartii</i> (12,03%)
VER/03 X INV/04	0,292	0,1	<i>E. mactroides</i> (23,98%), <i>L. acuta</i> (20,39%), <i>K. schubartii</i> (13,48%)
OUT/03 X INV/03	0,15	0,8	<i>K. schubartii</i> (14,29%), <i>M. petterseni</i> (13,95%), <i>S. stanfordi</i> (13,64%)
OUT/03 X PRI/03	0,421	0,1	<i>D. simpterigeae</i> (16,83%), <i>S. stanfordi</i> (15,23%), <i>M. petterseni</i> (14,39%)
OUT/03 X VER/04	0,579	0,1	<i>K. schubartii</i> (15,92%), <i>M. petterseni</i> (15,9%), <i>S. stanfordi</i> (15,58%)
OUT/03 X OUT/04	0,833	0,1	<i>S. stanfordi</i> (1,09%), <i>L. acuta</i> (14,85%), <i>E. mactroides</i> (13,56%)
OUT/03 X INV/04	0,852	0,1	<i>E. mactroides</i> (18,4%), <i>S. stanfordi</i> (15,12%), <i>M. petterseni</i> (13,97%)
INV/03 X PRI/03	0,176	0,8	<i>D. simpterigeae</i> (18,08%), <i>S. stanfordi</i> (16,48%), <i>M. petterseni</i> (15,96%)
INV/03 X VER/04	0,59	0,1	<i>S. stanfordi</i> (17,43%), <i>M. petterseni</i> (14,9%), <i>K. schubartii</i> (13,44%)
INV/03 X OUT/04	0,879	0,1	<i>L. acuta</i> (22,94%), <i>S. stanfordi</i> (16,3%), <i>E. mactroides</i> (12,26%)
INV/03 X INV/04	0,862	0,1	<i>E. mactroides</i> (17,34%), <i>S. stanfordi</i> (17,12%), <i>L. acuta</i> (14,21%)
PRI/03 X VER/04	0,539	0,1	<i>S. stanfordi</i> (19,59%), <i>D. simpterigeae</i> (15,06%), <i>M. petterseni</i> (13,66%)
PRI/03 X OUT/04	0,902	0,1	<i>L. acuta</i> (20,86%), <i>S. stanfordi</i> (16,96%), <i>D. simpterigeae</i> (13,92%)
PRI/03 X INV/04	0,874	0,1	<i>S. stanfordi</i> (18,07%), <i>E. mactroides</i> (15,82%), <i>D. simpterigeae</i> (14,64%)
VER/04 X OUT/04	0,4	0,1	<i>L. acuta</i> (21,39%), <i>E. mactroides</i> (14,99%), <i>H. australis</i> (14,31%)
VER/04 X INV/04	0,403	0,1	<i>E. mactroides</i> (22,42%), <i>H. australis</i> (16,38%), <i>L. acuta</i> (14,72%)
OUT/04 X INV/04	0,213	0,1	<i>E. mactroides</i> (2,27%), <i>L. acuta</i> (1,69%), <i>M. petterseni</i> (14,25%)

Tabela 09. Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre as áreas).

FONTES DE VARIAÇÃO	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade Bray-Curtis)
	R	p (%)	
AREA A X AREA B	0,054	0,1	<i>Erodona mactroides</i> (19,91%) <i>Kalliapseudes schubartii</i> (11,69%) <i>Laeonereis acuta</i> (11,67%) <i>Munna petterseni</i> (11,24%) <i>Sinelobus stanfordi</i> (10,47%) <i>Diastylis simpterigeae</i> (8,99%) <i>Heleobia australis</i> (8,84%) <i>Nephtys fluviatilis</i> (8,84%) <i>Heteromastus similis</i> (5,93%)

Tabela 10. Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses da primavera/02.

FONTES DE VARIAÇÃO (PRIMAVERA/02)	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade Bray-Curtis)
	R	p (%)	
GLOBAL	0,103	0,4	
OUT/02A X OUT/02B	0,021	30	
OUT/02A X NOV/02A	0,026	31,3	
OUT/02A X NOV/02B	0,163	2,8	<i>K. schubartii</i> (18,66%), <i>N. fluviatilis</i> (15,33%), <i>H. similis</i> (13,35%)
OUT/02A X DEZ/02A	0,021	35,8	
OUT/02A X DEZ/02B	-0,024	61,2	
OUT/02B X NOV/02A	0,238	0,2	<i>K. schubartii</i> (21,75%), <i>H. similis</i> (15,53%), <i>D. sympterigiae</i> (13,92%)
OUT/02B X NOV/02B	0,137	3,1	<i>K. schubartii</i> (22,62%), <i>L. acuta</i> (12,72%), <i>S. stanfordi</i> (11,70%)
OUT/02B X DEZ/02A	0,124	3,3	<i>K. schubartii</i> (18,81%), <i>D. sympterigiae</i> (14,28%), <i>H. similis</i> (14,25%)
OUT/02B X DEZ/02B	-0,046	72,3	
NOV/02A X NOV/02B	0,068	15,3	
NOV/02A X DEZ/02A	0,126	8	
NOV/02A X DEZ/02B	0,106	7,8	
NOV/02B X DEZ/02A	0,315	0,4	<i>K. schubartii</i> (24,48%), <i>L. acuta</i> (12,60%), <i>D. sympterigiae</i> (12,5%)
NOV/02B X DEZ/02B	0,18	3,1	<i>K. schubartii</i> (23,65%), <i>L. acuta</i> (14,73%), <i>M. petterseni</i> (11,36%)
DEZ/02A X DEZ/02B	0,111	9,4	

Tabela 11. Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do verão/03.

FONTES DE VARIAÇÃO (VERÃO/03)	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade Bray-Curtis)
	R	p (%)	
GLOBAL	0,566	0,1	
JAN/03A X JAN/03B	0,027	28,4	
JAN/03A X FEV/03A	0,705	0,1	<i>E. mactroides</i> (41,25%), <i>K. schubartii</i> (18,23%), <i>H. similis</i> (10,89%)
JAN/03A X FEV/03B	0,414	0,1	<i>K. schubartii</i> (24,5%), <i>H. similis</i> (22,63%), <i>E. mactroides</i> (20,48%)
JAN/03A X MAR/03A	0,848	0,1	<i>E. mactroides</i> (36,42%), <i>K. schubartii</i> (20,01%), <i>H. similis</i> (15,21%)
JAN/03A X MAR/03B	0,769	0,1	<i>E. mactroides</i> (33,48%), <i>H. similis</i> (23,54%), <i>K. schubartii</i> (15,82%)
JAN/03B X FEV/03A	0,938	0,1	<i>E. mactroides</i> (38,87%), <i>K. schubartii</i> (19,63%), <i>D. sympterigiae</i> (8,26%)
JAN/03B X FEV/03B	0,835	0,1	<i>K. schubartii</i> (23,97%), <i>E. mactroides</i> (17,98%), <i>H. similis</i> (17,02%)
JAN/03B X MAR/03A	0,995	0,1	<i>E. mactroides</i> (35,48%), <i>K. schubartii</i> (21,82%), <i>H. similis</i> (14,17%)
JAN/03B X MAR/03B	0,982	0,1	<i>E. mactroides</i> (31,67%), <i>H. similis</i> (21,42%), <i>K. schubartii</i> (17,07%)
FEV/03A X FEV/03B	0,304	1,3	<i>E. mactroides</i> (42,65%), <i>K. schubartii</i> (12,68%), <i>H. similis</i> (12,26%)
FEV/03A X MAR/03A	0,567	0,1	<i>H. similis</i> (17,62%), <i>E. mactroides</i> (17,15%), <i>K. schubartii</i> (16,58%)
FEV/03A X MAR/03B	0,549	0,1	<i>H. similis</i> (28,15%), <i>E. mactroides</i> (15,85%), <i>K. schubartii</i> (13,45%)
FEV/03B X MAR/03A	0,59	0,1	<i>E. mactroides</i> (37,85%), <i>K. schubartii</i> (15,36%), <i>N. fluviatilis</i> (10,99%)
FEV/03B X MAR/03B	0,43	0,1	<i>E. mactroides</i> (34,48%), <i>H. similis</i> (17,45%), <i>K. schubartii</i> (13,81%)
MAR/03A X MAR/03B	0,325	0,1	<i>E. mactroides</i> (23,1%), <i>K. schubartii</i> (20,96%), <i>N. fluviatilis</i> (10,31%)

Tabela 12. Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do outono/03.

FONTES DE VARIAÇÃO OUTONO/03	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade Bray-Curtis)
	R	p (%)	
GLOBAL	0,508	0,1	
ABR/03A X ABR/03B	0,635	0,1	<i>K. schubartii</i> (20,9%), <i>E. mactroides</i> (15,14%), <i>M. petterseni</i> (15%)
ABR/03A X MAI/03A	0,574	0,1	<i>M. petterseni</i> (24,1%), <i>S. stanfordi</i> (20,29%), <i>H. australis</i> (12,19%)
ABR/03A X MAI/03B	0,575	0,1	<i>H. australis</i> (16,53%), <i>K. schubartii</i> (15,14%), <i>S. stanfordi</i> (12,68%)
ABR/03A X JUN/03A	0,517	0,1	<i>S. stanfordi</i> (19,2%), <i>M. petterseni</i> (14,4%), <i>H. australis</i> (14,42%)
ABR/03A X JUN/03B	0,625	0,1	<i>K. schubartii</i> (17,31%), <i>S. stanfordi</i> (14,60%), <i>M. petterseni</i> (13,17%)
ABR/03B X MAI/03A	0,917	0,1	<i>M. petterseni</i> (24,12%), <i>S. stanfordi</i> (22,41%), <i>K. schubartii</i> (15,77%)
ABR/03B X MAI/03B	0,588	0,1	<i>S. stanfordi</i> (18,08%), <i>M. petterseni</i> (16,54%), <i>K. schubartii</i> (15,39%)
ABR/03B X JUN/03A	0,892	0,1	<i>S. stanfordi</i> (23,22%), <i>M. petterseni</i> (14,96%), <i>K. schubartii</i> (12,85%)
ABR/03B X JUN/03B	0,646	0,1	<i>S. stanfordi</i> (22,2%), <i>M. petterseni</i> (17,7%), <i>L. acuta</i> (11,61%)
MAI/03A X MAI/03B	0,596	1,3	<i>M. petterseni</i> (22,36%), <i>S. stanfordi</i> (16,17%), <i>K. schubartii</i> (15,07%)
MAI/03A X JUN/03A	0,287	2	<i>M. petterseni</i> (21,62%), <i>D. sympterigiae</i> (13,16%), <i>K. schubartii</i> (12,07%)
MAI/03A X JUN/03B	0,381	0,2	<i>M. petterseni</i> (21,2%), <i>K. schubartii</i> (19,32%), <i>S. stanfordi</i> (12,5%)
MAI/03B X JUN/03A	0,28	0,1	<i>S. stanfordi</i> (18,19%), <i>M. petterseni</i> (13,6%), <i>K. schubartii</i> (13,23%)
MAI/03B X JUN/03B	0,061	14,3	
JUN/03A X JUN/03B	0,206	0,9	<i>K. schubartii</i> (15,9%), <i>M. petterseni</i> (15%), <i>S. stanfordi</i> (12,98%)

Tabela 13. Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do inverno/03.

FONTES DE VARIAÇÃO INVERNO/03	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade Bray-Curtis)
	R	p (%)	
GLOBAL	0,507	0,1	
JUL/03A X JUL/03B	0,659	0,1	<i>K. schubartii</i> (30,48%), <i>M. petterseni</i> (15,71%), <i>E. mactroides</i> (13,71%)
JUL/03A X AGO/03A	0,243	0,4	<i>M. petterseni</i> (20,07%), <i>D. sympterigiae</i> (16,43%), <i>H. australis</i> (13,20%)
JUL/03A X AGO/03B	0,641	0,1	<i>K. schubartii</i> (26,05%), <i>M. petterseni</i> (15,55%), <i>S. stanfordi</i> (14,86%)
JUL/03A X SET/03A	0,346	0,2	<i>D. sympterigiae</i> (18,09%), <i>M. petterseni</i> (17,79%), <i>S. stanfordi</i> (15,2%)
JUL/03A X SET/03B	0,689	0,1	<i>K. schubartii</i> (25,61%), <i>S. stanfordi</i> (20%), <i>M. petterseni</i> (15,16%)
JUL/03B X AGO/03A	0,885	0,1	<i>K. schubartii</i> (21,53%), <i>M. petterseni</i> (18,71%), <i>E. mactroides</i> (12,72%)
JUL/03B X AGO/03B	-0,018	53,8	
JUL/03B X SET/03	0,773	0,1	<i>K. schubartii</i> (18,53%), <i>D. sympterigiae</i> (16,59%), <i>E. mactroides</i> (14,22%)
JUL/03B X SET/03B	0,192	1,8	<i>K. schubartii</i> (15,69%), <i>S. stanfordi</i> (14,52%), <i>E. mactroides</i> (13,44%)
AGO/03A X AGO/03B	0,842	0,1	<i>K. schubartii</i> (18,45%), <i>M. petterseni</i> (16,92%), <i>S. stanfordi</i> (11,96%)
AGO/03A X SET/03A	0,16	1,9	<i>M. petterseni</i> (21,31%), <i>S. stanfordi</i> (16,33%), <i>D. sympterigiae</i> (13,52%)
AGO/03A X SET/03B	0,86	0,1	<i>K. schubartii</i> (18,87%), <i>S. stanfordi</i> (18,06%), <i>M. petterseni</i> (16,87%)
AGO/03B X SET/03A	0,692	0,1	<i>D. sympterigiae</i> (16,45%), <i>K. schubartii</i> (14,44%), <i>M. petterseni</i> (13,32%)
AGO/03B X SET/03B	0,007	39,2	
SET/03A X SET/03B	0,612	0,1	<i>D. sympterigiae</i> (16,23%), <i>K. schubartii</i> (16,22%), <i>M. petterseni</i> (14,08%)

Tabela 14. Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses da primavera/03.

FONTES DE VARIAÇÃO PRIMAVERA/03	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade Bray-Curtis)
	R	p (%)	
GLOBAL	0,464	0,1	
OUT/03A X OUT/03B	0,467	0,1	<i>S. stanfordi</i> (15,44%), <i>D. sympterigiae</i> (15,4%), <i>M. petterseni</i> (14,12)
OUT/03A X NOV/03A	0,111	5,7	
OUT/03A X NOV/03B	0,225	0,9	<i>K. schubartii</i> (17,54%), <i>S. stanfordi</i> (14,51%), <i>M. petterseni</i> (14,49%)
OUT/03A X DEZ/03A	0,571	0,1	<i>S. stanfordi</i> (21,06%), <i>M. petterseni</i> (16,6%), <i>K. schubartii</i> (13,02%)
OUT/03A X DEZ/03B	0,648	0,1	<i>S. stanfordi</i> (20,92%), <i>M. petterseni</i> (13,78%), <i>K. schubartii</i> (13,57%)
OUT/03B X NOV/03A	0,445	0,1	<i>M. petterseni</i> (21,53%), <i>D. sympterigiae</i> (13,71%), <i>K. schubartii</i> (13,35%)
OUT/03B X NOV/03B	0,253	0,3	<i>K. schubartii</i> (18,6%), <i>S. stanfordi</i> (18,39%), <i>D. sympterigiae</i> (14,26%)
OUT/03B X DEZ/03A	0,871	0,1	<i>M. petterseni</i> (27,09%), <i>S. stanfordi</i> (16,45%), <i>D. sympterigiae</i> (9,75%)
OUT/03B X DEZ/03B	0,715	0,1	<i>M. petterseni</i> (24,79%), <i>S. stanfordi</i> (19,04%), <i>K. schubartii</i> (10,82%)
NOV/03A X NOV/03B	0,095	10,8	
NOV/03A X DEZ/03A	0,536	0,1	<i>S. stanfordi</i> (25,01%), <i>K. schubartii</i> (13,81%), <i>D. sympterigiae</i> (13,2%)
NOV/03A X DEZ/03B	0,642	0,1	<i>S. stanfordi</i> (25,28%), <i>K. schubartii</i> (14,17%), <i>E. mactroides</i> (12,5%)
NOV/03B X DEZ/03A	0,842	0,1	<i>S. stanfordi</i> (27,07%), <i>M. petterseni</i> (17,32%), <i>K. schubartii</i> (13,32%)
NOV/03B X DEZ/03B	0,731	0,1	<i>S. stanfordi</i> (29,87%), <i>M. petterseni</i> (15,27%), <i>K. schubartii</i> (14,46%)
DEZ/03A X DEZ/03B	0,096	13	<i>K. schubartii</i> (18,88%), <i>E. mactroides</i> (16,77%), <i>D. sympterigiae</i> (14,94%)

Tabela 15. Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do verão/04.

FONTES DE VARIAÇÃO VERÃO/04	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade Bray-Curtis)
	R	p (%)	
GLOBAL	0,507	0,1	
JAN/04A X JAN/04B	0,213	1,2	<i>H. australis</i> (16,64%), <i>E. mactroides</i> (16,58%), <i>K. schubartii</i> (13,82%)
JAN/04A X FEV/04A	0,106	8,6	
JAN/04A X FEV/04B	0,258	0,6	<i>K. schubartii</i> (17,18%), <i>E. mactroides</i> (12,91%), <i>L. acuta</i> (12,72%)
JAN/04A X MAR/04A	0,853	0,1	<i>L. acuta</i> (20,64%), <i>K. schubartii</i> (19,55%), <i>H. similis</i> (15,02%)
JAN/04A X MAR/04B	0,91	0,1	<i>L. acuta</i> (26,26%), <i>K. schubartii</i> (22,62%), <i>M. petterseni</i> (9,23%)
JAN/04B X FEV/04A	0,382	0,1	<i>H. australis</i> (21,09%), <i>E. mactroides</i> (17,72%), <i>D. sympterigiae</i> (15,97%)
JAN/04B X FEV/04B	0,227	0,2	<i>K. schubartii</i> (16,64%), <i>H. australis</i> (15,39%), <i>D. sympterigiae</i> (13,69%)
JAN/04B X MAR/04A	0,907	0,1	<i>K. schubartii</i> (19,9%), <i>L. acuta</i> (18,07%), <i>H. australis</i> (1,84%)
JAN/04B X MAR/04B	0,924	0,1	<i>K. schubartii</i> (27,11%), <i>L. acuta</i> (26,56%), <i>M. petterseni</i> (9,98%)
FEV/04A X FEV/04B	0,179	2,3	<i>K. schubartii</i> (19,98%), <i>E. mactroides</i> (15,46%), <i>H. australis</i> (15,02%)
FEV/04A X MAR/04A	0,654	0,1	<i>K. schubartii</i> (23,46%), <i>L. acuta</i> (23,27%), <i>H. similis</i> (18,4%)
FEV/04A X MAR/04B	0,861	0,1	<i>L. acuta</i> (27,65%), <i>K. schubartii</i> (23,21%), <i>H. australis</i> (12,14%)
FEV/04B X MAR/04A	0,358	0,2	<i>K. schubartii</i> (22,9%), <i>H. similis</i> (16,03%), <i>L. acuta</i> (15,91%)
FEV/04B X MAR/04B	0,402	0,4	<i>K. schubartii</i> (26,38%), <i>L. acuta</i> (21,88%), <i>M. petterseni</i> (11,95%)
MAR/04A X MAR/04B	0,456	0,1	<i>H. similis</i> (20,95%), <i>H. australis</i> (17,73%), <i>K. schubartii</i> (13,96%)

Tabela 16. Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do outono/04.

FONTES DE VARIAÇÃO OUTONO/04	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade Bray-Curtis)
	R	p (%)	
GLOBAL	0,348	0,1	
ABR/04A X ABR/04B	0,314	0,4	<i>E. mactroides</i> (35,32%), <i>K. schubartii</i> (18,29%), <i>H. australis</i> (8,41%)
ABR/04A X MAI/04A	0,182	3,2	<i>M. petterseni</i> (22,45%), <i>K. schubartii</i> (19,08%), <i>L. acuta</i> (12,98%)
ABR/04A X MAI/04B	0,34	0,2	<i>E. mactroides</i> (29,73%), <i>K. schubartii</i> (15,8%), <i>L. acuta</i> (11,3%)
ABR/04A X JUN/04A	0,084	13,2	
ABR/04A X JUN/04B	0,573	0,1	<i>E. mactroides</i> (31,29%), <i>K. schubartii</i> (18,54%), <i>L. acuta</i> (13,05%)
ABR/04B X MAI/04A	0,666	0,2	<i>E. mactroides</i> (26,93%), <i>M. petterseni</i> (18,75%), <i>K. schubartii</i> (16,95%)
ABR/04B X MAI/04B	-0,028	54	
ABR/04B X JUN/04A	0,469	0,1	<i>E. mactroides</i> (35,44%), <i>K. schubartii</i> (16,38%), <i>L. acuta</i> (11,84%)
ABR/04B X JUN/04B	0,287	1,4	<i>E. mactroides</i> (24,29%), <i>K. schubartii</i> (20,41%), <i>L. acuta</i> (14,79%)
MAI/04A X MAI/04B	0,54	0,1	<i>E. mactroides</i> (25,11%), <i>M. petterseni</i> (19,38%), <i>K. schubartii</i> (13,83%)
MAI/04A X JUN/04A	0,166	3,3	<i>M. petterseni</i> (21,13%), <i>K. schubartii</i> (16,12%), <i>H. australis</i> (13,36%)
MAI/04A X JUN/04B	0,649	0,2	<i>E. mactroides</i> (26,98%), <i>K. schubartii</i> (23,83%), <i>M. petterseni</i> (13,83%)
MAI/04B X JUN/04A	0,369	0,2	<i>E. mactroides</i> (32,67%), <i>K. schubartii</i> (13,95%), <i>H. similis</i> (13,69%)
MAI/04B X JUN/04B	0,152	5	<i>K. schubartii</i> (23,6%), <i>E. mactroides</i> (21,7%), <i>M. petterseni</i> (12,74%)
JUN/04A X JUN/04B	0,5	0,1	<i>E. mactroides</i> (35,42%), <i>K. schubartii</i> (21,97%), <i>M. petterseni</i> (10,68%)

Tabela 17. Resultados dos testes estatísticos ANOSIM e SIMPER para as interações entre os meses do inverno/04.

FONTES DE VARIAÇÃO INVERNO/04	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade Bray-Curtis)
	R	p (%)	
GLOBAL	0,41	0,1	
JUL/04A X JUL/04B	0,538	0,1	<i>E. mactroides</i> (40,62%), <i>K. schubartii</i> (15,12%), <i>H. similis</i> (8,66%)
JUL/04A X AGO/04A	0,056	16,6	
JUL/04A X AGO/04B	0,654	0,1	<i>E. mactroides</i> (42,17%), <i>K. schubartii</i> (13,85%), <i>H. australis</i> (8,78%)
JUL/04A X SET/04A	0,212	1,6	<i>K. schubartii</i> (18,31%), <i>E. mactroides</i> (17,3%), <i>L. acuta</i> (11,56%)
JUL/04A X SET/04B	0,782	0,1	<i>E. mactroides</i> (45,79%), <i>K. schubartii</i> (13,01%), <i>H. australis</i> (8,85%)
JUL/04B X AGO/04A	0,518	0,1	<i>E. mactroides</i> (34,64%), <i>K. schubartii</i> (20,4%), <i>L. acuta</i> (11,47%)
JUL/04B X AGO/04B	-0,0107	96,8	
JUL/04B X SET/04A	0,558	0,1	<i>E. mactroides</i> (30,37%), <i>K. schubartii</i> (22,54%), <i>L. acuta</i> (9,13%)
JUL/04B X SET/04B	-0,021	51,6	
AGO/04A X AGO/04B	0,655	0,1	<i>E. mactroides</i> (36,22%), <i>K. schubartii</i> (19,25%), <i>L. acuta</i> (9,14%)
AGO/04A X SET/04A	-0,001	42,4	
AGO/04A X SET/04B	0,824	0,1	<i>E. mactroides</i> (38,67%), <i>K. schubartii</i> (17,66%), <i>L. acuta</i> (11,37%)
AGO/04B X SET/04A	0,689	0,1	<i>E. mactroides</i> (31,93%), <i>K. schubartii</i> (21,18%), <i>L. acuta</i> (8,21%)
AGO/04B X SET/04B	-0,067	77,6	
SET/04A X SET/04B	0,835	0,1	<i>E. mactroides</i> (3,4%), <i>K. schubartii</i> (20,4%), <i>L. acuta</i> (9,35%)

Tabela 18. Resultados da Análise de Correlação Canônica (ACC) e Teste de Permutação de Montecarlo aplicada às variáveis ambientais com maior influência significativa sobre a fauna.

FONTES DE VARIAÇÃO	PERMUTAÇÕES	F (Fischer)	$\alpha = 0,05$
Salinidade	499	9,004	0,002
Temperatura	499	4,239	0,002
Nível Médio da Lagoa (NML)	499	4,271	0,004
Finos (silte + argila)	499	2,943	0,016

FIGURAS

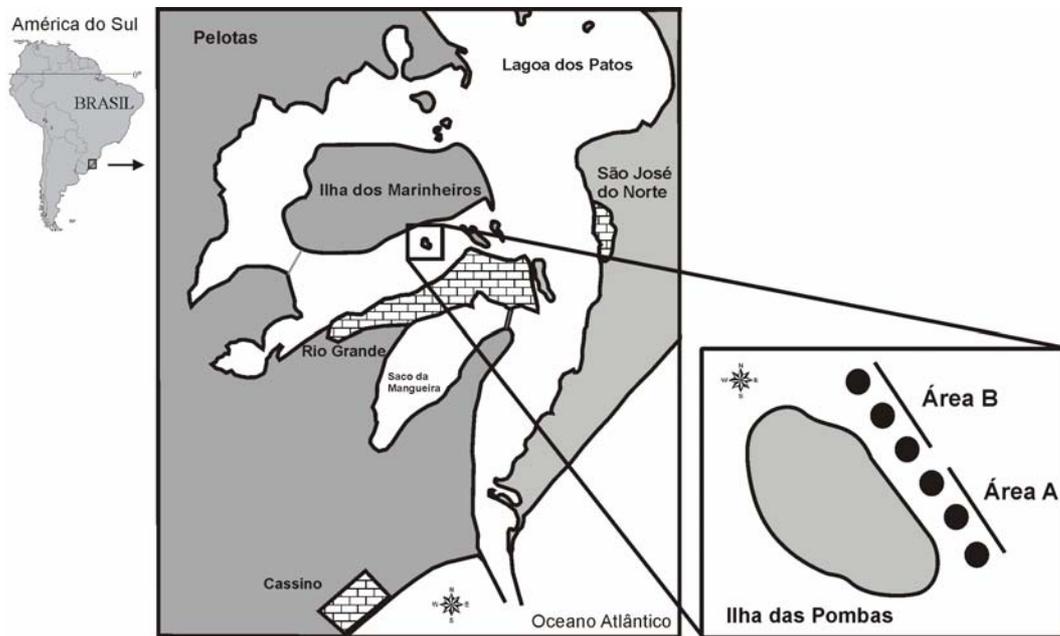


Figura 01. Mapa da região estuarina da Lagoa dos Patos, com detalhe para as áreas amostrais.

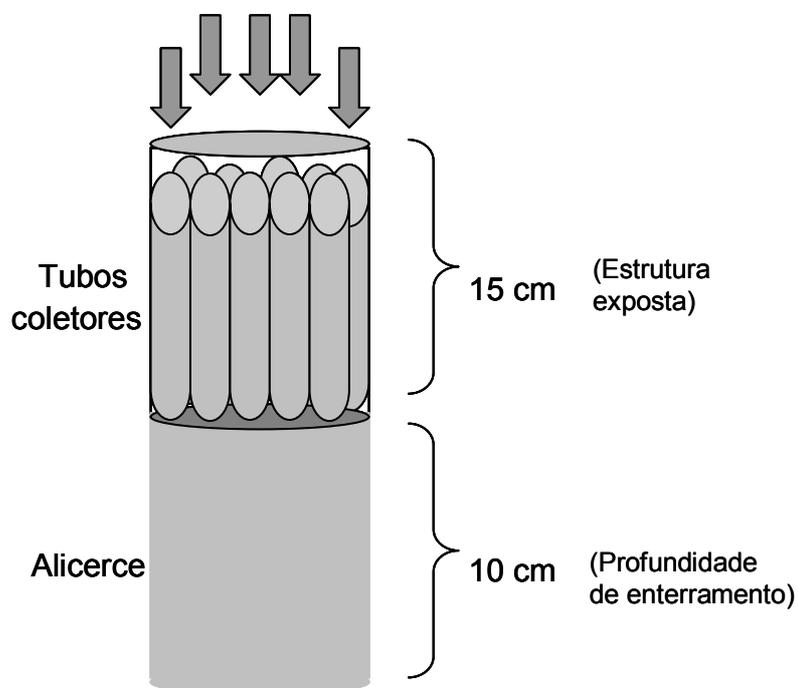


Figura 02. Esboço da armadilha para deposição de sedimentos P.I.T (Particle Interceptor Trap).

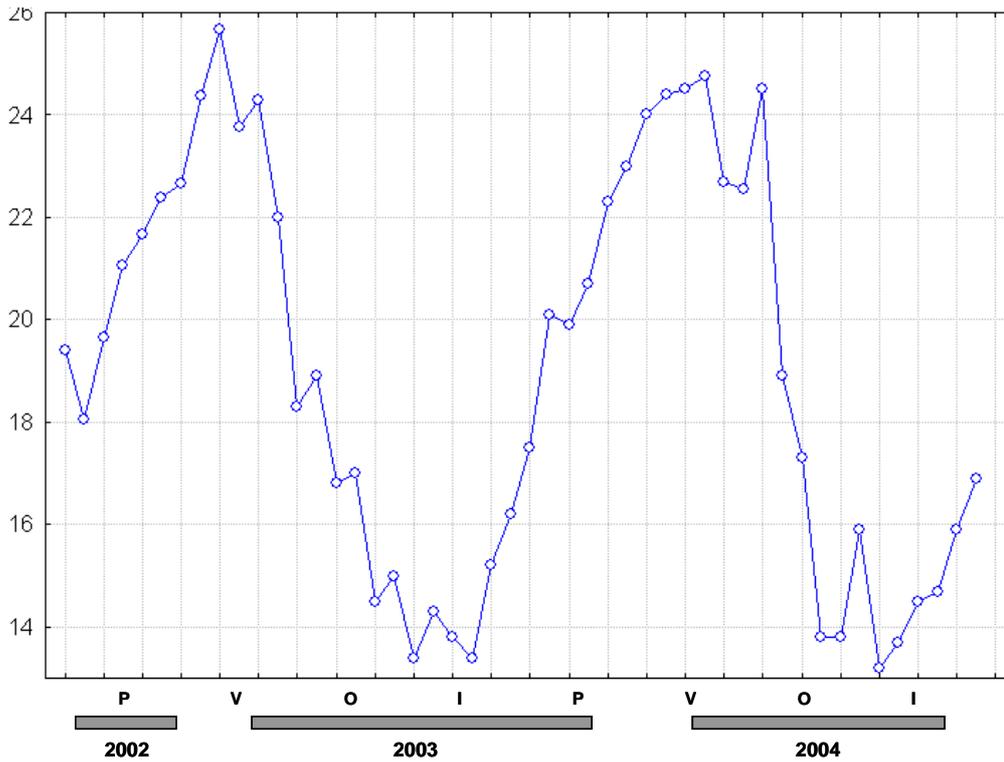


Figura 03. Médias quinzenais de temperatura (°C) d'água durante o período de estudo.

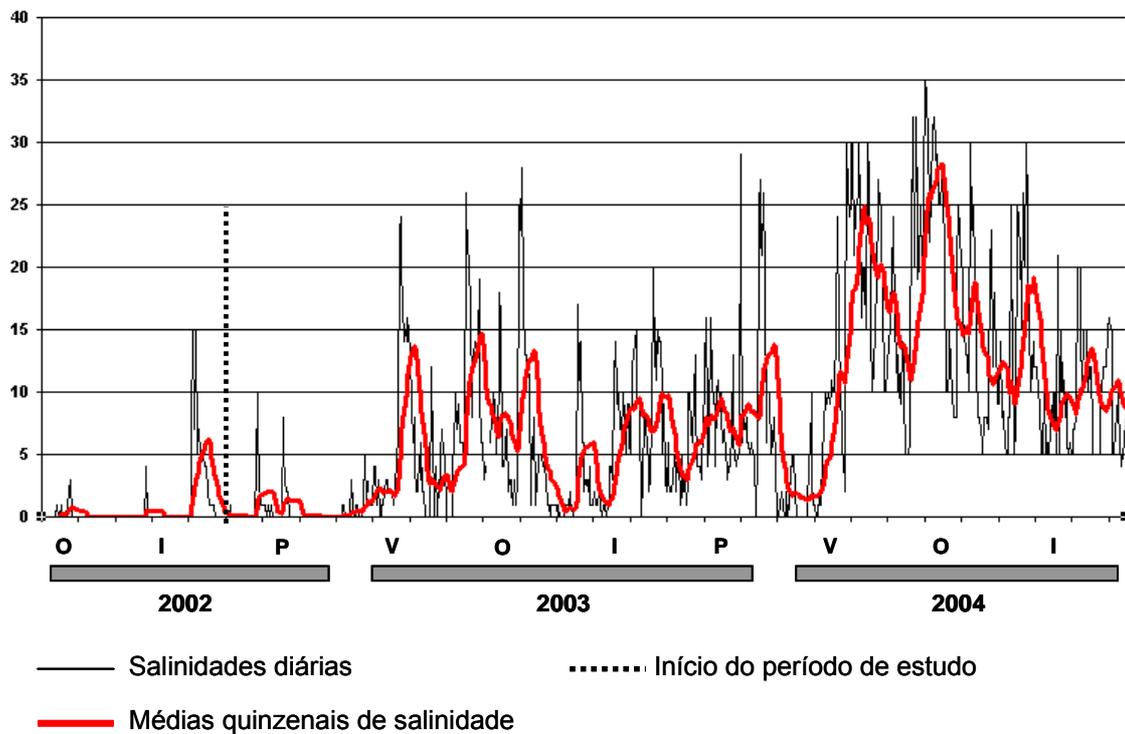


Figura 04. Valores de salinidade diárias e médias quinzenais durante o período de estudo.

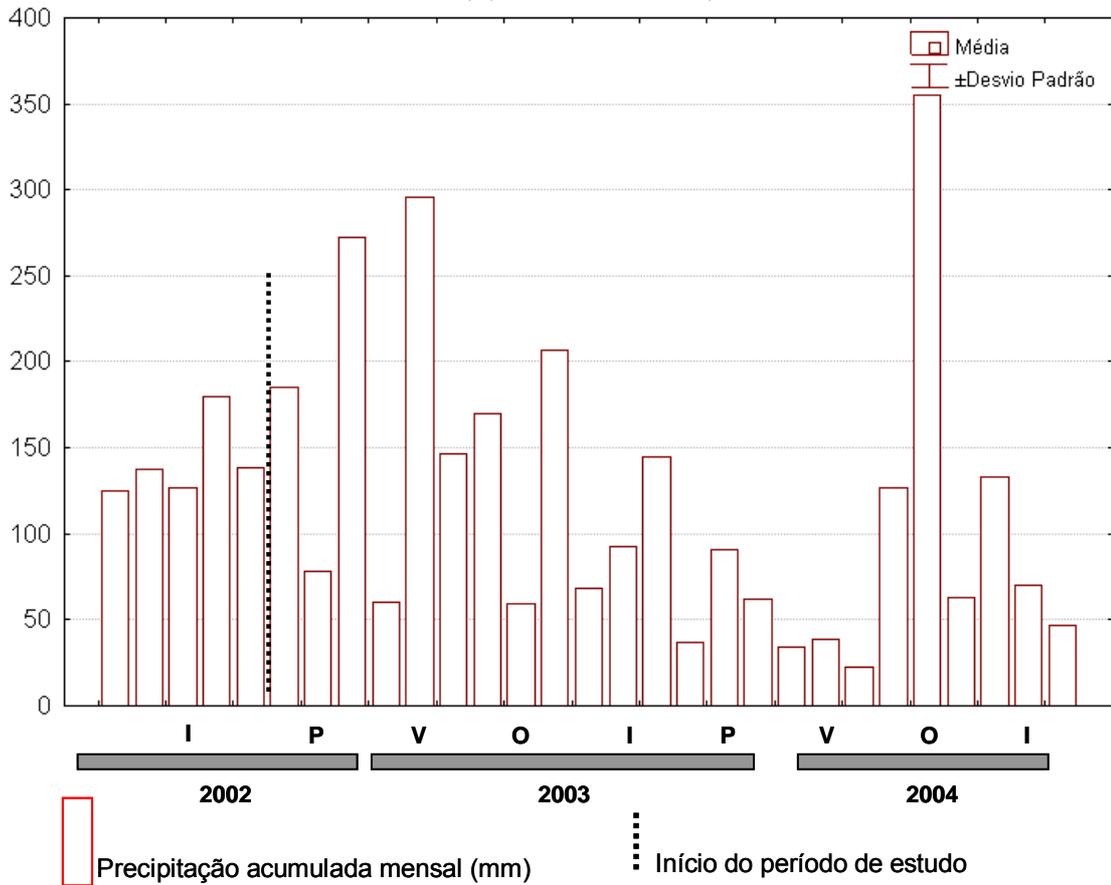


Figura 05. Valores de precipitação mensal acumulada (mm) durante o período de estudo.

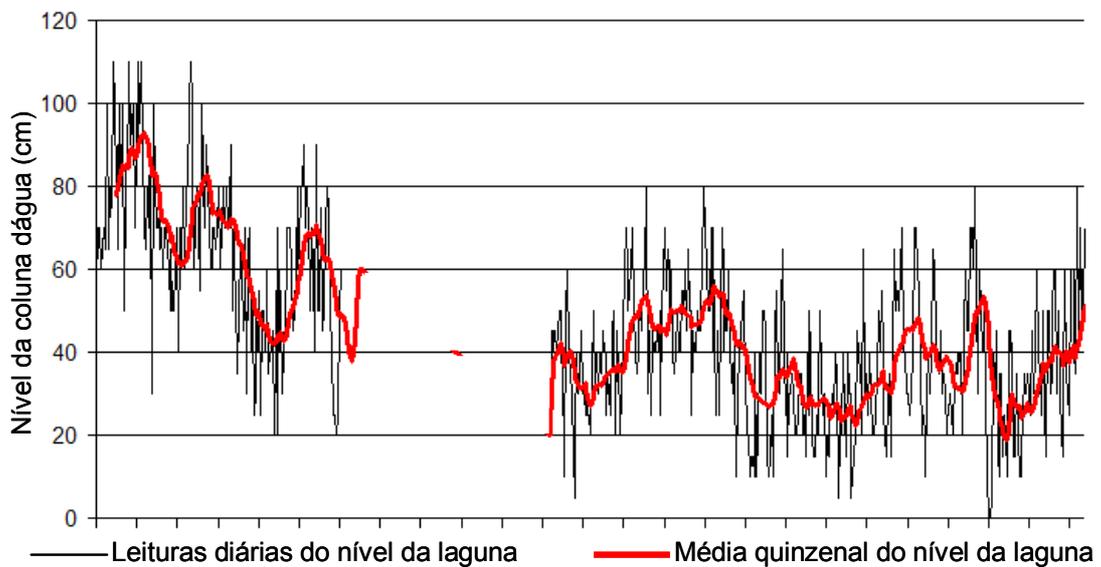


Figura 06. Nível médio da coluna d'água da laguna durante o período de estudo.

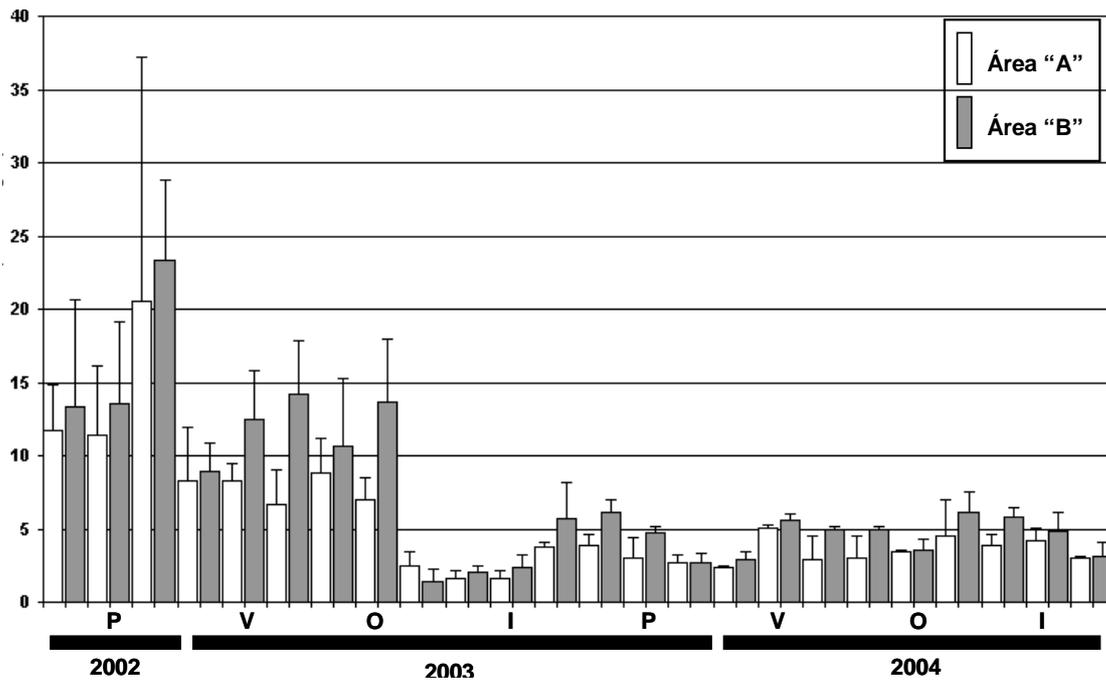


Figura 07. Percentual de sedimentos finos (silte + argila) nas Áreas "A" e "B" durante cada mês durante o período de estudo.

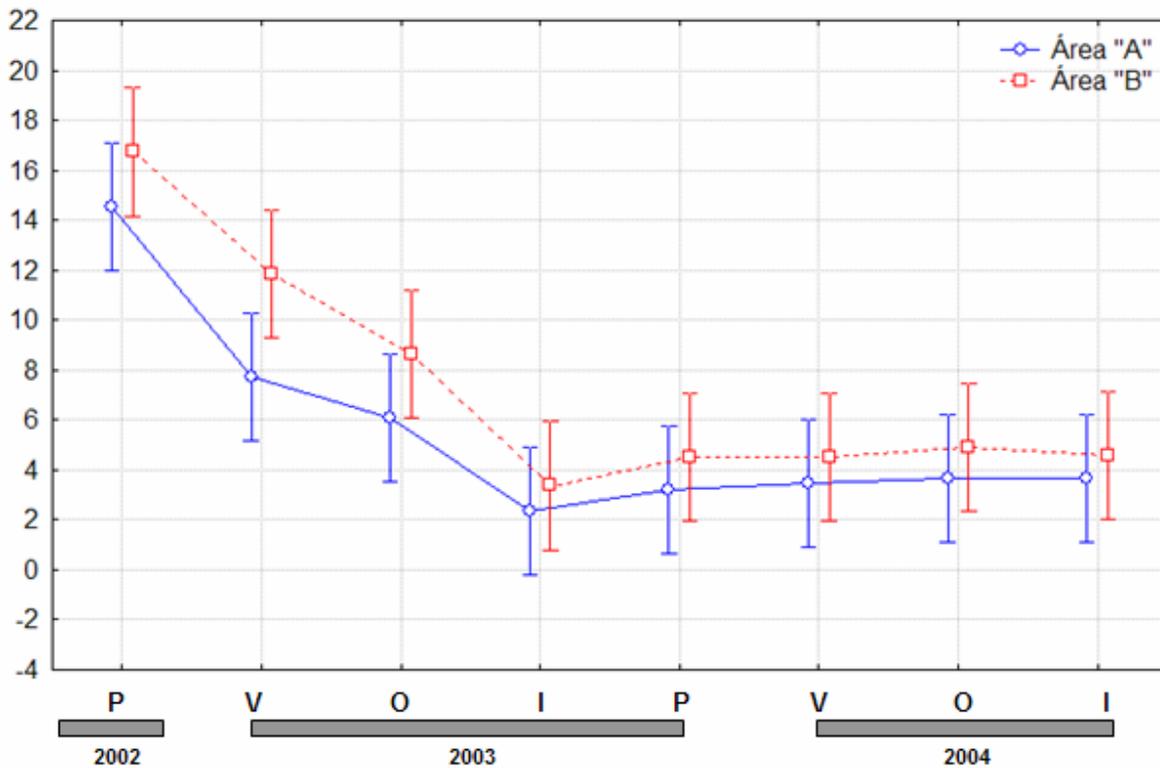


Figura 08. Percentual de sedimentos finos (silte + argila) nas Áreas "A" e "B" durante o período de estudo.

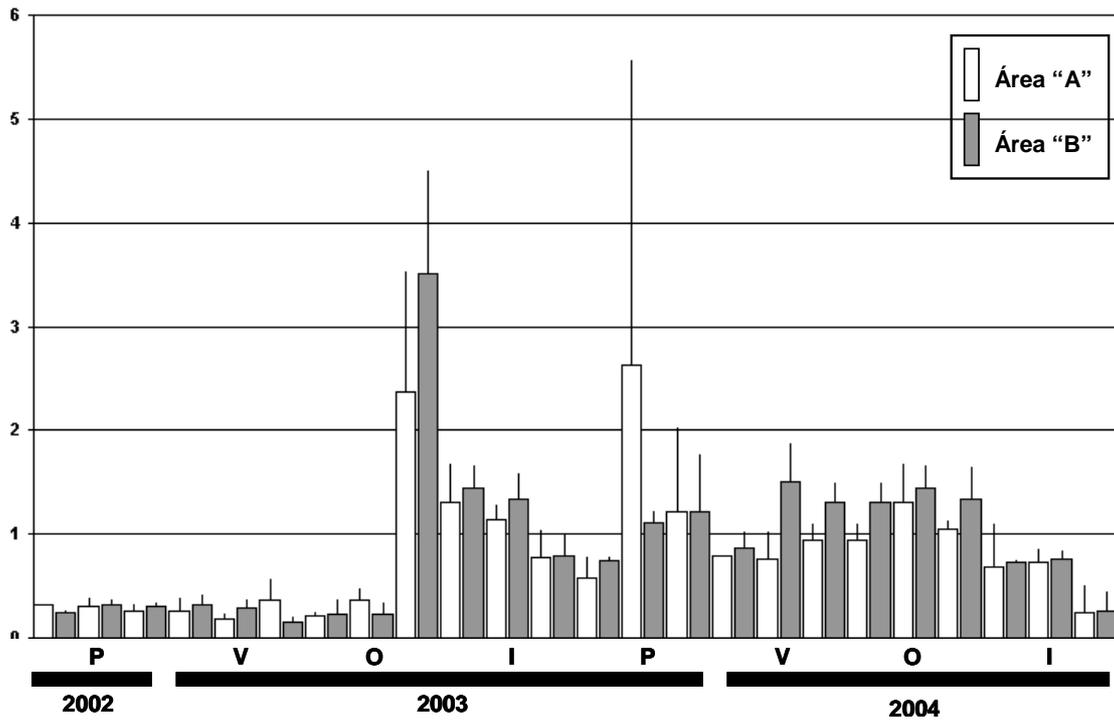


Figura 09. Percentual de matéria orgânica do sedimento nas Áreas “A” e “B” durante cada mês durante o período de estudo.

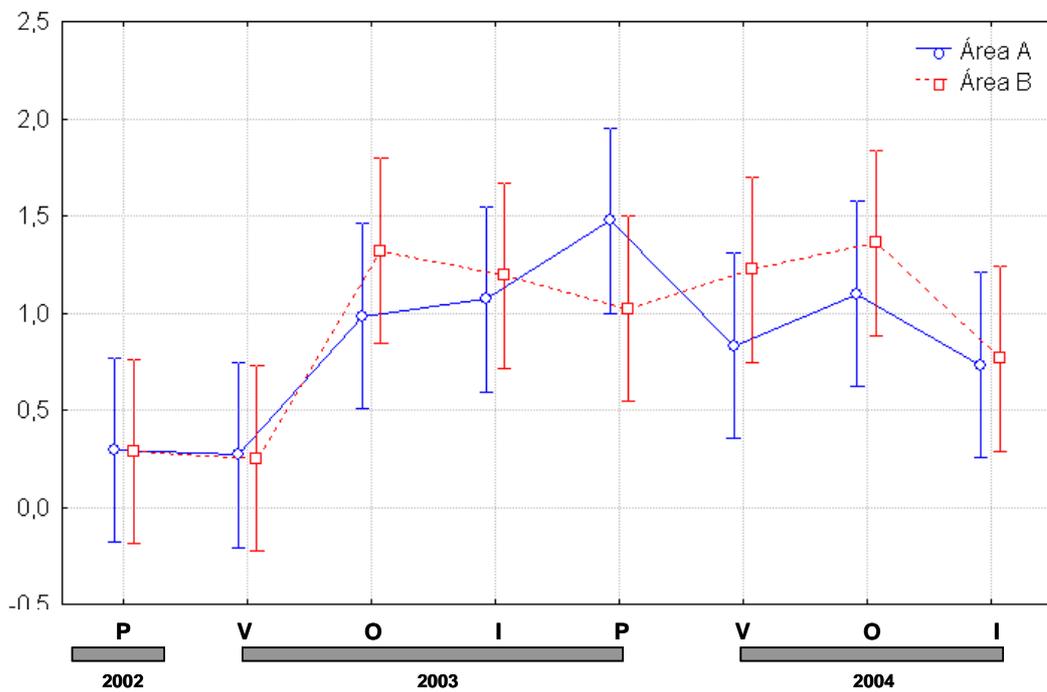


Figura 10. Percentual de matéria orgânica do sedimento nas Áreas “A” e “B” durante as estações do ano (períodos).

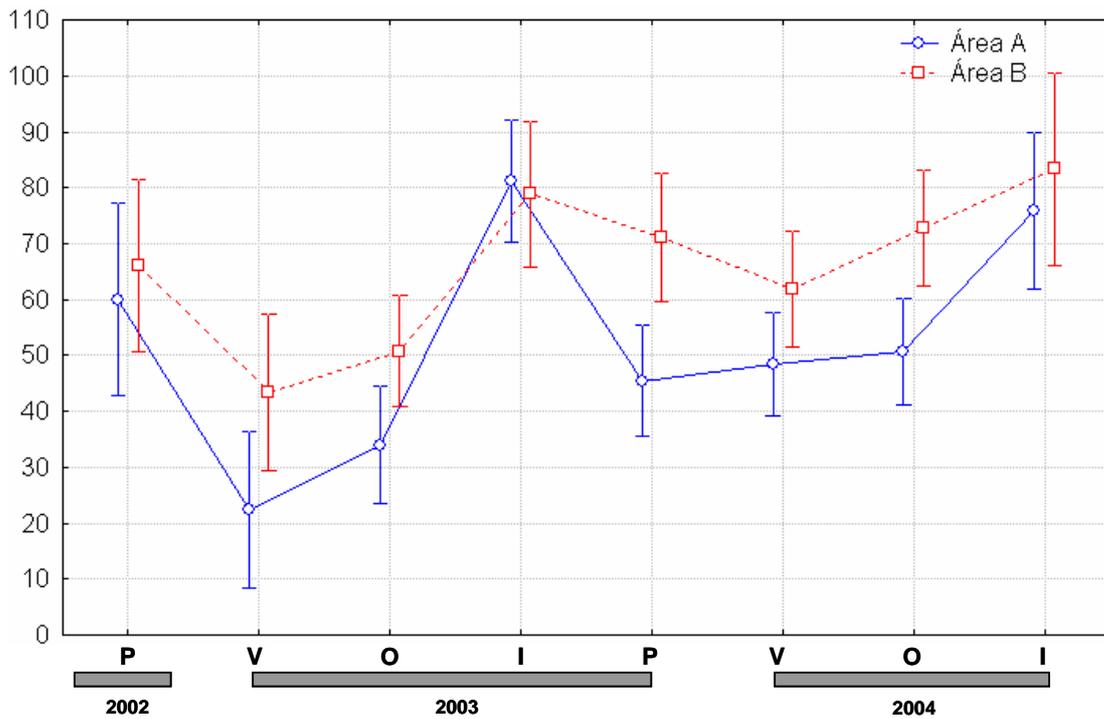


Figura 11. Percentual de sedimentos finos (silte + argila) no material dos experimentos deposição durante o período de estudo.

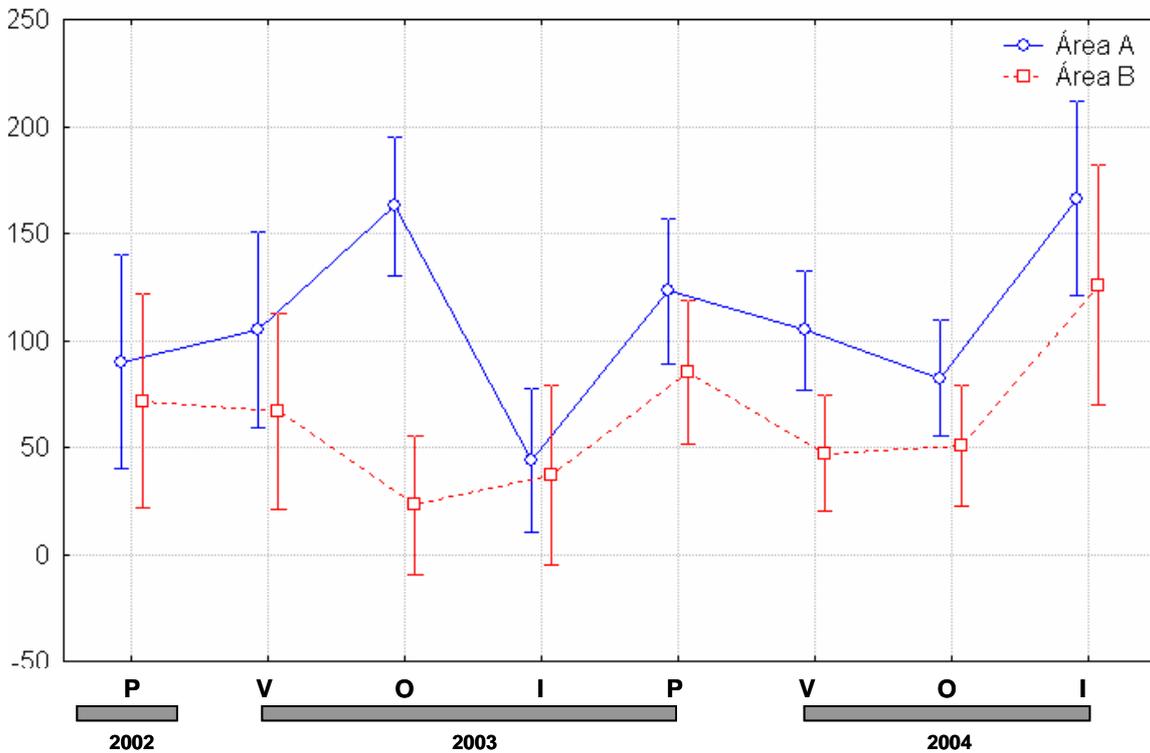


Figura 12. Peso dos sedimentos (g) do material dos experimentos deposição durante o período de estudo.

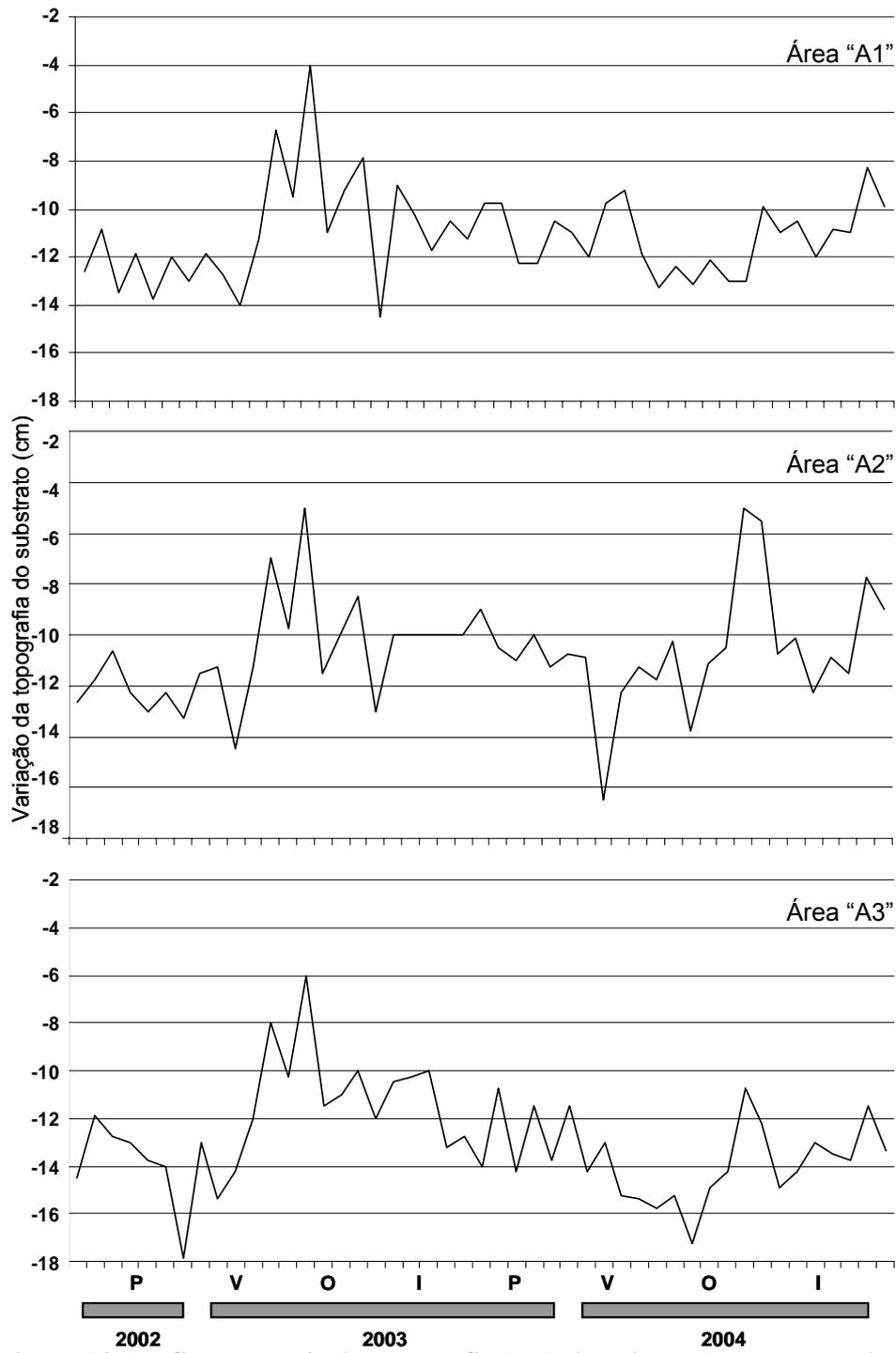


Figura 13. Perfis temporais da topografia (cm) do substrato nos pontos da Área "A".

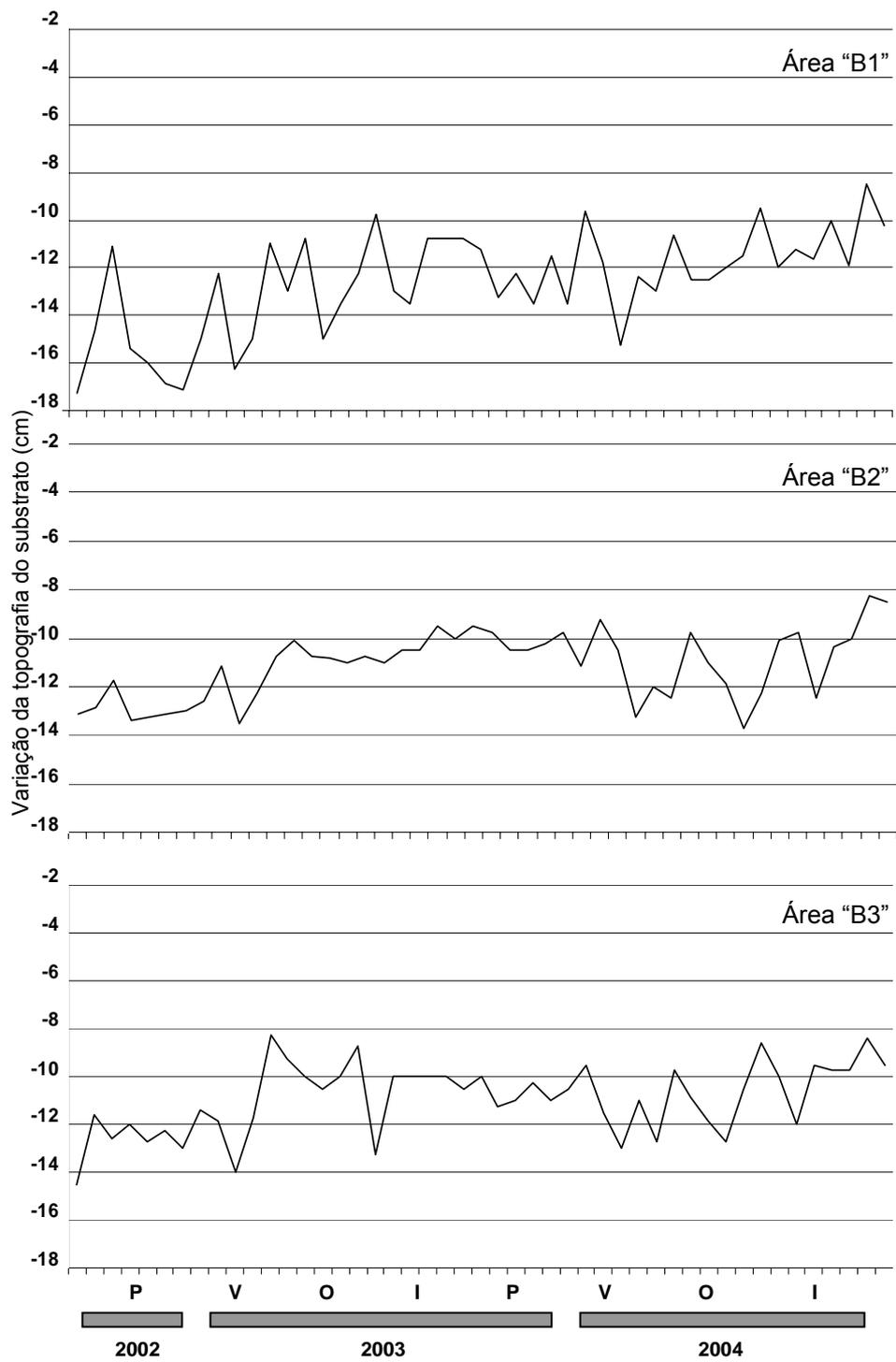


Figura 14. Perfis temporais da topografia (cm) do substrato nos pontos da Área "B".

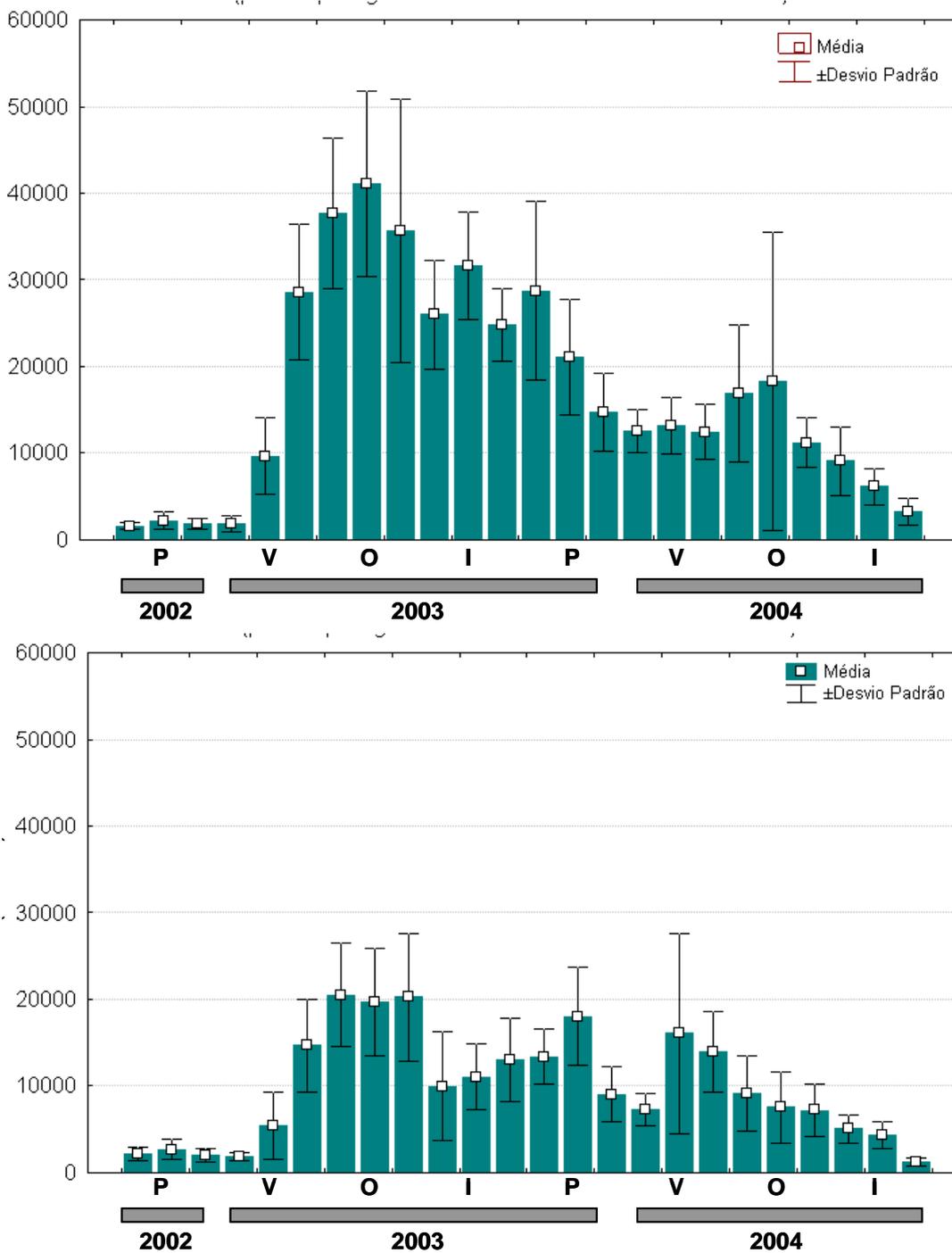


Figura 15. Densidades médias (Ind.m⁻²) e desvios padrão da macrofauna bentônica durante os períodos de estudo.

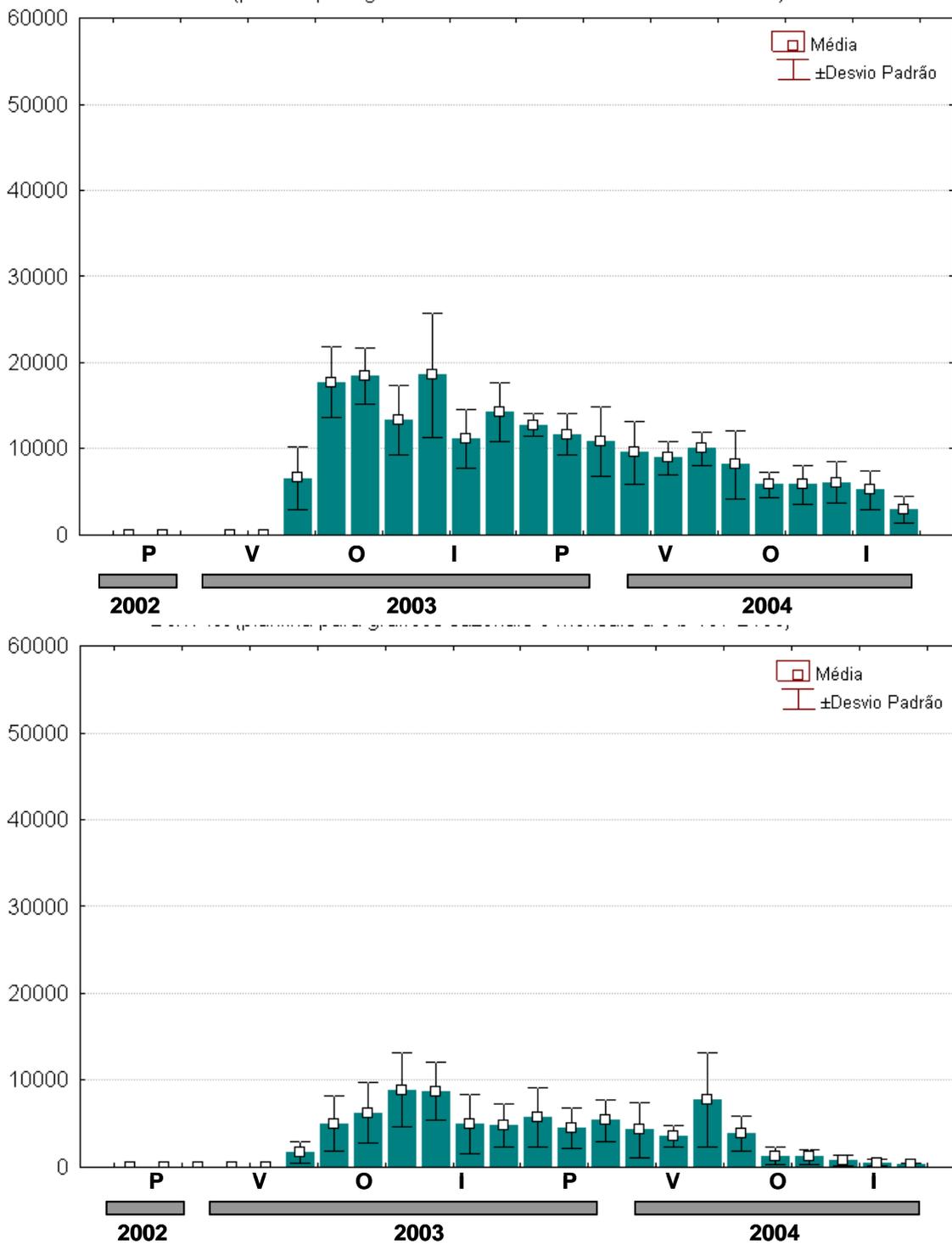


Fig. 16. Densidades médias (Ind.m⁻²) e desvios padrão de *Erodona mactroides* durante os períodos de estudo.

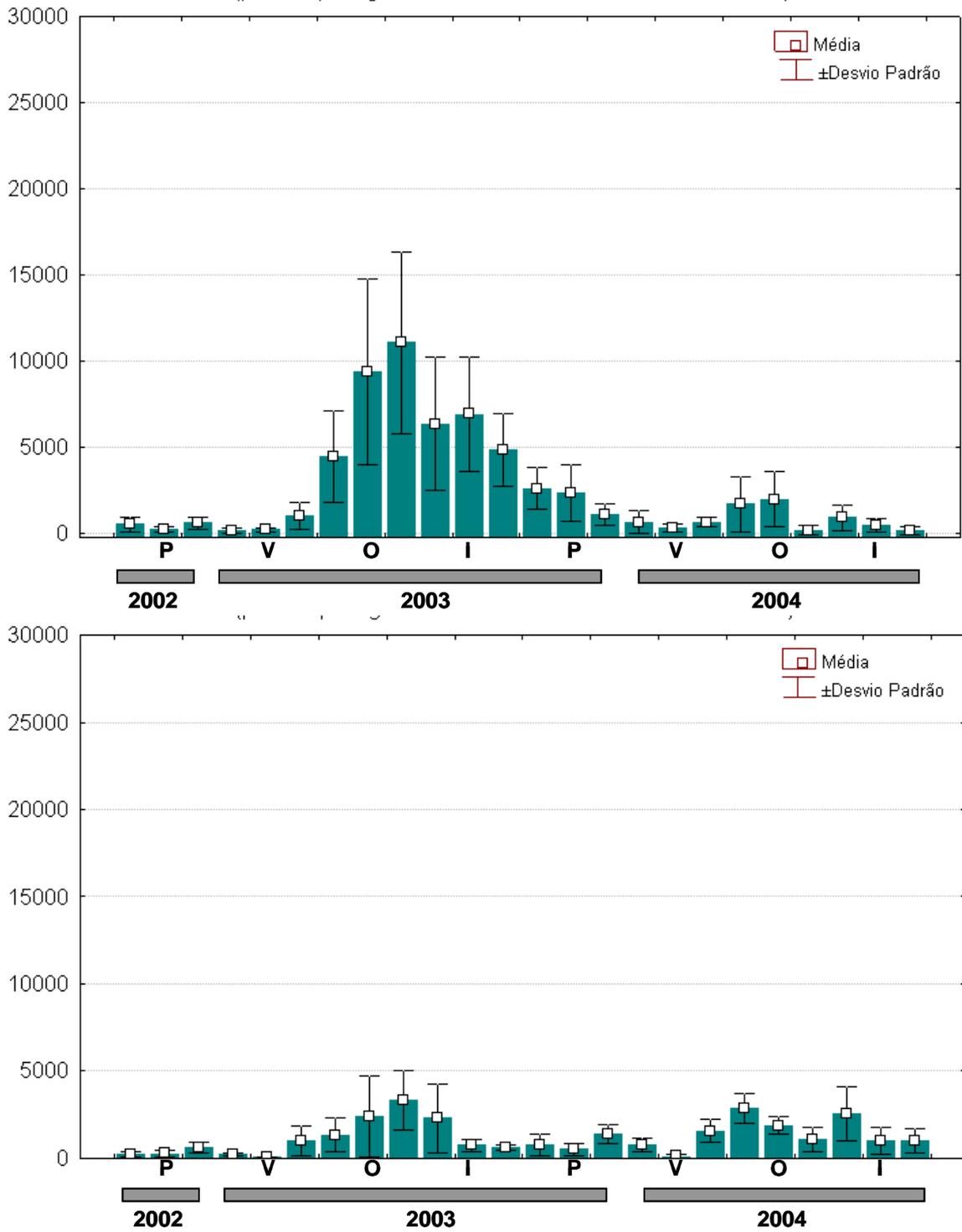


Figura 17. Densidades médias (Ind.m⁻²) e desvios padrão de *Kalliapseudes schubartii* durante os períodos de estudo.

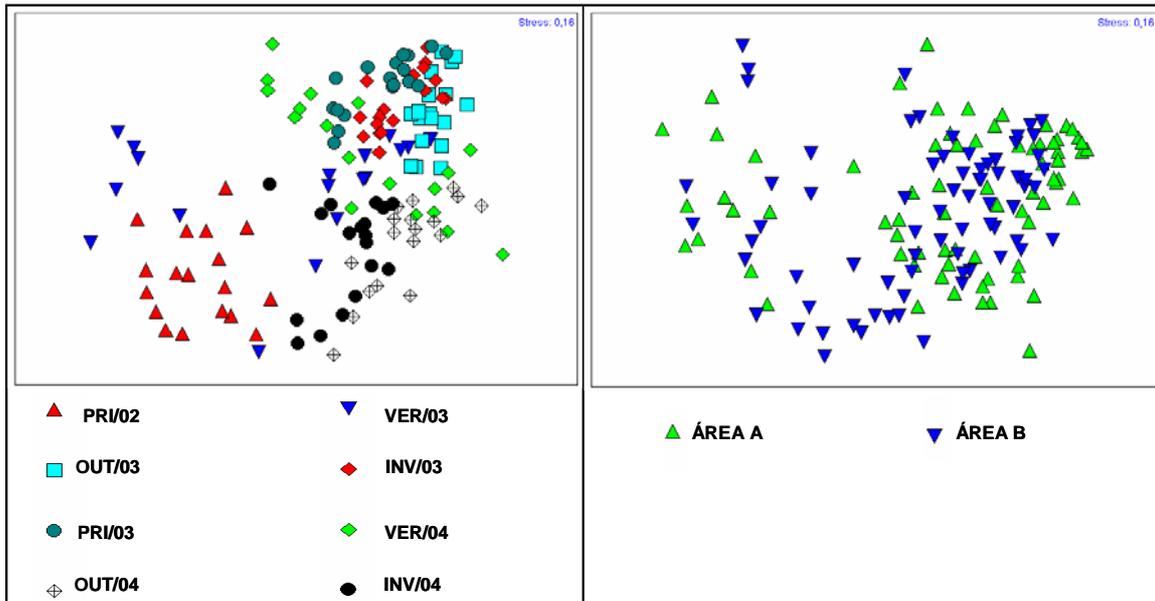


Figura 18. Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS – Multi Dimensional Scale) entre os períodos (a) e as áreas (b) dos dados da macrofauna bentônica.

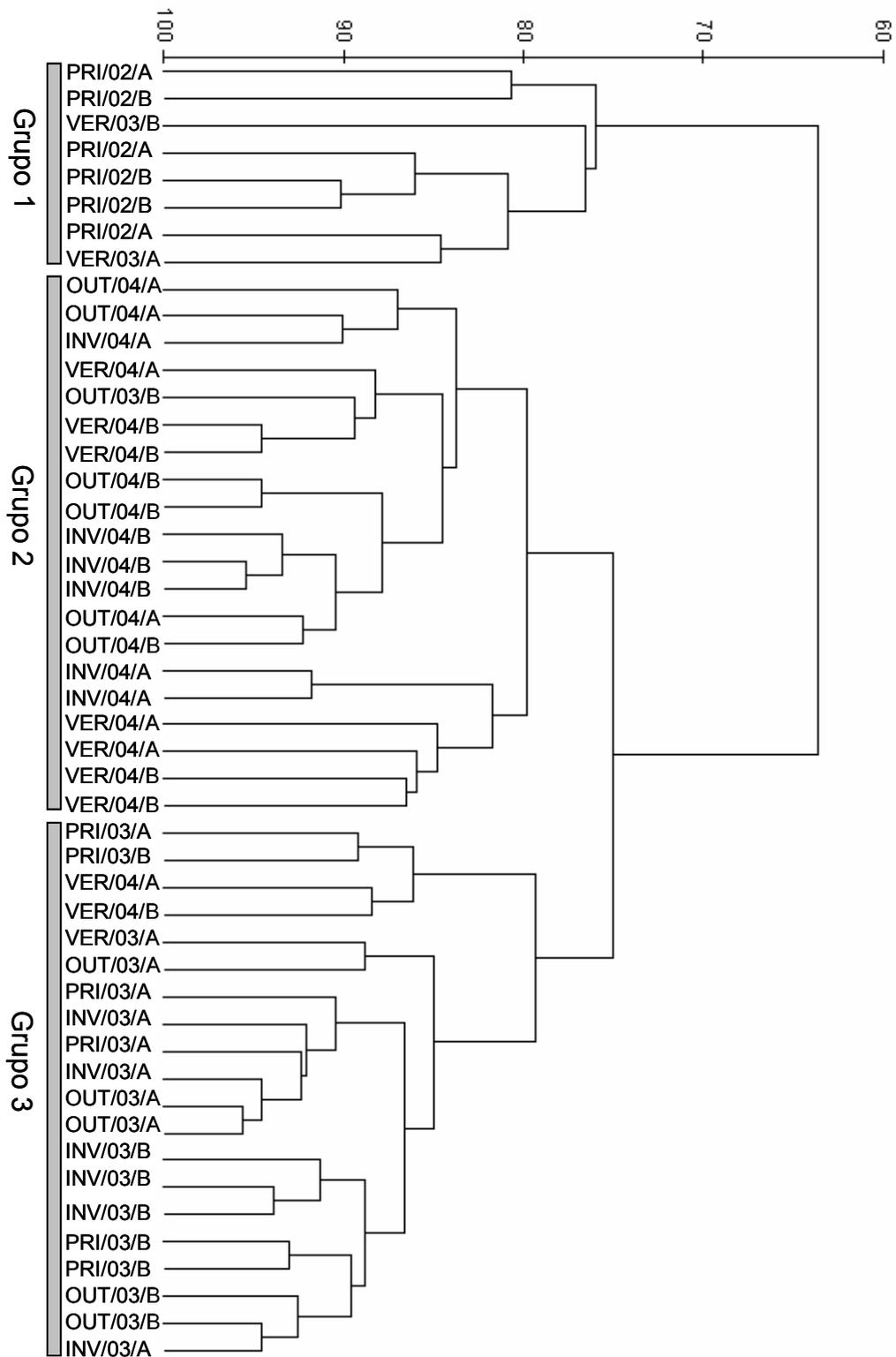


Figura 19. Análise de Classificação (Cluster) entre os períodos e as áreas para os dados da macrofauna bentônica.

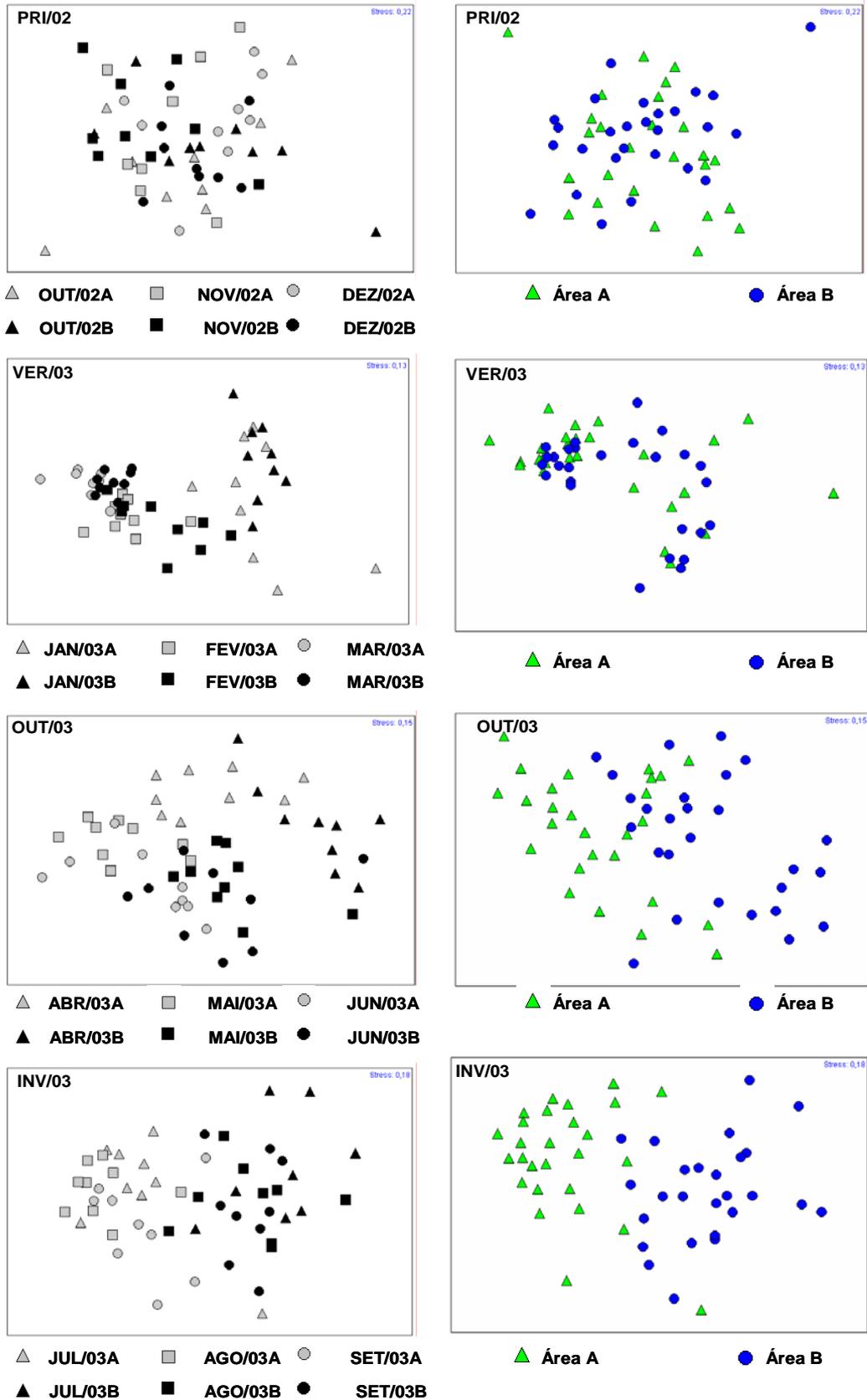


Fig. 20. Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS – Multi Dimensional Scaling) entre os meses de cada período (estação do ano) para a Primavera/02, Verão/03, Outono/03 e Inverno/03.

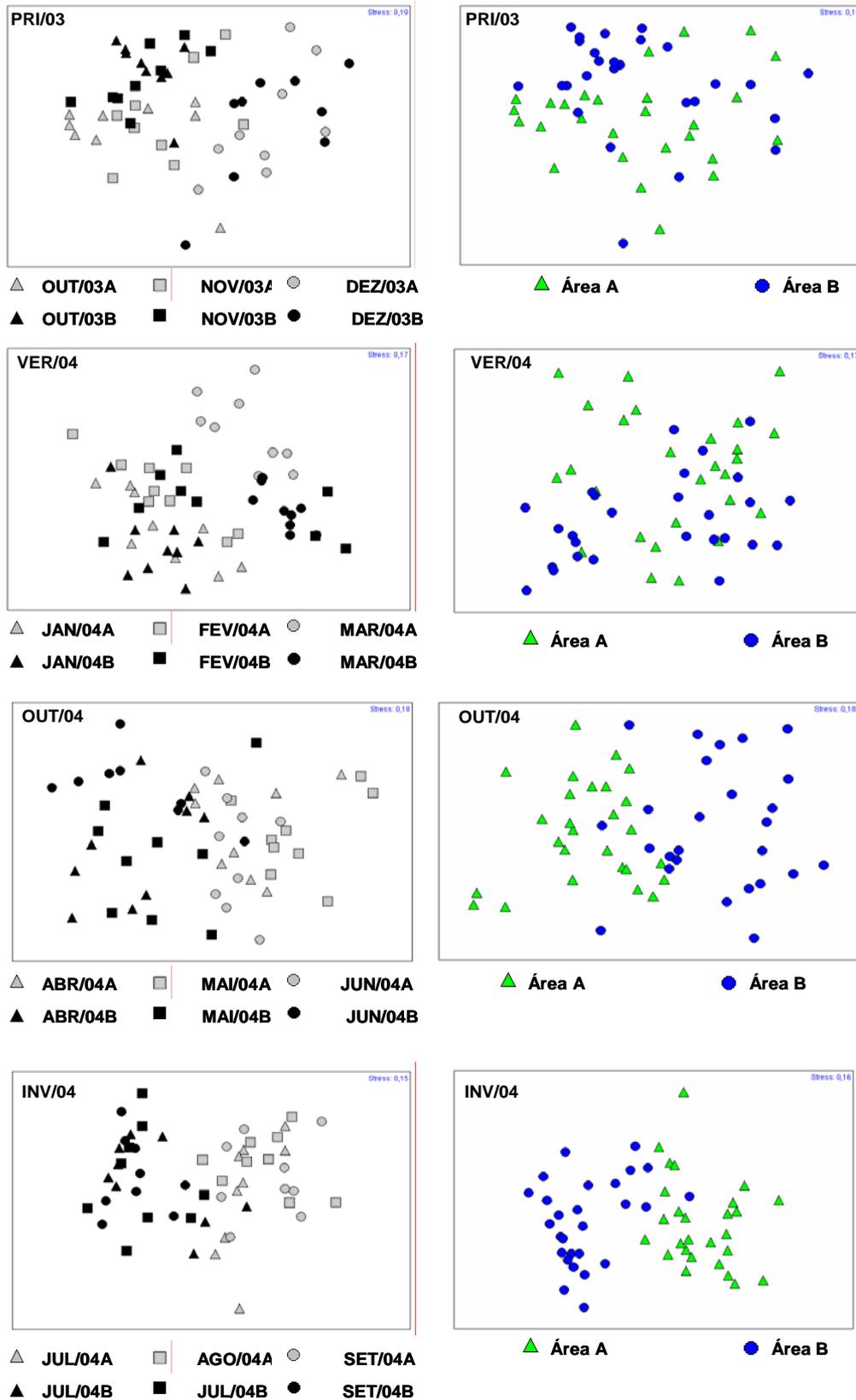


Fig. 21. Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS – Multi Dimensional Scaling) entre os meses de cada período (estação do ano) para a Primavera/03, Verão/04, Outono/04 e Inverno/04.

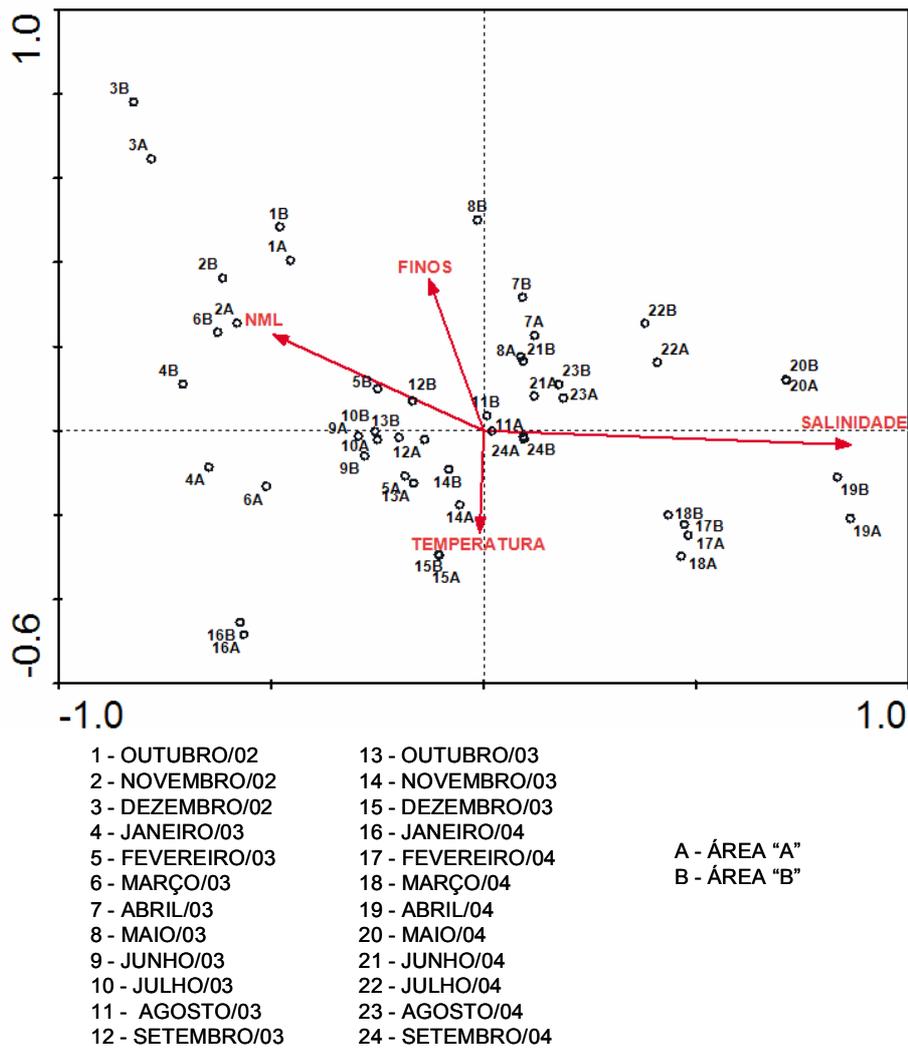


Figura 22. Representação bidimensional dos resultados da Análise de Correlação Canônica (ACC) das amostras biológicas com referência aos principais parâmetros ambientais com influência significativa sobre a macrofauna.

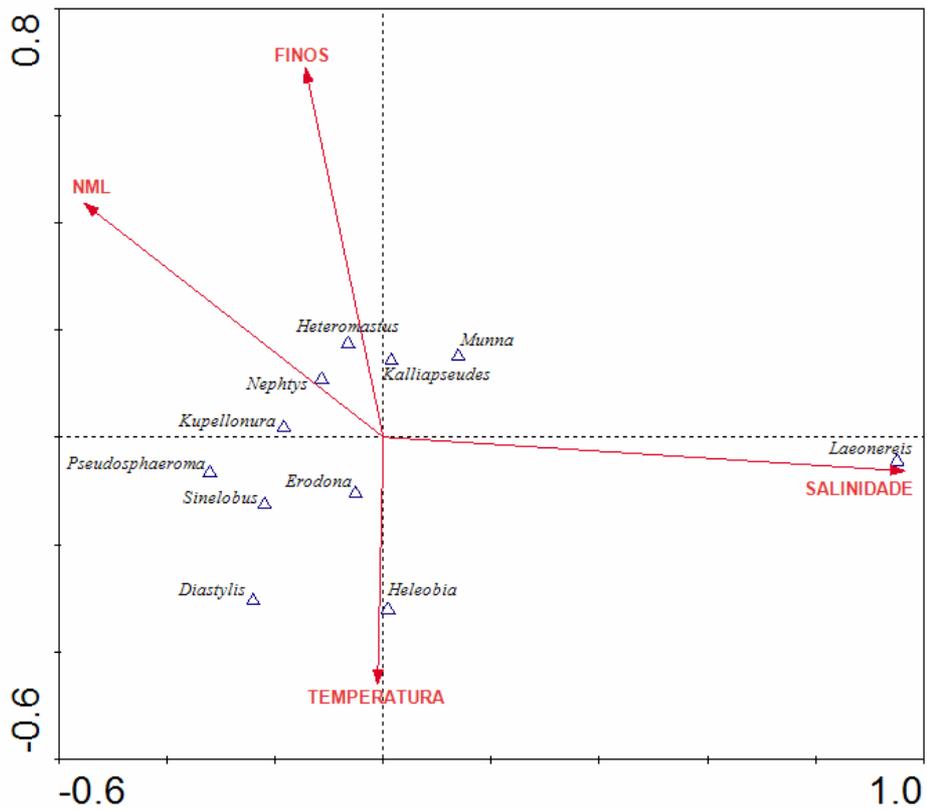


Figura 23. Representação bidimensional dos resultados da Análise de Correlação Canônica (ACC) das espécies com referência aos principais parâmetros ambientais com influência significativa sobre a macrofauna.