

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

Dissertação de Mestrado

**VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA
MACROFAUNA BENTÔNICA NO INFRALITORAL DO
ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS E NA REGIÃO
MARINHA ADJACENTE, EXTREMO SUL DO BRASIL**

RAPHAEL MATHIAS PINOTTI

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

Orientador: Dr. Carlos Emílio Bemvenuti

**RIO GRANDE
Fevereiro de 2010**

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	Pg. I
Lista de Figuras	Pg. II
Lista de Tabelas	Pg. VII
RESUMO	Pg. 1
ABSTRACT	Pg. 3
INTRODUÇÃO GERAL	Pg. 5

CAPÍTULO I: VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DO MACROZOOBENTOS NO INFRALITORAL DA REGIÃO ESTUARINA DA LAGOA DOS PATOS, RS, BRASIL

Pg. 8

INTRODUÇÃO	Pg. 9
MATERIAL E MÉTODOS	Pg. 13
1. Área de Estudo e Desenho Amostral	Pg. 13
2. Amostragem Macrozoobentônica	Pg. 13
3. Fatores Abióticos	Pg. 14
3.1. Variáveis Ambientais	Pg. 14
3.2. Dragagens	Pg. 15
4. Análise dos Dados	Pg. 16
4.1. Variáveis Ambientais	Pg. 17
4.2. Macrofauna Bentônica	Pg. 17
4.3. Variação Espaço-Temporal da Macrofauna	Pg. 18
4.4. Relação entre a Macrofauna Bentônica e os Fatores Abióticos	Pg. 19
4.5. Avaliação do Efeito das Dragagens	Pg. 20
RESULTADOS	Pg. 22
1. Variáveis Ambientais	Pg. 22
2. Biomassa Vegetal	Pg. 24
3. Composição, Densidade e Diversidade Bentônica	Pg. 24
4. Variação Espaço-Temporal das Associações Bentônicas	Pg. 27
4.1. Variação Espacial da Macrofauna Bentônica e a Formação de Setores.....	Pg. 27
4.2. Variação Temporal da Macrofauna Bentônica	Pg. 29
4.2.1. Variação Sazonal Intra-anual dos Setores	Pg. 29
4.2.2. Variação Sazonal Interanual dos Setores	Pg. 30
4.2.3. Variação Interanual dos Setores	Pg. 31
5. Relações entre os Fatores Abióticos e a Macrofauna Bentônica	Pg. 32
6. A Ocorrência de Dragagens	Pg. 35
DISCUSSÃO	Pg. 38

CAPÍTULO II: O EFEITO DO DESCARTE DE SEDIMENTOS DRAGADOS SOBRE O MACROZOOBENTOS DE FUNDOS INCONSOLIDADOS NA REGIÃO MARINHA ADJACENTE À LAGOA DOS PATOS, RS, BRASIL.....

Pg. 50

INTRODUÇÃO	Pg. 51
MATERIAL E MÉTODOS	Pg. 53
1. Área de Estudo e Desenho Amostral	Pg. 53
2. Amostragem Macrobentônica	Pg. 54

3. Fatores Abióticos	Pg. 55
3.1. Variáveis Ambientais	Pg. 55
3.2. Descartes de Material Dragado	Pg. 55
4. Análise dos Dados	Pg. 56
4.1. Granulometria	Pg. 56
4.2. Macrofauna Bentônica	Pg. 57
4.3. Avaliação do Impacto dos Descartes	Pg. 58
RESULTADOS	Pg. 60
1. Variáveis Ambientais	Pg. 60
2. Composição, Densidade e Diversidade Bentônica	Pg. 62
3. Os Descartes do Material Dragado	Pg. 64
4. Variação Espacial da Macrofauna	Pg. 65
5. Variação Temporal da Macrofauna	Pg. 65
6. Variação Espaço-Temporal de algumas Espécies da Macrofauna	Pg. 67
DISCUSSÃO	Pg. 70
CONCLUSÕES	Pg. 78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Pg. 79
FIGURAS	Pg. 90
TABELAS	Pg. 125

AGRADECIMENTOS

A minha família, pelo incentivo e compreensão, muito importantes para a conclusão de mais esta etapa em minha vida acadêmica / científica.

Ao Dr. Carlos Emílio Bemvenuti, pela grande amizade construída ao longo dos anos, por mais uma inestimável orientação, pelos valiosos ensinamentos em Ecologia Bentônica, e pelas fundamentais discussões, críticas e sugestões relacionadas não só a esta Dissertação.

Aos membros da banca examinadora, Dr. César Serra Bonifácio Costa (IO - FURG), Dr. Eduardo Resende Secchi (IO - FURG) e Dr. Paulo Ricardo Pezzuto (UNIVALI), por suas críticas e sugestões.

A Superintendência do Porto do Rio Grande (SUPRG) e a Celso Elias Corradi, pelo financiamento desta pesquisa e pelas informações fornecidas.

Ao grande amigo “Niltão” Araújo de Abreu, não só pela triagem do material, mas também por toda a grande amizade e imensa experiência passada nestes anos de Laboratório.

Ao amigo Leonir André “Feijão” Colling, pelas intermináveis discussões, críticas e sugestões acerca desta Dissertação e também no que se referem assuntos aleatórios.

A todos aqueles que participaram das expedições oceanográficas de aquisição de dados (nos mais de três anos de amostragens) e aqueles que foram, ou são, parte integrante do Laboratório de Ecologia de Invertebrados Bentônicos: Dr. Ricardo Roberto Capítoli, Marina G. Viana, Liana R. Queiroz, Magalline G. Girão, Carla Luciana T. Santos, Bruno Brauer e Diogo M. Minasi.

E, em especial, a minha namorada Mariane, por todo o seu carinho, apoio, incentivo, paciência e compreensão, principalmente na etapa final desta Dissertação.

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS DO CAPÍTULO I

Figura 1. Mapa da porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos mostrando a distribuição espacial dos pontos monitorados ao longo do canal de acesso à laguna, próximo à cidade de Rio Grande (RG). Todos os pontos foram sazonalmente monitorados entre o verão 2006 e verão 2009, com exceção do ponto # 5, monitorado somente a partir do verão 2007. Pg. 90

Figura 2. Variação de salinidade na região estuarina da Lagoa dos Patos. A linha cinza representa os valores registrados diariamente e a linha preta a média mensal calculada. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera. Pg. 90

Figura 3a. Porcentual granulométrico de sedimentos finos ( ; silte + argila) e de partículas maiores que 1 mm (), bem como os teores de matéria orgânica (), registrados para o substrato dos pontos # 00, # 0 e # 1. VER: verão; OUT: outono; INV: inverno; PRI: primavera. Pg. 91

Figura 3b. Porcentual granulométrico de sedimentos finos ( ; silte + argila) e de partículas maiores que 1 mm (), bem como os teores de matéria orgânica (), registrados para o substrato dos pontos # 2, # 3 e # 4. VER: verão; OUT: outono; INV: inverno; PRI: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; V_E: presença de vegetação no substrato. Pg. 92

Figura 3c. Porcentual granulométrico de sedimentos finos ( ; silte + argila) e de partículas maiores que 1 mm (), bem como os teores de matéria orgânica (), registrados para o substrato dos pontos # 10, # 5 e # 6. VER: verão; OUT: outono; INV: inverno; PRI: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; *: ausência de monitoramento nesta sazão. Pg. 93

Figura 3d. Porcentual granulométrico de sedimentos finos ( ; silte + argila) e de partículas maiores que 1 mm (), bem como os teores de matéria orgânica (), registrados para o substrato dos pontos # 7, # 8 e # 9. VER: verão; OUT: outono; INV: inverno; PRI: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; V_E: presença de vegetação no substrato. Pg. 94

Figura 4. Riqueza de espécies (somatório das quatro réplicas) registrada na região infralitoral da Lagoa dos Patos. As setas apontam a ocorrência de dragagens. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; V_E: presença de vegetação no substrato; *: ausência de monitoramento nesta sazão. Pg. 95

Figura 5. Densidades (média ± desvio padrão) do gastrópode *Heleobia australis* (10³ ind. m⁻²) registradas na região infralitoral da Lagoa dos Patos. As setas apontam a ocorrência de dragagens. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; V_E: presença de vegetação no substrato; *: ausência de monitoramento nesta sazão. Pg. 96

Figura 6. Densidades (média ± desvio padrão) da macrofauna bentônica (10^3 ind. m^{-2}), excluindo-se *H. australis*, registradas na região infralitoral da Lagoa dos Patos. As setas apontam a ocorrência de dragagens. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; V_E: presença de vegetação no substrato; *: ausência de monitoramento nesta sazão. Pg. 97

Figura 7. Índices (média ± desvio padrão) de equitatividade de Pielou (J'; ●) e diversidade de Shannon-Wiener (H'; ▲) calculados para a região infralitoral da Lagoa dos Patos. As setas apontam a ocorrência de dragagens. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; V_E: presença de vegetação no substrato; *: ausência de monitoramento nesta sazão. Pg. 98

Figura 8. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente à distribuição dos pontos de acordo com sua posição na região estuarina. Pg. 99

Figura 9. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente ao agrupamento dos pontos formando setores. Pg. 99

Figura 10. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente à variação sazonal intra-anual dos setores. A sazão de outono no Setor C, em 2007, não é representada no gráfico em virtude das dragagens que ocorriam no setor. *: Sazonalidade significativa. Pg. 100

Figura 11. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente à variação sazonal interanual dos setores. Pg. 101

Figura 12. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente à variação interanual dos setores. Pg. 102

Figura 13. Representação gráfica dos resultados da Análise de Correlação Canônica (CCA) nas sações de 2006, referente às amostras biológicas dos pontos amostrais e as variáveis ambientais de influência significativa sobre a macrofauna. Sal: salinidade; T: temperatura; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera. Pg. 103

Figura 14. Representação gráfica dos resultados da Análise de Correlação Canônica (CCA) nas sações de 2007, referente às amostras biológicas dos pontos amostrais e as variáveis ambientais de influência significativa sobre a macrofauna. Sal: salinidade; T: temperatura; Drag: dragagem; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera. Pg. 103

Figura 15. Representação gráfica dos resultados da Análise de Correlação Canônica (CCA) nas sações de 2008, referente às amostras biológicas dos pontos amostrais e as variáveis ambientais de influência significativa sobre a macrofauna. Sal: salinidade; T: temperatura; Fin: porcentual de finos; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera. Pg. 104

Figura 16. Representação gráfica dos resultados da Análise de Correlação Canônica referente às amostras biológicas de todo o período amostral e as variáveis ambientais de influência significativa sobre o macrobentos. Sal: salinidade; T: temperatura; Fin: percentual de finos; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; 06: 2006; 07: 2007; 08: 2008; 09: 2009. Pg. 104

Figura 17. Representação gráfica dos resultados da Análise de Correlação Canônica (CCA) referente às espécies de maior densidade no estudo e as variáveis ambientais de influência significativa sobre o macrobentos. Sal: salinidade; T: temperatura; Fin: percentual de finos. Pg. 105

Figura 18. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente às operações de dragagem nos pontos não dragados (X), durante as dragagens (●) e após o término das mesmas (▲). Pg. 105

FIGURAS DO CAPÍTULO II

Figura 19. Mapa da região de Plataforma Interna adjacente à região estuarina da Lagoa dos Patos (ELP), mostrando a localização espacial da área de Descarte (# 11), à 10 milhas náuticas da desembocadura da laguna, e sua respectiva área Controle (# 12), localizada 1 milha náutica a SE deste. Pg. 106

Figura 20. Diagrama de Pejrup e as amostras sedimentares dos substratos. Pg. 106

Figura 21. Resultados das análises ANOVA executadas temporalmente aos percentuais granulométricos do substrato da área de Descarte. Letras diferentes denotam diferenças estatísticas. Pg. 107

Figura 22. Resultados das análises ANOVA executadas temporalmente aos percentuais granulométricos do substrato da área Controle. Pg. 108

Figura 23. Diagramas de Shepard evidenciando a variação temporal da composição sedimentar dos substratos da área de Descarte (# 11) e da área Controle (# 12) no momento anterior aos descartes (a), durante os mesmos (b - c) e após o encerramento dos descartes de material (d - e). Os números acima das amostras indicam o número de meses transcorridos desde o início dos despejos (referentes ao período DURANTE), assim como o número de meses posteriores ao final dos descartes (referentes ao DEPOIS). Pg. 109

Figura 24. Número total de espécies (somatório das quatro réplicas) registradas na área de Descarte (○ - a) e na área Controle (▲ - b). V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 110

Figura 25. Densidade da macrofauna bentônica (média ± desvio padrão) registrada na área de Descarte (a) e na área Controle (b). V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 111

- Figura 26.** Índice de Diversidade de Shannon-Wiener H' (média \pm desvio padrão) calculados para a área de Descarte (○ - a) e para a área Controle (△ - b). V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 112
- Figura 27.** Resultados das Análises de Ordenação (MDS) referentes à variação espacial da área de Descarte e da área Controle, no período anterior aos descartes (a), durante os mesmos (b) e após o encerramento dos despejos (c). Ainda, o resultado da análise MDS referente à variação espacial GERAL ao longo do estudo. Pg. 113
- Figura 28.** Resultados das Análises de Ordenação (MDS) referentes à variação temporal da área de Descarte (a), mostrando sua evolução ao longo do período amostral (b), bem como a variação temporal da área Controle (c) e sua evolução ao longo do estudo. Pg. 113
- Figura 29.** Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Kinbergonuphis difficilis* Fauchald, 1982 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 114
- Figura 30.** Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Neanthes bruaca* Lana & Sovierzoski, 1987 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 115
- Figura 31.** Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Paraprionospio pinnata* Ehlers, 1901 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 116
- Figura 32.** Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Cirrophorus americanus* Strelzov, 1973 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 117
- Figura 33.** Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Ninoe brasiliensis* Kinberg, 1865 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 118
- Figura 34.** Densidades (média \pm desvio padrão) do gastrópode *Natica isabelleana* Orbigny, 1840 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 119
- Figura 35.** Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Clymenella* sp. registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 120

Figura 36. Densidades (média \pm desvio padrão) do gastrópode *Anachis isabellei* Orbigny, 1841 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 121

Figura 37. Densidades (média \pm desvio padrão) do bivalvo *Tellina* sp. registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 122

Figura 38. Densidades (média \pm desvio padrão) das espécies de Ophiuroidea registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 123

Figura 39. Densidades (média \pm desvio padrão) do gastrópode *Heleobia australis* d'Orbigny 1835 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a). Pg. 124

LISTA DE TABELAS

TABELAS DO CAPÍTULO I

Tabela 1. Pontos monitorados na região de canal da Lagoa dos Patos e suas respectivas coordenadas geográficas. Z: profundidade média ao longo do estudo. Pg. 125

Tabela 2. Pontos dragados (# 2 - # 9), volumes de sedimento retirado, tipo de dragagem realizada e o destino do material dragado nos períodos e anos em que ocorreram atividades de dragagem. D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; # 11: região de descarte marinho (vide Capítulo II); # 10: região de descarte estuarino. Pg. 125

Tabela 3. Valores médios, máximos e mínimos (entre parênteses, respectivamente) das variáveis ambientais registradas *in situ* nos 12 pontos amostrais. Sal: salinidade; T: temperatura; Sec: profundidade de Secchi. Pg. 126

Tabela 4. Resultados das Análises de Variância não paramétricas (Kruskal-Wallis unifatorial, $p < 0,05$) para as variáveis ambientais dentro de cada ano, sazonalmente e interanualmente. Sal: salinidade; T: temperatura; Sec: profundidade de Secchi; Saz. Intra: análise sazonal intra-anual; Saz.: análise sazonal interanual; Inter.: análise interanual; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *df*: ($n-1$) graus de liberdade; Dunn: *post-hoc* não paramétrico; *: $p < 0,05$; ---: *post-hoc* não executado ($p > 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas. Pg. 126

Tabela 5. Densidade (ind. m⁻²) das espécies da classe Polychaeta registradas no infralitoral da região estuarina da Lagoa dos Patos. □: 1 - 99 ind. m⁻²; ■: 100 - 249 ind. m⁻²; ▨: 250 - 499 ind. m⁻²; ■: 500 - 1.000 ind. m⁻². Pg. 127

Tabela 6. Densidade (ind. m⁻²) das espécies do subfilo Crustacea registradas no infralitoral da região estuarina da Lagoa dos Patos. □: 1 - 99 ind. m⁻²; ■: 100 - 499 ind. m⁻²; ▨: 500 - 999 ind. m⁻²; ■: 1.000 - 4.999 ind. m⁻²; *■: 5.000 - 20.000 ind. m⁻²; AMP: Amphipoda; ANO: Anomura; BRA: Brachyura; CUM: Cumacea; DEC: Decapoda; ISO: Isopoda; TAN: Tanaidacea; THA: Thalassinidea. Pg. 128

Tabela 7. Densidade (ind. m⁻²) das espécies do filo Mollusca registradas no infralitoral da região estuarina da Lagoa dos Patos. □: 1 - 999 ind. m⁻²; ■: 1.000 - 9.999 ind. m⁻²; ▨: 10.000 - 49.999 ind. m⁻²; ■: 50.000 - 99.999 ind. m⁻²; *■: 100.000 - 200.000 ind. m⁻²; BIV: Bivalvia; GAS: Gastropoda. Pg. 129

Tabela 8. Densidade (ind. m⁻²) de outros taxa registrados no infralitoral da região estuarina da Lagoa dos Patos. □: 1 - 9 ind. m⁻²; ■: 10 - 19 ind. m⁻²; ▨: 20 - 49 ind. m⁻²; ■: 50 - 200 ind. m⁻²; (*): taxa contendo uma ou mais espécies não identificadas. Pg. 129

Tabela 9. Resultados de R estatístico (ANOSIM) para as interações entre os pontos amostrais. *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$ Pg. 130

Tabela 10. Resultados ANOSIM e SIMPER para as interações entre os setores formados. Pg. 130

Tabela 11. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações entre os setores, a cada ano. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05). Pg. 130

Tabela 12. Resultados da análise ANOSIM para as interações sazonais intra-anuais nos setores B e C. ---: análise não executada pela ausência da sazão de outono. Pg. 131

Tabela 13. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações sazonais intra-anuais no setor A. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05). Pg. 131

Tabela 14. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações sazonais interanuais nos setores A, B e C. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05). Pg. 132

Tabela 15. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações interanuais nos setores A, B e C. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05). Pg. 133

Tabela 16. Resultados da Análise de Correspondência Canônica (ACC) e teste de Permutação de Monte Carlo (999 permutações irrestritas), aplicados às variáveis ambientais de influência significativa sobre o macrobentos em cada ano monitorado, interanualmente e para as 10 espécies de maior densidade no estudo. F: teste exato de Fisher; ***: $p > 0,05$ Pg. 133

Tabela 17. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações temporais referentes às dragagens de manutenção de beira de cais (D₂), no período anterior a estas atividades e durante as mesmas. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05). Pg. 133

Tabela 18. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações temporais referentes às dragagens de manutenção de calado do canal (D₁) no período anterior a estas atividades, durante as mesmas, e no período pós-dragagem. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05). Pg. 134

Tabela 19. Resultados ANOSIM e SIMPER para as interações dos pontos sujeitos a dragagens. ND: pontos não dragados; D: pontos dragados; PD: pontos pós-dragagem; ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05). Pg. 135

TABELAS DO CAPÍTULO II

Tabela 20. Pontos monitorados na região de Plataforma Interna e suas respectivas coordenadas geográficas. Z: profundidade local. Pg. 136

Tabela 21. Registros das variáveis ambientais nos pontos monitorados. # 11: Descarte; # 12: Controle; Sal: salinidade; T: temperatura. Pg. 136

Tabela 22. Porcentuais granulométricos do substrato dos pontos amostrais. Bio: biodetrítos > 2 mm; Are: areia; Sil: silte; Arg: Argila; MO: matéria orgânica. Pg. 137

Tabela 23. Densidades (ind. m⁻²) das espécies macrozoobentônicas registradas na área de Descarte (# 11) e na área Controle (# 12). V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; □: 1 - 49 ind. m⁻²; ■: 50 - 199 ind. m⁻²; ▨: 200 - 499 ind. m⁻²; ■: 500 - 999 ind. m⁻²; * : 1.000 - 2.500 ind. m⁻²; POL: Polychaeta; AMP: Amphipoda; ANO: Anomura; BRA: Brachyura; CUM: Cumacea; DEC: Decapoda; ISO: Isopoda; TAN: Tanaidacea; THA: Thalassinidea; BIV: Bivalvia; GAS: Gastropoda; ECH: Echinoidea; OPH: Ophiuroidea; *: espécie ausente; (**): taxa contendo uma ou mais espécies não identificadas. Pg. 138

Tabela 24. Resultados da ANOVA e *post-hoc* de Tukey (Unequal *n* HSD) executadas aos atributos das associações bentônicas da área de Descarte (# 11) e no Controle (# 12). Letras diferentes denotam diferenças estatísticas. ---: *post-hoc* não executado (*p* > 0,05). Pg. 139

Tabela 25. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER referentes à variação espacial da área de Descarte e do Controle nos períodos: ANTES, DURANTE e DEPOIS dos descartes de material dragado, bem como sua diferenciação GERAL ao longo do trabalho. Pg. 139

Tabela 26. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações temporais na área de Descarte no período anterior aos descartes, durante os mesmos e após o encerramento dos descartes de material dragado. Pg. 140

Tabela 27. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações temporais na área Controle no período anterior aos descartes, durante os mesmos e após o encerramento dos descartes de material dragado. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05). Pg. 140

RESUMO

Foi avaliada a variabilidade espaço-temporal das associações macrozoobentônicas no canal da região estuarina da Lagoa dos Patos (onde ocorrem dragagens) e na área marinha adjacente à desembocadura (onde o material dragado é descartado), entre o verão de 2006 e o verão de 2009. As amostras foram realizadas sazonalmente nesta região estuarina em 12 pontos: dois localizados 4,5 km à montante da área portuária de Rio Grande (# 00 e # 0), nove pontos distribuídos ao longo do canal principal da Lagoa dos Patos (desde a área do Porto Novo até a desembocadura da laguna, nos molhes de Rio Grande, # 1 a # 9) e um ponto utilizado como área de descarte (# 10). No ambiente marinho, adjacente à desembocadura da laguna, as amostras foram coletadas sazonalmente em dois pontos: na área utilizada como Descarte (# 11) e em uma área situada a 1 milha náutica a SE desta, utilizada como Controle (# 12), onde não ocorreu descarte. Quatro amostras biológicas foram coletadas em cada ponto com um pegador de fundo van Veen (0,078 m²), sendo também obtidas amostras de sedimento e registradas a salinidade, temperatura e transparência da água. A variação espacial do macrozoobentos na região estuarina revelou que o tipo de sedimento, a temperatura da água e principalmente a salinidade, exercem forte influência sobre os organismos. As maiores densidades ocorreram nas áreas com predomínio de sedimento areno-lodoso à montante da desembocadura, onde predominaram espécies estuarinas; as menores abundâncias do macrozoobentos ocorreram em uma zona intermediária; enquanto a maior diversidade de espécies marinhas foi encontrada na zona da desembocadura. Não foram evidenciados efeitos deletérios da dragagem sobre a associação macrozoobentônica no interior do estuário, onde a variabilidade registrada na abundância e diversidade foi atribuída à dinâmica sazonal e/ou interanual dos

organismos. Quanto à variação temporal, verificou-se que a maior variabilidade do número de espécies no canal em relação ao encontrado nas enseadas rasas do estuário reflete a maior instabilidade física da área mais profunda, na qual uma maior dinâmica de enchentes e vazantes provocam drásticas variações de salinidade e uma maior instabilidade do substrato. A manutenção de salinidades elevadas permite uma maior sobrevivência e persistência temporal de organismos marinhos na região estuarina, aumentando o número de espécies e modificando a composição específica das associações bentônicas. Não foram encontrados indícios de que o despejo de sedimentos predominantemente finos, na área de Descarte no ambiente marinho, tenha influenciado negativamente a macrofauna bentônica. Neste resultado influenciou o tipo de substrato arenoso na área de Descarte, ao contrário do sedimento com maiores teores de finos na área Controle. O descarte de material dragado, dominado por partículas finas, diminuiu a heterogeneidade espacial pré-existente entre as duas áreas e promoveu um enriquecimento do substrato arenoso da área de Descarte, determinando um aumento do número de espécies e um incremento nas densidades do macrozoobentos. Se sugere que os organismos residentes na área de influência da desembocadura da laguna podem estar adaptados às elevadas taxas de sedimentação local, uma vez que são periodicamente submetidos a eventos naturais de deposição de sedimentos finos originados pela vazão da laguna. Assim, estes organismos podem assimilar a ocorrência de eventos estocásticos de deposição lamítica, como os descartes de sedimentos dragados, dado a guilda de comedores de depósito que predomina entre as espécies no ambiente marinho adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos.

Palavras-chave: estuário, salinidade, sazonalidade, dragagens, avaliação de impactos, sedimentos finos, macrozoobentos.

ABSTRACT

From summer 2006 to summer 2009 the spatial-temporal variability of macrobenthic assemblages was evaluated at the main channel estuarine region from Patos Lagoon, where dredging take place, and at the marine region adjacent to the lagoon's mouth, where the dredged material is disposed. Samples were taken seasonally inside the estuarine region at 12 sampling sites: two of them located 4.5 km upstream the Rio Grande harbor area (# 00 and # 0); nine sites scattered along the Patos Lagoon main channel (from the Porto Novo area to the lagoon's mouth, at the Rio Grande jetties; from site # 1 to # 9), and another one used as disposal site (# 10). At the marine region adjacent to the lagoon's mouth, samples were seasonally collected at two sampling sites: within the Disposal area (# 11) and within a southeastern site located 1 nautical mile far from it used as a Control area (# 12), where sediment was not discarded. Four biological samples were taken from each sampling site with a van Veen grab (0.078 m²), being also taken sediment samples and registered water's salinity, temperature and turbidity. Macrobenthic spatial variation at the estuarine region showed that sediment type, water temperature and mainly salinity play strong roles upon the benthic fauna. Higher densities of estuarine species were registered within muddy-sand bottoms upstream the lagoon's mouth, while lower densities were observed to the benthic fauna within a middle zone and higher densities of marine species were found at the lagoon's mouth zone. There were not observed any negative effect related to dredging upon the macrobenthic assemblage inside the estuarine region, since those registered abundance and diversity variability could be associated to their seasonal and/or interannual natural dynamics. It was also found that the variability in the species number at the channel regions compared to the shallow areas are due to the physic instability experienced by

that deep zone, in which the inflows and outflows' higher dynamics induce extreme salinity variations and higher bottom's instability. The maintenance of high salinity values improves the survival and persistence in time of marine species at the estuarine region, raising its number of species and altering the specific composition of the estuarine macrobenthic assemblages. There were not found any evidence of negative impact upon the macrobenthic fauna related to fine sediments disposal within the marine Disposal area, being this result influenced by its sandy bottom contrasting that muddy bottom observed within the Control area. The disposal of dredged material (most of it silt and clay sediments) decreased the spatial heterogeneity previously observed between areas and induced an enrichment of that sandy bottom within the Disposal area, raising its number of species and increasing the macrobenthic densities. The macrobenthic fauna living nearby the region influenced by the lagoons' mouth may be adapted to high rates of local sedimentation since they are constantly submitted to natural events of fine sediment deposition generated by the Patos Lagoon outflows. In this sense, these species are able to dwell stochastic events of muddy deposition (like fine sediments disposal operations), given the guild of deposit-feeders that prevail among them in the marine environment adjacent to the Patos Lagoon mouth.

Key-words: estuary, salinity, seasonality, dredging, impact evaluation, fine sediments, macrobenthic fauna.

INTRODUÇÃO GERAL

Estuários são amplamente conhecidos como habitats que apresentam alto grau de variabilidade e baixa previsibilidade no que diz respeito às variáveis ambientais (Kennish, 1992). Ambientes estuarinos são caracterizados como sistemas naturalmente estressantes para o macrobentos (Wilson & Jeffrey, 1994), onde a macrofauna de lagunas, além de ciclos previsíveis ligados à sazonalidade, podem ainda apresentar imprevisíveis flutuações intra e interanuais relacionadas com as variações ambientais (Barnes, 1980).

As regiões de Plataforma Continental Interna são ambientes de alta energia onde geralmente predominam fundos arenosos (Kennish, 2001) e onde a estrutura das associações bentônicas de fundos não consolidados é determinada pelo tipo de sedimento, os quais variam com o aumento da profundidade (McLusky & McIntyre, 1988). Em substratos arenosos a falta de alimento pode limitar a presença dos comedores de depósito, assim como a ressuspensão de sedimentos finos em substratos lamosos pode limitar a ocorrência dos organismos suspensívoros (Rhoads & Young, 1970). A região de plataforma interna no estado do Rio Grande do Sul apresenta substratos predominantemente arenosos, à exceção da região de desembocadura da Lagoa dos Patos, onde depósitos lamíticos ocorrem por influência desta laguna (Calliari & Fachin, 1993).

Atividades de dragagem, tanto na remoção de sedimento como no seu descarte, podem provocar efeitos negativos e positivos, de diferentes magnitudes, sobre as associações bentônicas (Quigley & Hall, 1999; Kennish, 2001). Entre os principais prejuízos estão a: (1) destruição dos habitats bentônicos; (2) alteração das propriedades sedimentares, principalmente o tamanho das partículas e sua distribuição, modificando

conseqüentemente o hábitat; (3) redução da diversidade e abundância dos organismos bentônicos, em função da remoção ou soterramento dos indivíduos, e os distúrbios associados; (4) ressuspensão de sedimentos finos juntamente com nutrientes, matéria orgânica e contaminantes, os quais podem levar a condições de eutrofização, hipoxia/anoxia e aumento da toxicidade ambiental. Por outro lado, as atividades de dragagem podem também trazer eventuais benefícios ao ecossistema: (1) aumentar a quantidade de nichos espaciais, favorecendo assentamento de larvas e processos de recrutamento; (2) aumentar o *input* de nutrientes no sistema, aumentando a produção primária local; (3) acelerar processos de re-mineralização de matéria orgânica; e (4) aumentar a circulação de água e oxigênio no interior do substrato (principalmente em regiões estuarinas). Os efeitos das dragagens sobre o macrozoobentos são considerados imprevisíveis (Harvey *et al.*, 1998), podendo ser mínimos ou severos, permanentes ou de curta duração, exigindo que as atividades de dragagem e deposição do material sejam avaliadas caso a caso.

Com seu eixo maior orientado no sentido NE-SO, a Lagoa dos Patos possui cerca de 250 km de extensão por até 60 km de largura, perfazendo uma área de aproximadamente 10.227 km² ao longo da planície costeira do extremo sul do Brasil (Asmus, 1997), sendo considerada a maior laguna de choque do mundo (“*choked lagoon*” *sensu* Kjerfve, 1986). Em sua porção mais ao sul se observa uma região com características estuarinas (*sensu* Closs, 1962), a qual representa cerca de 10% do corpo lagunar (971 km²).

No interior desta região estuarina as áreas profundas de infralitoral são representadas por canais naturais ou artificialmente dragados cuja profundidade média varia em torno dos 10 m e onde sedimentos finos predominam (silte e argila), embora fundos de areia ou biodetríticos possam ocorrer naqueles canais sujeitos à alta energia

hidrodinâmica (Capítoli *et al.*, 1978; Calliari, 1997). Observa-se que, devido ao aporte fluvial de sedimentos originados na bacia de drenagem da laguna, as áreas de canal são constantemente assoreadas, onde se estima a curto prazo uma taxa de deposição de sedimentos entre 3,5 e 8,3 mm ano⁻¹ (Toldo *et al.*, 2006).

Nesta mesma região estuarina também se localizam as instalações do Porto do Rio Grande, um dos maiores complexos portuários do Brasil e de grande expressão na América Latina. No intuito de manter os canais de acesso à laguna a uma profundidade navegável constante, a Superintendência do Porto do Rio Grande (SUPRG) realiza periódicas dragagens de manutenção de calado, de onde se retira uma média de 1,5 10⁶ m³ ano⁻¹ de sedimentos finos (Calliari *et al.*, 2009). O impacto destas operações de dragagem sobre a comunidade bentônica nas áreas de canal da região estuarina da Lagoa dos Patos - local de retirada do sedimento - e na região marinha adjacente a desembocadura desta laguna - local de descarte deste material - ainda apresenta algumas lacunas (Angonesi *et al.*, 2006; Bemvenuti *et al.*, 2005; Pinotti *et al.*, em preparação).

Os objetivos deste trabalho foram: caracterizar as associações macrozoobentônicas de infralitoral na porção sul do estuário da Lagoa dos Patos, bem como analisar a variação espaço-temporal destas associações nas áreas de canal, uma área sujeita a dragagens (Capítulo I); e avaliar o possível impacto causado pelo descarte de material dragado sobre a macrofauna bentônica na região marinha adjacente a esta laguna (Capítulo II).

CAPÍTULO I

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DO MACROZOOBENTOS NO INFRALITORAL DA REGIÃO ESTUARINA DA LAGOA DOS PATOS, RS, BRASIL

INTRODUÇÃO

A Lagoa dos Patos está localizada na costa sudeste da América do Sul, sendo considerada a maior laguna de choque do mundo (“*choked lagoon*” *sensu* Kjerfve, 1986). Com seu eixo maior orientado no sentido NE-SO, possui cerca de 250 km de extensão por até 60 km de largura, perfazendo uma área de aproximadamente 10.227 km² ao longo da planície costeira do extremo sul do Brasil (Asmus, 1997).

Esta laguna apresenta um estreitamento ao sul, formando em sua última célula uma região com características estuarinas (*sensu* Closs, 1962), a qual representa cerca de 10% do corpo lagunar (971 km²), uma área que se estende a partir de uma linha transversal imaginária entre a Ponta da Feitoria (costa leste) e a Ponta dos Lençóis (costa oeste) até a desembocadura da laguna nos molhes da Barra de Rio Grande.

A região estuarina da Lagoa dos Patos possui em seu entorno extensas enseadas rasas dominadas por planos lamosos onde raramente ocorrem profundidades maiores do que 2 m e, em sua parte central, fundos infralitorais areno-lodosos estendem-se desde os planos intermareais até a borda dos canais (entre 5 e 6 m de profundidade). As áreas profundas de infralitoral são representadas por canais naturais ou artificialmente dragados cuja profundidade média varia em torno dos 10 m e onde sedimentos finos (silte e argila) predominam, embora fundos de areia ou biodetríticos possam ocorrer naqueles canais sujeitos à alta energia hidrodinâmica (Capítoli *et al.*, 1978; Calliari, 1997).

A salinidade e a temperatura da água nesta região estuarina, geralmente elevadas durante o verão, estão relacionadas com os padrões regionais de precipitação pluviométrica e de ventos, e os ciclos sazonais de temperatura do ar, respectivamente (Vilas-Boas, 1990). Uma das fontes de variação na salinidade estuarina tem origem no

aporte pluviométrico de água doce na bacia de drenagem do sistema Patos-Mirim. Seus afluentes drenam uma área continental de 201.626 km², onde os rios Jacuí (descarga anual média de 801 m³ s⁻¹), Taquari (452 m³ s⁻¹) e Camaquã (307 m³ s⁻¹) configuram-se como os maiores tributários, além do Canal São Gonçalo (660 m³ s⁻¹) que drena água doce da Lagoa Mirim (Hartmann & Harkot, 1990; Vaz *et al.*, 2006). Outra fonte de variação advém da frequência, intensidade e direção dos ventos na região, onde os ventos do quadrante NE predominam na primavera e no verão e os do quadrante S durante o outono e o inverno (Krusche *et al.*, 2003). Assim, condições homogêneas de água doce e de água marinha estão associadas com a elevada descarga fluvial e ventos do quadrante NE, e mínima descarga de água doce e fortes ventos do quadrante S, respectivamente (Niencheski & Baumgarten, 1997).

A precipitação nesta bacia de drenagem, além de sua influência na salinidade, é responsável pelo aporte de sedimentos no interior da região estuarina, onde os canais são constantemente assoreados pelos sedimentos que vão ao fundo devido ao seu tamanho (partículas do tamanho areia) ou por floclarem (silte e argila) ao entrar em contato com águas mais salgadas (Calliari, 1997). Esta elevada carga fluvial de sedimentos em suspensão, em uma concentração variando entre 43 e 96 mg l⁻¹ (Hartmann *et al.*, 1986), promove um acentuado processo de sedimentação nas regiões de canal, onde se estima a curto prazo uma taxa de deposição entre 3,5 e 8,3 mm ano⁻¹ (Toldo *et al.*, 2006).

Observa-se que os canais profundos de acesso à Lagoa dos Patos, em especial os da área portuária de Rio Grande, estão sujeitos a uma grande deposição sedimentar. A fim de mantê-los a uma profundidade navegável constante, o Porto do Rio Grande realiza dragagens periódicas de manutenção de calado, de onde se retira uma média de 1,5 10⁶ m³ ano⁻¹ de sedimentos finos (Calliari *et al.*, 2009).

No monitoramento de atividades de dragagens, a escassez de informações relativas à variabilidade das associações bentônicas pode ser considerada a principal limitação metodológica, uma vez que o desconhecimento das escalas de variação espacial e temporal destas associações (Boyd *et al.*, 2003; Dauvin, 2008; Josefson *et al.*, 2008) impede a correta discriminação da variabilidade eventualmente induzida por perturbações antrópicas (Lana, 1994). Os macroinvertebrados bentônicos constituem um grupo de organismos de variados tamanhos (> 0,5 mm) que apresentam relação direta com o substrato. Vivendo dentro ou sobre o mesmo, refletem com maior precisão as condições ambientais anteriores ao momento da amostragem dado seu modo de vida junto ao fundo e sua baixa (ou nenhuma) mobilidade quando comparados com formas que vivem na coluna d'água (*e.g.* ictiofauna).

Os estudos que caracterizam as associações macrozoobentônicas de infralitoral e sua variação natural na região estuarina da Lagoa dos Patos são escassos. Bemvenuti *et al.* (1978) e Capítoli *et al.* (1978) analisaram estas associações espacialmente, enquanto Bemvenuti *et al.* (1992) apresentaram uma análise temporal das mesmas em apenas dois pontos da região. Sob um enfoque espaço-temporal podemos citar o trabalho de Bemvenuti & Netto (1998), salientando-se aqui a sazonalidade do mesmo pelo período de apenas um ano.

Poucos trabalhos ainda analisaram a estruturação da macrofauna perante distúrbios antrópicos (Bemvenuti *et al.*, 2003; 2005; Pinotti *et al.*, em preparação), sendo os dois últimos referentes a operações de dragagem e restritos à comparação sazonal da comunidade por um ano (Bemvenuti *et al.*, 2005) ou entre dois anos descontínuos (Pinotti *et al.*, *op. cit.*), ambos carecendo do acompanhamento destas associações no período pós-dragagem.

O presente trabalho caracteriza as associações macrozoobentônicas de infralitoral na porção sul do estuário da Lagoa dos Patos através de amostragens sazonais ao longo de mais de três anos consecutivos. Assim, objetivou-se analisar a variação espaço-temporal destas associações nas áreas de canal infralitoral desta região estuarina, uma área sujeita a dragagens.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Área de Estudo e Desenho Amostral

As amostragens foram realizadas sazonalmente entre o verão 2006 e o verão 2009 ao longo do canal principal da região estuarina da Lagoa dos Patos (Fig. 1), o qual apresenta uma profundidade média de 14 m ao longo dos seus 15 km de extensão, conectando a região estuarina com o Oceano Atlântico por meio do canal da Barra de Rio Grande.

Nesta região infralitoral foram monitorados 12 pontos (Tab. 1), assim distribuídos: dois pontos localizados cerca de 4,5 km à montante da área portuária sujeita a atividades de dragagem (pontos # 00 e # 0), nove pontos distribuídos em uma área que se estende desde o Porto Novo até a ponta dos molhes da Barra de Rio Grande (# 1 a # 9) e outro ponto utilizado como área de descarte de material dragado (# 10), no interior da região estuarina (Fig. 1).

2. Amostragem Macrozoobentônica

Em cada ponto, quatro amostras foram coletadas utilizando-se um pegador de fundo tipo van Veen (0,078 m²). As amostras biológicas foram previamente peneiradas em malhas de nylon (0,5 mm de abertura) e posteriormente fixadas em solução de formol 4%. Em laboratório, a macrofauna bentônica foi triada, identificada e contada com o auxílio de microscópio estereoscópico (lupa) e então preservada em etanol 70%.

O material vegetal, esporadicamente registrado nas amostras, foi separado e seco em papel filtro por aproximadamente um minuto, a fim de se obter o peso úmido dos mesmos, sendo o resultado expresso em g m^{-2} .

3. Fatores Abióticos

3.1. Variáveis Ambientais

Duas amostras de aproximadamente 50 g de sedimento foram coletadas em cada ponto amostral, concomitante às amostragens biológicas, para análises granulométricas seguindo os protocolos de peneiramento (partículas $> 0,062$ mm) e pipetagem ($< 0,062$ mm) descritos em Suguio (1973), de onde as médias dos percentuais granulométricos foram determinadas. A fração fina do sedimento (silte + argila) e o percentual de partículas maiores que 1 mm de diâmetro (constituídas predominantemente de fragmentos de conchas) são apresentadas neste estudo uma vez que predominaram na composição dos substratos analisados. Os teores médios de matéria orgânica, obtidos a partir destas amostras sedimentares, foram determinados através do método de perda de peso por combustão (Walkley & Black, 1934).

A profundidade local (eco-sonda, precisão de 0,5 m), temperatura da água (termômetro de mercúrio, precisão de 0,1 °C), transparência (disco de Secchi, precisão de 5 cm) e salinidade (refratômetro ótico, precisão de uma unidade) foram registrados *in situ* em todas as amostragens, sendo as variáveis da coluna d'água tomadas em superfície.

Valores de salinidade diariamente registrados em uma área rasa na margem sul da Ilha dos Marinheiros, na região estuarina da Lagoa dos Patos (PELD - Instituto de

Oceanografia - Universidade Federal do Rio Grande - FURG) foram utilizados na elaboração de um padrão mensal de salinidade estuarina para o período em estudo e subseqüentemente nas análises que envolviam esta variável.

Ainda que o presente trabalho tenha sido desenvolvido em uma região infralitoral profunda e os dados de salinidade utilizados nas análises tenham sido aqueles tomados em uma área rasa, optou-se por utilizá-los devido à sua medida temporal robusta (medidas diárias) em detrimento daquele registro de salinidade tomado em superfície na ocasião das coletas biológicas, cuja sazonalidade (em média um registro de salinidade a cada três meses) não refletiria temporalmente as reais condições de salinidade da região estuarina.

3.2. Dragagens

Periodicamente a Superintendência do Porto do Rio Grande (SUPRG) executa dragagens de manutenção no canal principal de acesso à Lagoa dos Patos, área onde se desenvolveu este estudo. As atividades de dragagem no interior da região estuarina foram divididas em dois tipos: de manutenção de calado de canal (D_1) e de manutenção de beira de cais (D_2).

Nas operações de manutenção de calado foram empregadas dragas de sucção auto-transportadoras, um tipo de draga que retira sedimentos predominantemente finos do substrato através de aspiradores que passam rente ao fundo. Nas operações de manutenção de beira de cais foram empregadas dragas de alcatruz, um tipo de draga que utiliza um sistema de esteira rotacional e baldes que retiram pequenas quantidades de sedimento do substrato.

A dragagem de manutenção de calado de canal (D₁) teve início no ano de 2006, sendo dragada a região infralitoral dos pontos # 2 e # 3 (entre junho a agosto) e aquela dos pontos # 2 a # 5 (entre setembro e outubro), ainda que o ponto # 5 não tenha sido monitorado no ano de 2006. Entre novembro de 2006 e fevereiro de 2007 foi dragada a região infralitoral dos pontos # 6 a # 8 e dos pontos # 7 a # 9 entre março e maio de 2007 (Tab. 2). Ao seu final, foram dragados da região do canal de acesso à Lagoa dos Patos 3.621.423 m³ de sedimento, os quais foram despejados na isóbata de 19 m na região marinha costeira adjacente à desembocadura da laguna (# 11; Capítulo II desta Dissertação).

A dragagem de manutenção de beira de cais (D₂) ocorreu entre o verão 2008 e o verão 2009, retirando aproximadamente 80.000 m³ de sedimento das proximidades dos pontos # 2 e # 3, sendo este volume sedimentar descartado no ponto # 10, no interior da região estuarina da laguna (Tab. 2).

Problemas logísticos com as embarcações e execução dos cruzeiros amostrais fizeram com que houvesse alguma desconexão entre o mês amostrado e sua correspondência com sua respectiva estação do ano (*i.e.* novembro foi considerado como pertencente ao verão). Ainda assim, este ajuste não acarreta em prejuízos no que se refere à validade dos dados e na confiabilidade dos resultados dada a periodicidade sazonal das amostragens.

4. Análise dos Dados

Para a realização das análises estatísticas foram utilizados os programas PRIMER 6.0[®], Canoco for Windows 4.5[®] e STATISTICA 7.0[®].

4.1. Variáveis Ambientais

As variáveis sedimentares (porcentual de finos, de biodetritos e de matéria orgânica) foram apenas descritas espacialmente enquanto as variáveis da coluna d'água (salinidade, temperatura e transparência) foram analisadas e comparadas temporalmente dentro de cada ano, sazonalmente e interanualmente por Análises de Variância Não-Paramétricas (Kruskal-Wallis; $p < 0,05$), uma vez que não atingiram sua normalidade e homogeneidade mesmo após várias tentativas de transformação, impossibilitando a realização de análises ANOVA. Quando significativas, as diferenças encontradas foram testadas através de testes *post-hoc* de Dunn por este ser um teste conservador, retificando o Nível Alfa de acordo com o número de amostras.

4.2. Macrofauna Bentônica

As densidades médias do gastrópode *Heleobia australis* d'Orbigny, 1835 e do restante da macrofauna bentônica foram expressas nas respectivas figuras como 10^3 indivíduos m^{-2} . Em virtude da elevada abundância dessa espécie em relação aos demais integrantes da macrofauna, ambas as densidades foram apresentadas separadamente.

Ao longo do estudo, a classificação de determinada espécie como sendo estuarina ou marinha baseou-se em trabalhos sobre a macrofauna bentônica em ambientes estuarinos (Capítoli, 1978; Bemvenuti *et al.*, 1992; Bemvenuti, 1997a, b, c; Bemvenuti & Netto, 1998) e marinhos (Capítoli, 1997; Gianuca, 1997; Capítoli & Bemvenuti, 2004).

O número de espécies, expresso como o número total de espécies registradas em determinado ponto, foi usado como uma medida de diversidade (Stirling & Wilsey,

2001) em conjunto de índices que levam em consideração a abundância relativa das espécies na comunidade, como o índice de equitatividade de Pielou (J') e o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'). O número de espécies foi expresso, em seu respectivo gráfico e ao longo do texto, como a soma do número de espécies das quatro amostras coletadas, explicitando assim a riqueza macrozoobentônica dos pontos amostrais no espaço e no tempo.

4.3. Variação Espaço-Temporal da Macrofauna

Análises espaço-temporais (Análises Multivariadas; Clarke & Warwick, 1994) foram executadas objetivando-se avaliar a variação natural do macrozoobentos em uma região infralitoral que, por ventura, é submetida a dragagens. Desta maneira, foram excluídos destas análises, *a priori*, todos os pontos dragados.

Análises multivariadas de Ordenação (MDS), as quais agrupam as amostras biológicas em função de seu grau de similaridade, foram executadas com base em uma matriz de Similaridade de Bray-Curtis a partir da soma das quatro réplicas biológicas transformadas seguindo a fórmula $X' = \log(X+1)$.

A variação espacial da macrofauna bentônica foi avaliada ao longo de todo o período amostral, sendo a similaridade dos agrupamentos formados testada através de Análises de Similaridade (ANOSIM; $p < 0,05$). Quando diferenças significativas foram encontradas, Análises de Percentual de Similaridade (SIMPER) foram executadas para se evidenciar as espécies responsáveis por estas diferenças, bem como seu percentual de dissimilaridade.

A variação temporal da macrofauna foi avaliada através de análises de ordenação (MDS) e análises ANOSIM, sendo a variação sazonal intra-anual da

macrofauna analisada entre as sações de cada conjunto anual de dados (anos de 2006, 2007 e 2008); a variação sazonal interanual analisada entre as sações ao longo do período em estudo (verão de 2006 ao verão de 2009); e a variação interanual da macrofauna analisada entre os anos, executando-se posteriormente análises SIMPER quando significantes.

Espécies raras (ocorrência < 1% do n amostral para as análises espaciais e temporais) ou de baixa densidade (< 0,01%, desconsiderando as densidades de *H. australis*) foram excluídas das análises multivariadas.

4.4. Relação entre a Macrofauna Bentônica e os Fatores Abióticos

Os dados biológicos e os fatores abióticos foram avaliados através de uma Análise de Correspondência Canônica (ter Braak, 2002) considerando-se os 12 pontos amostrais no conjunto anual de dados (anos de 2006, 2007 e 2008) e ao longo do período estudado (verão de 2006 ao verão de 2009). Foi também executada uma Análise de Correspondência Canônica interanual para as seguintes espécies: *H. australis*, *Kalliapseudes schubartii* Mañé-Garzón, 1949; *Heteromastus similis* Southern, 1921; *Nephtys fluviatilis* Monro, 1939; *Neanthes succinea* Frey & Leuckart, 1847; *Sigambra grubii* Müller, 1858; *Erodona mactroides* Bosc, 1802; *Pholas campechiensis* Gmelin, 1791; *Parandalia tricuspis* Müller, 1858 e *Anachis isabellei* Orbigny, 1841.

Nesta análise foram utilizados os seguintes fatores abióticos, em sua forma bruta ou como média calculada: salinidade, temperatura, profundidade de Secchi, porcentual de finos e teor de matéria orgânica, sendo ainda criada uma variável categórica para as dragagens, onde foram atribuídos valores aos pontos não dragados (valor = 0) e aos pontos dragados (valor = 1).

Os dados biológicos foram utilizados como a soma das quatro amostras coletadas por ponto amostral e compreendendo todas as espécies identificadas, sendo posteriormente retirado das análises o peso daquelas de ocorrência rara. Estes dados foram transformados seguindo a fórmula $Y' = \log (A*Y + B)$, onde $A = 10$ e $B = 1$, no intuito de diminuir a variância biológica pela ocorrência de muitos valores iguais a zero.

Permutações de Monte Carlo (999 permutações irrestritas para todo o modelo) foram executadas para se testar a significância ($p < 0,05$) de cada fator ambiental na estrutura dos dados biológicos, sendo somente os fatores significantes incluídos passo a passo (*forward selection*) no modelo gerado.

4.5. Avaliação do Efeito das Dragagens

O efeito das dragagens sobre a estrutura da macrofauna bentônica foi avaliado para cada um dos pontos sujeitos às dragagens e também para o conjunto de pontos monitorados ao longo do estudo.

A variabilidade temporal dos pontos dragados sujeitos a dragagem do tipo D_1 (antes, durante e depois das mesmas) foi testada através de análises ANOSIM aplicadas às quatro réplicas biológicas amostradas, sendo utilizadas nestas análises duas sações anteriores às dragagens (compondo assim o “antes”), as sações em que ocorreram dragagens (“durante”) e duas sações posteriores ao encerramento destas atividades (“depois”). Uma vez que as dragagens do tipo D_2 ocorreram de forma contínua entre o verão de 2008 e o verão de 2009, os pontos sujeitos a este tipo de dragagem foram analisados entre os fatores “antes” e “durante”.

Foram excluídas destas análises aquelas espécies de ocorrência esporádica nos pontos amostrais (< 2 vezes).

Uma análise de ordenação (MDS) utilizando-se a soma das quatro réplicas biológicas foi também executada para todo o conjunto de pontos monitorados, onde foram divididos em três fatores: pontos que nunca foram dragados, ou antes de terem sido dragados (compondo o fator “pontos não dragados”); aqueles que estavam sendo dragados (“dragados”); e aqueles pontos já dragados, amostrados no período posterior ao término das atividades (“pós-dragados”). A similaridade dos grupos formados foi testada através de análises ANOSIM, executando-se posteriormente uma análise SIMPER. Espécies de baixa ocorrência (< 2 vezes) foram excluídas destas análises.

RESULTADOS

1. Variáveis Ambientais

Os registros de salinidade sazonal mostraram uma grande variabilidade temporal (Tab. 3), com valor mínimo de zero (primavera 2008) e máximo de 35 (outono 2006). Baixos valores sazonais de salinidade foram registrados ao longo dos invernos e primaveras para os anos de 2007 (5,58 e 3,25; respectivamente) e 2008 (7,92 e 1,25), além do verão de 2009 (2,58). Salinidades elevadas foram observadas frequentemente durante os outonos, em especial para os anos de 2006 e 2007 (29,27 e 20,58; respectivamente), embora tenha sido registrada na primavera de 2006 a maior salinidade sazonal intra-anual do estudo (31,55).

Uma média mensal para a salinidade estuarina entre o verão de 2005 e o outono de 2009 foi calculada a partir dos valores de salinidade diariamente registrados na margem sul da Ilha dos Marinheiros (Fig. 1). O início das amostragens se deu em um período posterior a um decréscimo na salinidade a partir de 2006, ano no qual a região estuarina da laguna esteve sob influência de águas mais salgadas (Fig. 2). A partir do verão de 2007 foram registradas maiores salinidades nesta sazão e no outono do que nas sações de inverno e primavera, marcadas por um declínio na salinidade estuarina. Durante o verão de 2008, valores de salinidade em elevação foram registrados até um pico de altas salinidades neste outono, sendo então observadas neste inverno salinidades similares ao verão e um declínio na sazão de primavera. Uma marcada sazonalidade (intra e interanual) e interanualidade foram evidenciadas, onde os verões foram menos salgados que os outonos e estes mais salgados que os invernos e primaveras, sendo o ano de 2006 significativamente mais salgado que os demais (Tab. 4).

A temperatura da água apresentou diferenças sazonais (Tab. 3), com as mínimas ocorrendo nos invernos e máximas nos verões. As maiores temperaturas médias ocorreram no verão de 2007 (25,83°C) e verão de 2008 (26,75°C) e as menores durante os invernos de 2007 (10,67°C) e de 2008 (12,75°C). A temperatura da água nos outonos e primaveras variou entre 16°C e 22°C, com as de primaveras mais quentes do que as de outono, exceto para o ano de 2007 (22,17°C no outono e 18,33°C na primavera), constatando-se deste modo uma significativa sazonalidade intra e interanual (Tab. 4), onde os verões (águas quentes) foram diferentes das demais estações do ano, assim como observado entre os outonos e os invernos (águas frias).

Foram observadas diferenças sazonais na transparência da coluna d'água (Tab. 3), registrando-se um decréscimo ao longo das sazões partindo de uma máxima nos verões, exceto para o valor registrado entre o outono / inverno de 2006. A maior transparência da coluna d'água foi observada no verão de 2008 (2,5 m), sendo a menor registrada durante as primaveras de 2007 e 2008 (ambas 0,1 m), sendo esta última significativamente diferente das demais (Tab. 4).

Os teores de matéria orgânica no sedimento e os percentuais de finos (*i.e.* silte + argila) e de material biodetrítico (principalmente fragmentos de conchas) apresentaram grandes variações espaciais (Figs. 3a - d), onde foram registrados maiores percentuais de finos nos pontos # 7 (em média 78,2%), # 3 (85,8%) e # 6 (91,5%) coincidindo com os maiores teores de matéria orgânica (13,64%, 15,03% e 15,31%; respectivamente), tendo sido freqüentemente registrado nos pontos # 6 e # 7 fundos contendo lama muito compactada (*ob. pess.*). Substratos contendo material biodetrítico foram registrados ao longo de todos os pontos, onde os menores percentuais foram registrados naqueles localizados a montante na região estuarina (Fig. 3a), nos quais também se observou um sedimento predominantemente areno-lodoso de baixos percentuais de finos (51,9%;

48,7% e 48,2%; respectivos à # 00, # 0 e # 1) e teores de matéria orgânica (8,61%; 7,09% e 6,61%; respectivamente). As maiores porcentagens de material biodetrítico foram registradas nos pontos localizados próximo à região da desembocadura da Lagoa, em especial nos pontos # 7 e # 9, apesar do elevado percentual de finos no ponto # 7 e do baixo percentual de biodetrítos no substrato do ponto # 8 (Fig. 3d).

2. Biomassa Vegetal

A ocorrência de material vegetal na área de canal (V_E ; Figs. 3b e 3d) foi registrada em alguns pontos no outono e no inverno de 2008, onde foram registrados um peso úmido de $4.336 \pm 534 \text{ g m}^{-2}$ (# 2, outono) e $4.307 \pm 2.432 \text{ g m}^{-2}$ (# 8, inverno). Este material vegetal era composto principalmente por *Ulva* spp. (macroalga) e *Aphanothece* sp. (cianofíceia) emaranhadas entre fragmentos de *Ruppia maritima* (fanerógama).

3. Composição, Densidade e Diversidade Bentônica

Foram encontrados organismos da macrofauna bentônica pertencentes a sete grandes grupos taxonômicos (totalizando pelo menos 80 espécies), dentre os quais a classe Polychaeta foi a mais diversa (39 spp.; Tab. 5), seguida pelo subfilo Crustacea (28 spp.; Tab. 6), pelo filo Mollusca (9 spp.; Tab. 7) e outros 4 *taxa*, representados pelos Nemertinea, Ophiuroidea (1 sp.), Phoronida (1 sp.) e Platyhelminthes (Tab. 8).

Foram registradas 78 spp. e mais dois *taxa* (Tabs. 5 - 8) no infralitoral da região estuarina, onde foram muito variáveis temporalmente. Um total de 60 spp. foi registrado no ano de 2006, sendo registradas 47 spp. em 2007 e 44 spp. em 2008. Um maior número de espécies foi encontrado nas sações de 2006 (41 spp. no verão, 35 no outono,

31 no inverno e 41 na primavera) quando comparado às sações de 2007 (30, 31, 29 e 16 spp., respectivamente), de 2008 (28, 30, 26, 16 spp., respectivamente) a ao verão de 2009 (31 spp.). Ainda, em cada ano, o número de espécies registrado por ponto variou acentuadamente, sendo registradas de 21 a 5 spp. por ponto em 2006, 15 - 4 spp. em 2007, 20 - 3 spp. em 2008 e 14 - 6 spp. no verão de 2009. No que se refere ao registro espaço-temporal, foi observada uma maior riqueza de espécies nos pontos # 00 (de 21 a 4 spp.), # 1 (20 - 6 spp.) e # 8 (20 - 4 spp.) quando comparados aos demais pontos (Fig. 4), principalmente em relação aos pontos # 3 (13 - 4 spp.), # 5 (10 - 6 spp.) e # 2 (10 - 3 spp.).

O gastrópode *Heleobia australis* foi o organismo mais abundante ao longo do estudo (94,58% em abundância), seguido pelo tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii* (3,55%), pelos poliquetas *Heteromastus similis* (0,61%), *Nephtys fluviatilis* (0,49%), *Neanthes succinea* (0,14%) e *Sigambra grubii* (0,11%), pelos bivalvos *Erodona mactroides* (0,07%) e *Pholas campechiensis* (0,04%), pelo poliqueta *Parandalia tricuspis* (0,04%) e pelo gastrópode *Anachis isabellei* (0,04%), responsáveis por mais 5,09% da abundância macrobentônica registrada.

A densidade média anual de *H. australis* referente a 2006 foi a menor registrada ao longo do estudo (média e desvio padrão de 3.655 ± 5.391 ind. m^{-2}), aumentando significativamente nos anos subsequentes (16.057 ± 33.895 ind. m^{-2} em 2007; e 16.958 ± 28.606 ind. m^{-2} em 2008). Em relação ao verão de 2009, as densidades deste gastrópode mantiveram-se elevadas uma vez que nesta sazão se registrou 14.094 ± 14.869 ind. m^{-2} , um número de indivíduos quase sete vezes maior que o registrado para a mesma sazão em 2006 (2.271 ± 4.206 ind. m^{-2}). As maiores densidades sazonais de *H. australis* foram observadas durante os invernos (24.367 ± 44.509 ind. m^{-2}) e primaveras

(10.337 ± 18.375 ind. m^{-2}), esta última muito similar às registradas ao longo dos outonos (8.565 ± 15.393 ind. m^{-2}) e verões (8.514 ± 13.103 ind. m^{-2}).

As densidades deste gastrópode foram muito variáveis, tanto no espaço como no tempo (Fig. 5), sendo registradas baixas densidades médias nos pontos # 00 e # 0, à montante da região estuarina (5.998 ± 5.685 ind. m^{-2} e 6.206 ± 4.937 ind. m^{-2} , respectivamente); elevadas densidades nos pontos intermediários, principalmente no ponto # 4 (27.475 ± 38.818 ind. m^{-2}); e densidades muito reduzidas nos pontos # 8 e # 9, próximos a desembocadura da laguna (1.512 ± 3.730 ind. m^{-2} e 1.827 ± 6.310 ind. m^{-2} , respectivamente).

Em relação às outras espécies que compõem o macrobentos foi registrada, assim como para o gastrópode, uma densidade mais elevada em 2008 (média e desvio padrão de 1.509 ± 3.684 ind. m^{-2}), e menores valores nos anos de 2006 e 2007 (413 ± 488 ind. m^{-2} e 263 ± 341 ind. m^{-2} , respectivamente). No verão de 2009 se registrou uma densidade macrobentônica de 544 ± 1.176 ind. m^{-2} , muito similar às encontradas nos dois primeiros anos monitorados (respectivamente, 570 ± 397 ind. m^{-2} e 205 ± 146 ind. m^{-2}), mas todas menores que aquela registrada para o verão de 2008 (1.724 ± 3.0461 ind. m^{-2}), um ano de densidades elevadas em todas as sações. As maiores densidades sazonais da macrofauna bentônica foram registradas durante os outonos (1.096 ± 3.907 ind. m^{-2}) e verões (764 ± 1.712 ind. m^{-2}), sendo as menores observadas ao longo dos invernos (552 ± 1.097 ind. m^{-2}) e primaveras (460 ± 543 ind. m^{-2}), em um padrão oposto ao de *H. australis*.

Espaço-temporalmente foram registradas baixas densidades do macrobentos nos pontos # 3 e # 6 (194 ± 183 ind. m^{-2} e 151 ± 99 ind. m^{-2} , respectivamente) ainda que tenham sido muito variáveis (Fig. 6). Densidades intermediárias foram observadas ao longo da região estuarina, principalmente nos pontos # 7 e # 9, próximos à

desembocadura da Lagoa (387 ± 362 ind. m^{-2} e 237 ± 247 ind. m^{-2} , respectivamente); e expressivas densidades nos pontos de # 00 a # 1 (em especial neste último, 3.482 ± 5.801 ind. m^{-2}), devido à elevada abundância de *K. schubartii*, *H. similis* e *N. fluviatilis*.

Os maiores índices de equitatividade média foram observados para os anos de 2006 e 2007 (respectivamente, média e desvio padrão de $0,39 \pm 0,26$ e $0,40 \pm 0,30$) em comparação a 2008 ($0,30 \pm 0,23$), sendo estes dois primeiros anos aqueles nos quais se registrou, respectivamente, as menores densidades de *H. australis* (Fig. 5) e as menores densidades do restante da macrofauna (Fig. 6). O ano de 2006 apresentou o maior índice de diversidade ($0,65 \pm 0,50$), quando comparado com os anos subseqüentes ($0,55 \pm 0,39$ e $0,44 \pm 0,34$), sendo também registrado neste ano o maior número de espécies (Fig. 4). Ambos os índices foram maiores nos verões e primaveras do que nos outonos e invernos.

Nos pontos localizados próximo à desembocadura da laguna (# 7 a # 9) foram registrados os maiores índices de equitatividade e diversidade (Fig. 7) em comparação aos localizados à montante na região estuarina, principalmente em relação ao ponto # 3, o ponto de menor equitatividade e diversidade no estudo.

4. Variação Espaço-Temporal das Associações Bentônicas

4.1. Variação Espacial da Macrofauna Bentônica e a Formação de Setores

A análise espacial da macrofauna bentônica (Fig. 8) revelou que a posição do ponto no interior do estuário determina significativamente a formação de agrupamentos (Tab. 9), dividindo assim a região estuarina da laguna em três setores (Fig. 9): Setor A,

contendo os pontos # 00, # 0, # 1, # 2, # 3 e # 4; Setor B, com os pontos # 10, # 5 e # 6; e Setor C, com os pontos # 7, # 8 e # 9.

Estes três setores foram significativamente diferentes entre si (Tab. 10) devido principalmente às elevadas densidades no Setor A de *H. australis*, *K. schubartii*, *Tagelus plebeius*, *Laeonereis acuta* e *N. fluviatilis* (espécies estuarinas), *N. succinea* (marinha eurihalina) e *E. mactroides* (estuarina) em uma área de menor profundidade média (Tab. 1) na qual se observou um substrato areno-lodoso de baixos percentuais de matéria orgânica e biodetritos (Figs. 3a e 3b). O Setor B foi marcado pela maior densidade de *H. australis* em relação ao Setor A (Fig. 5) e pela ocorrência em baixas densidades (Fig. 6) das espécies registradas nos setores A e C, sendo observado neste setor um substrato muito variável em função da presença de material biodetrítico e de lama compactada (Fig. 3c). O Setor C foi caracterizado pelas elevadas densidades de *H. similis* (espécie estuarina) e *P. tricuspis*, *A. isabellei*, *Kinbergonuphis difficilis*, *Cirrophorus americanus* e *P. campechiensis* (marinhas) em uma área sujeita à elevada salinidade (ou grandes variações desta) pela proximidade da desembocadura da laguna (Fig. 1), na qual se registrou os maiores índices de diversidade e equitatividade (Fig. 7) e a maior ocorrência de biodetritos no substrato (Fig. 3d).

A análise espacial da macrofauna em cada um dos anos revelou que esta setorização da laguna é variável, onde o Setor B pode se mostrar similar ao Setor A, ao Setor C, ou a ambos (Tab. 11). Ao longo de 2006 foi observada uma dissimilaridade significativa apenas entre os setores A e C devido à presença de *H. australis*, *N. fluviatilis*, *K. schubartii*, *S. grubii* e *E. mactroides* em elevadas densidades no Setor A (a última sendo registrada exclusivamente neste setor) em comparação às espécies *H. similis*, *P. tricuspis*, *C. americanus*, *P. campechiensis* e *A. isabellei*, registradas em um elevado número de indivíduos no Setor C (Tabs. 5 - 7).

Foram observadas diferenças significativas entre o Setor A e os setores B e C para o ano de 2007, uma vez que se registrou para o Setor A uma ocorrência de *N. fluviatilis* e *K. schubartii* em maiores densidades quando relacionado ao Setor B, caracterizado pela presença de *H. australis*, *S. grubii*, *N. succinea* e *A. isabellei* em maior número de indivíduos e em relação ao Setor C, onde se registrou as espécies *H. similis*, NEMERTINEA, *P. tricuspis* e *Hemipodus olivieri* em elevadas densidades (Tabs. 5 - 8).

Em 2008 também se registrou uma dissimilaridade entre setores, onde o Setor C se diferenciou significativamente dos demais pela ocorrência de *H. australis* em menores densidades e à presença de *H. similis*, *P. tricuspis*, *S. grubii* e *K. difficilis* em elevado número de indivíduos quando este foi comparado ao Setor A, no qual se registrou *K. schubartii*, *N. fluviatilis*, *N. succinea* e NEMERTINEA em elevada densidade e em comparação ao Setor B, caracterizado por *A. isabellei* em altas densidades (Tabs. 5 - 8).

4.2. Variação Temporal da Macrofauna Bentônica

4.2.1. Variação Sazonal Intra-anual dos Setores

A análise temporal do macrobentos não revelou uma variação sazonal intra-anual significativa para os setores B e C (Tab. 12, Fig.10), embora a mesma tenha sido registrada no Setor A referente aos anos de 2006 e 2007 (Tab. 13; Fig. 10), nos quais se observou que a sazão de outono foi diferente das demais, assim como registrado para a variável salinidade (Tab. 4; Fig. 2).

Elevadas densidades do gastrópode estuarino *H. australis* e de espécies marinhas (Tabs. 5 - 7) coincidiram com elevados valores de salinidade no outono de 2006 (Fig. 2), tornando-o diferente das demais sazões deste ano, onde o verão foi caracterizado pela presença de *E. mactroides*, o inverno pela marcante presença do anfípode marinho *Bathyporeiapus bisetosus* em elevado número de indivíduos e a primavera pela ocorrência de espécies estuarinas em altas densidades (principalmente *K. schubartii*, *H. similis* e *N. fluviatilis*).

Elevadas densidades de espécies marinhas e reduzidas densidades da macrofauna estuarina em geral (Tabs. 5 - 7) coincidiram novamente com uma marcada sazonalidade referente à salinidade, onde foi registrado para 2007 um outono salgado (Fig. 2). Esse maior número de indivíduos marinhos no outono foi marcante em relação ao inverno e à primavera, nos quais foram registradas espécies estuarinas em maiores densidades (principalmente *H. australis*, *K. schubartii*, *N. fluviatilis*, *H. similis* e *E. mactroides*), e também em relação ao verão, marcado pela presença de *Diastylis* sp., um cumáceo marinho.

4.2.2. Variação Sazonal Interanual dos Setores

Foram também observadas variações sazonais interanuais entre os setores, onde os outonos foram diferentes das demais sazões no Setor A; os outonos foram diferentes dos invernos e primaveras no Setor B; e os verões diferentes dos invernos e primaveras no Setor C, sendo ainda diferentes os outonos das primaveras (Tab. 14; Fig. 11), coincidindo com a variação sazonal observada para a salinidade (Tab. 4; Fig. 2).

Os outonos do Setor A foram dissimilares às demais sazões devido às maiores densidades de espécies estuarinas. Nos verões deste setor as espécies estuarinas

prevaleceram (em especial *N. fluviatilis* e *E. mactroides*), assim como nas primaveras (sendo *H. similis* e *T. plebeius* muito abundantes). Nos invernos prevaleceram a espécie *H. australis* e espécies marinhas como *N. succinea* e *B. bisetosus*, a última exclusiva desta sazão (Tabs. 5 - 7).

Os outonos do Setor B foram diferentes das sações de inverno e primavera devido ao registro de maiores densidades de *S. grubii*, *A. isabellei* e NEMERTINEA; e pelas menores densidades de *N. fluviatilis* (abundante nas primaveras) e *K. schubartii*, *H. australis* e *H. similis*, espécies abundantemente registradas no setor durante os invernos, sendo também importantes nestas sações as espécies marinhas *N. succinea* e *C. americanus* (Tabs. 5 - 7).

Quanto à sazonalidade interanual do Setor C, os verões foram diferentes dos invernos e primaveras. Nas sações de verão foram registradas espécies estuarinas em maiores densidades (Tabs. 5 - 7) quando comparado aos invernos (onde *H. australis* e espécies marinhas mostraram elevadas densidades) e primaveras (onde *H. similis*, *N. fluviatilis* e outras espécies estuarinas foram abundantes). Os outonos ainda foram diferentes das primaveras neste setor, pois nos primeiros se observou espécies marinhas em elevado número de indivíduos enquanto nas primaveras se registrou *H. australis* e algumas espécies marinhas em maiores densidades (Tabs. 5 - 7).

4.2.3. Variação Interanual dos Setores

Além das variações sazonais (intra e interanuais), diferenças interanuais no que se refere ao macrobentos foram observadas nos setores A e C (Tab. 15; Fig. 12), coincidindo esta variação temporal da macrofauna com a variação interanual da

salinidade (Tab. 4; Fig. 2) e com o número de espécies e os índices de diversidade H' decrescentes entre os anos (Figs. 4 e 7).

Com relação ao Setor A, o ano de 2006 foi diferente dos anos de 2007 e 2008 (e estes diferentes entre si) dado o registro de *S. grubii*, *B. bisetosus*, *H. olivieri* (espécies marinhas), *H. similis* e *E. mactroides* (estuarinas) em maiores densidades durante 2006 quando comparado à 2008 (ano em que *B. bisetosus* não foi registrado, no qual foram observadas as espécies *H. australis*, *K. schubartii*, *N. fluviatilis*, NEMERTINEA, *N. succinea*, *L. acuta* e o tanaidáceo marinho *Sinelobus stanfordi* em maiores densidades, este último registrado exclusivamente neste ano); e quando comparado à 2007, caracterizado pela baixa densidade das espécies supracitadas e pela ausência de *L. acuta* e *S. stanfordi* (Tabs. 5 - 8, 15; Fig. 12).

A diferença interanual registrada no Setor C foi restrita à dissimilaridade entre o ano de 2006, caracterizado pela maior presença de espécies marinhas como *P. tricuspis*, NEMERTINEA, *A. isabellei*, *C. americanus*, *P. campechiensis* e *K. difficilis*, ocorrendo em altas densidades, em comparação ao ano de 2008, no qual foram registradas as espécies marinhas *S. grubii* e *N. succinea* e estuarinas como *H. australis* em maior número de indivíduos (Tabs. 5, 7, 8, 15; Fig. 12).

5. Relações entre os Fatores Abióticos e a Macrofauna Bentônica

O teste de Permutação de Monte Carlo identificou correlações significativas ($p < 0,05$) entre a macrofauna e os fatores abióticos salinidade, temperatura, porcentual de finos e atividades de dragagem. Análises Canônicas (ACC) foram executadas somente com aquelas variáveis de significativa influência sobre a macrofauna (Tab. 16), sendo excluídos destas análises os teores de matéria orgânica no sedimento ($p \gg 0,05$ em

todas as análises) e a transparência da água, refinando assim o agrupamento das amostras e diminuindo as possíveis inter-relações existentes entre as variáveis ambientais (*e.g.* transparência e salinidade).

As amostras biológicas referentes a 2006 revelaram que aquelas correspondentes ao verão e à primavera foram positivamente relacionadas à temperatura (Fig. 13), uma vez que nestas duas sações se registrou as maiores temperaturas d'água no ano (Tab. 3) ao contrário do observado para aquelas de outono e inverno, em relação negativa a esta variável. As amostras biológicas de verão e outono mostraram-se positivamente relacionadas à salinidade enquanto as de inverno e primavera, sações em que se registraram salinidades menores (Fig. 2), foram relacionadas negativamente a esta (Fig. 13).

Para as amostras biológicas referentes ao ano de 2007 se revelaram significativas a variável salinidade e a ocorrência de atividades de dragagem (Tab. 16). Os pontos de verão (# 6 a # 8) e os de outono (# 7 a # 9) se mostraram fortemente relacionados ao fator Dragagem, uma vez que foram os únicos neste ano submetidos a estas atividades (Tab. 2; Fig. 14). Quanto à salinidade, as amostras referentes às sações de verão e outono foram novamente relacionadas de maneira positiva a esta variável, mesmo que de modo menos evidente quando comparados ao ano anterior, sendo as amostras de inverno e primavera relacionadas de maneira negativa à salinidade (Fig. 14), sações em que foram registrados baixos valores de salinidade (Fig. 2).

As variáveis ambientais temperatura e porcentual de sedimentos finos influenciaram significativamente as amostras referentes ao ano de 2008 (Tab. 16). As sações de verão e primavera mostraram-se positivamente relacionadas à temperatura d'água, em oposição ao observado para as demais sações (Fig. 15), nas quais se registrou os menores valores para a variável (Tab. 3). No que se refere ao porcentual de

finos, a relação entre as amostras e a variável foi menos evidente, onde a maioria das amostras de verão e inverno se relacionou de maneira negativa e as de outono e primavera de maneira positiva (Fig. 15), principalmente as de primavera, nas quais se registrou na maioria dos pontos um maior percentual de sedimentos finos (Fig. 3a - d).

Ao considerarmos todo o conjunto de amostras, as variáveis que significativamente influenciaram a estrutura do macrobentos foram salinidade, teor de finos e temperatura (Tab. 16; Fig. 16). As amostras de verão (independentemente do ano) se relacionaram positivamente com a variável temperatura, sendo a maioria das amostras de inverno negativamente relacionadas à variável (principalmente as de 2007 e 2008). Também, as amostras de verão (2007 a 2009) e as de primavera (2007 e 2008) foram positivamente relacionadas ao teor de finos do sedimento. Em relação à salinidade, observou-se que a maioria das amostras referentes ao ano de 2006 foi positivamente relacionada a esta variável, em especial as de outono, ano e sazão em que foram registrados os maiores valores de salinidade na região estuarina (Fig. 2).

As variáveis que influenciaram significativamente as dez espécies de maior abundância no estudo foram salinidade, teor de finos e temperatura (Tab. 16). Os gastrópodes marinhos *P. campechiensis* e *A. isabellei* mostraram-se positivamente relacionados à variável salinidade (Fig. 17), onde o primeiro foi registrado em uma densidade elevada próximo à região da desembocadura da laguna e o segundo em mais pontos da região estuarina, embora em menores densidades (Tab. 7). Outras espécies de origem marinha como os poliquetas *S. grubii* e *P. tricuspis* também se mostraram positivamente relacionados à variável salinidade (Fig. 17), sendo frequentemente registradas nos pontos próximos à desembocadura da laguna ou no interior do estuário, nas sações mais salgadas (Tab. 5; Fig. 2).

O gastrópode estuarino *H. australis* mostrou uma baixa relação à variável salinidade (embora positiva) e uma maior relação ao teor de finos (Fig. 17), sendo a espécie sempre encontrada em altas densidades ao longo da região estuarina, com exceção daqueles pontos localizados próximo a desembocadura da laguna, onde por vezes foi registrado em baixa densidade ou esteve ausente (Tab. 7). As espécies *K. schubartii* e *E. mactroides* foram distribuídas na parte superior do gráfico de dispersão ACC (Fig. 17), mostrando uma relação negativa ao teor de finos e positiva à variável temperatura. Estas duas espécies apresentaram elevada densidade nos pontos mais a norte na região estuarina (de fundos areno-lodosos; Figs. 3a e b) e nas sazões de maior temperatura da água (Tab. 3). As espécies *H. similis* e *N. fluviatilis* ficaram localizadas na parte inferior e esquerda do gráfico de dispersão ACC (Fig. 17), revelando-se em relação negativa à variável salinidade (espécies estuarinas) e positiva aos teores de finos (espécie comedora de depósito e detritívora-zoobentófaga, respectivamente).

6. A Ocorrência de Dragagens

Analisando-se os pontos sujeitos à dragagem, foram observadas diferenças significativas na estrutura da macrofauna bentônica entre os períodos pré-dragagem e durante as mesmas, na avaliação daquelas operações de dragagem de beira de cais (D2). Dissimilaridades significativas foram observadas para o ponto # 2 (na retirada de sedimento) e para o ponto # 10 (descarte deste material dragado), não sendo observada essa diferença para o ponto # 3 (ANOSIM; Tab. 17). Tanto para o ponto # 2 como para o ponto # 10, as análises SIMPER revelaram que as dissimilaridades observadas foram causadas pelas espécies *H. australis*, *H. similis*, *K. schubartii*, *N. fluviatilis*, *N. succinea*, *K. difficilis*, *H. olivieri* e pelos NEMERTINEA, onde todas mostraram maiores

densidades durante as operações de dragagem do que no período anterior às mesmas (com exceção de *H. similis* e *K. schubatii* no ponto # 2), um fato muito evidente em relação às densidades do gastrópode *H. australis* (# 2 e # 10; Fig. 5).

Diferenças significativas (ANOSIM) novamente foram registradas na estrutura da macrofauna quando avaliadas as atividades de dragagem de manutenção de calado do canal, com exceção para o ponto # 2 (Tab. 18). Dissimilaridades entre o período anterior às dragagens e os períodos em que ocorreram foram observadas para os pontos # 3, # 6 e # 8, sendo registradas durante as dragagens menores densidades de *H. australis* (# 3 e # 6; Fig. 5) e da macrofauna (# 6 e # 8; Fig. 6). Entre as operações de dragagem e os períodos posteriores às atividades foram observadas diferenças para os pontos # 3, # 4, # 7 e # 9, onde foram registradas durante as dragagens menores densidades de *H. australis* em todos os pontos (Fig. 5) e maiores densidades da macrofauna em todos os pontos, exceto no ponto # 9 (Fig. 6). Ainda, dissimilaridades entre os períodos anteriores às dragagens e após o seu término foram observadas nos pontos # 4, # 6, # 7, # 8 e # 9, nos quais as maiores densidades da macrofauna foram registradas nos períodos anteriores às dragagens (Fig. 6) e onde *H. australis* alcançou, exceto no ponto # 7, expressivas densidades após seu término (Fig. 5).

As análises multivariadas MDS e ANOSIM, abrangendo todos os pontos monitorados na região estuarina da Lagoa dos Patos, não revelaram diferenças significativas entre os pontos não dragados e aqueles em processo de dragagem e nem entre os pontos dragados e depois de serem dragados (Fig. 18). Diferenças significativas foram somente observadas entre o conjunto de pontos não dragados e aqueles depois de dragados, uma dissimilaridade registrada em função das menores densidades de *K. schubartii*, *H. similis* e *N. fluviatilis* e pelas expressivas densidades de *H. australis* no período pós-dragagem (Tab. 19; Fig. 5).

As alterações registradas na estrutura da macrofauna em face aos possíveis impactos das dragagens ocorreram concomitantes à sazonalidade interanual observada para cada um dos pontos e seus respectivos setores (Tab. 14; Fig. 11), assim como o registrado para o conjunto de pontos, onde diferenças na estrutura das associações bentônicas entre os períodos anteriores e posteriores às dragagens foram observadas em paralelo à interanualidade do macrobentos infralitoral (Tab. 15; Fig. 12), coincidindo ambas as variações temporais com as alterações de salinidade no estuário (Tab. 4; Fig. 2), com o número de espécies decrescentes (Fig. 4) e o incremento no número de indivíduos observado entre os anos estudados (Figs. 5 e 6).

DISCUSSÃO

Variáveis abióticas como a granulometria do sedimento e em particular a salinidade estão entre os fatores que determinam os padrões espaço-temporais de densidade e diversidade das associações bentônicas infralitorais (Holland *et al.*, 1987; Warwick *et al.*, 1991; Schlacher & Wooldridge, 1996; Mannino & Montagna, 1997; Cortezzi *et al.*, 2007; Passadore *et al.*, 2007), afetando tanto a composição como a distribuição das espécies do macrobentos estuarino (Bemvenuti & Netto, 1998). Os resultados aqui apresentados revelaram que o porcentual de finos no sedimento, a temperatura da água e principalmente a salinidade exercem forte influência sobre o macrobentos infralitoral da Lagoa dos Patos, em especial esta última variável em termos de composição de espécies.

O Setor A (mais à montante da desembocadura da laguna) revelou uma composição de espécies e densidades da macrofauna muito similares àquelas registradas para as regiões mais ao norte no estuário (Bemvenuti & Netto, 1998). Apresentando um substrato de composição areno-lodosa de baixo porcentual biodetrítico e profundidades entre 5 e 10 m, este setor revelou uma grande densidade do comedor de depósito superficial *Heleobia australis* e a predominância dos suspensívoros *Kalliapseudes schubartii* e *Erodona mactroides*, do detritívoro-zoobentófago *Nephtys fluviatilis*, além da ocorrência do bivalvo suspensívoro *Tagelus plebeius* e dos poliquetas *Laeonereis acuta* (comedor de depósito) e *Neanthes succinea* (onívoro).

O tanaidáceo *K. schubartii* ocorre em densidades elevadas nos substratos arenolodosos, mostrando preferência por sedimentos contendo maiores percentuais de silte e argila (Capítoli *et al.*, 1978) uma vez que escava tubos em forma de “U” que atingem até 15 cm de profundidade no substrato (Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998). No presente

trabalho a espécie foi registrada em expressivas densidades (20.000 ind. m⁻²), se revelando influenciada pela sazonalidade. Maiores salinidades e elevada temperatura de água condicionam picos de recrutamento para a espécie durante o verão e início do outono (Bemvenuti *et al.*, 1992), sendo sugerida uma reprodução de forma contínua para a espécie (Fonseca & D’Incao, 2003). Desde que não seja submetida a salinidades em torno de zero por períodos prolongados, acarretando assim em falhas no seu recrutamento (Colling *et al.*, 2007), o sucesso do recrutamento de *K. schubartii* também é determinado pelo tamanho da população anterior ao processo reprodutivo, indicando uma denso-dependência para a espécie (Colling, 2007).

O bivalvo cavador superficial *E. mactroides*, freqüentemente observado em elevadas densidades nas enseadas rasas da região estuarina (Bemvenuti, 1997a), ocorre em abundâncias elevadas nos substratos areno-lodosos e em fundos contendo areia, inclusive em suas frações maiores (Capítoli *et al.*, 1978). Revelou-se muito abundante praticamente ao longo de todo o Setor A e alcançou sua maior densidade nos verões (1.000 ind. m⁻²), sazão em que atinge o máximo de recrutamento (Bemvenuti *et al.*, 1978), apresentando um declínio acentuado em suas densidades nas demais sazões. A instabilidade da superfície do substrato é reconhecida como fonte 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 disso, organismos filtradores / suspensívoros são sensíveis a situações de intensa deposição de silte e argila, apresentando severa mortalidade (Levinton, 1995). Eventos de deposição e ressuspensão de finos na Lagoa dos Patos são comuns e resultam da intensidade e direção dos ventos e da precipitação pluviométrica na bacia de drenagem da laguna, os quais acarretam no transporte de elevadas quantidades de sedimento para a região

estuarina (Calliari, 1997; Niencheski & Baumgarten, 1997). Segundo Peddicord (1980) e Barnes (1994), bivalvos de sífões curtos como *E. mactroides* são sensíveis à situações de intensa deposição de sedimentos finos, levando o organismo à morte pelo entupimento de suas estruturas filtradoras. Outra espécie, o bivalvo cavador profundo *T. plebeius* ocorre em agrupamentos na parte inferior dos planos intermareais em sedimentos preferencialmente compostos de areia e elevada concentração de finos (Capítoli *et al.*, 1978), explicando sua presença neste setor.

O poliqueta *N. fluviatilis* é uma espécie cavadora e predadora detritívora freqüentemente observada ao longo de todo o infralitoral (Bemvenuti *et al.*, 1978) e com ampla distribuição na Lagoa dos Patos, atingindo até o limite com a região do Guaíba (Bemvenuti & Netto, 1998). No presente trabalho a espécie foi registrada freqüentemente na maioria dos pontos amostrais, sendo muito abundante (700 ind. m⁻²) em condições de baixa salinidade, situação na qual foi observado até mesmo na desembocadura, onde normalmente não ocorre.

O poliqueta marinho eurihalino *N. succinea* foi registrado no presente estudo em grandes densidades (600 ind. m⁻²) e ao longo dos pontos monitorados na região estuarina, contrastando com o observado por Bemvenuti *et al.* (1978), que haviam registrado a espécie em um pequeno número de indivíduos restrito à desembocadura e canal de acesso à Lagoa dos Patos. Esta maior densidade e freqüência de ocorrência desta espécie, além da maior replicação amostral aqui realizada (tanto no espaço como no tempo), denotam as condições de elevada salinidade e maior tempo de permanência de águas salgadas no interior da região estuarina, onde influenciou a baixa pluviosidade registrada desde o verão de 2004, um longo período de seca na bacia de drenagem da Lagoa dos Patos (Capítoli *et al.*, 2007).

Este maior esforço amostral aqui realizado provavelmente foi o fator também responsável pela ampliação da ocorrência do poliqueta *L. acuta* em densidades de até 80 ind. m⁻² a uma profundidade de 10 m, uma vez que anteriormente esta espécie comedora de depósito era somente descrita para os planos rasos até cerca de 1 m de profundidade (Bemvenuti, 1997c).

O Setor B revelou as maiores densidades do gastrópode *H. australis* e uma composição específica que incluiu espécies encontradas no Setor A e aquelas comumente encontradas próximas à desembocadura da laguna, apresentando características transicionais entre os setores a montante e a jusante deste.

Nestas zonas de canal com profundidades entre 8 e 16 m e grande diversidade de substratos (contendo areia, finos, biodetritos ou lama compactada), foram registradas elevadas densidades de *H. australis* (146.000 ind. m⁻²). Tanto no infralitoral raso como nos canais, este gastrópode é o organismo mais abundante do macrozoobentos estuarino em fundos com maiores teores de silte e argila (Capítoli *et al.*, 1978), cujas densidades muitas vezes superam os 45.000 ind. m⁻² em agrupamentos de dimensões variáveis que se caracterizam por expressivas flutuações espaço-temporais de abundância (Bemvenuti *et al.*, 1978; Lana, 1986; Bemvenuti, 1997a; Bemvenuti *et al.*, 1992). Esta espécie se alimenta do filme superficial de material depositado no sedimento ou pastando bactérias sobre folhas de fanerógamas. Apesar disto, não depende de vegetação para manter suas populações, sendo este um habitat alternativo onde se beneficia das condições de maior proteção contra predadores epifaunais e de oferta de alimento (Asmus, 1984).

Ainda que inóspitas para a maioria do macrobentos infaunal, as regiões de canal se mostram relevantes para as formas pelágicas pela maior profundidade da coluna de água e constituem-se na principal rota migratória para a maioria das espécies de predadores estuarinos (Bemvenuti, 1997c), sendo o gastrópode epifaunal *H. australis* de

elevada importância trófica ao integrar a dieta de peixes e crustáceos decápodos (Bemvenuti, 1997b), entre os quais se destacam pela relevância sócio-econômica regional de suas capturas o camarão *Farfantepenaeus paulensis* e o siri azul *Callinectes sapidus*.

As áreas infralitorais correspondentes ao Setor C apresentam condições ambientais rigorosas decorrentes da baixa previsibilidade nas flutuações de salinidade e em especial da elevada instabilidade do substrato (Capítoli *et al.*, 1978). Estes habitats podem apresentar uma intensa hidrodinâmica, originando um tipo de substrato dominado por material arenoso-biodetrítico com elevada instabilidade física a qual determina condições desfavoráveis para a manutenção das associações bentônicas no local e um nítido empobrecimento quali-quantitativo do macrobentos estuarino (Bemvenuti, 1997a; Bemvenuti & Netto, 1998).

Neste setor próximo à desembocadura, entre 12 e 17 m, o número de espécies pode aumentar em função da ocorrência de isópodes, anfípodes e principalmente poliquetas marinhos nos períodos de penetração de água salgada (Bemvenuti *et al.*, 1992). Os resultados aqui observados corroboram o trabalho supracitado pela marcante presença de espécies marinhas como *P. tricuspis*, *A. isabellei*, *K. difficilis*, *C. americanus* e *P. campechiensis*. Ainda assim, o número de espécies registradas em alguns pontos deste setor foi freqüentemente menor que o observado no presente trabalho mais à montante na porção sul da região estuarina, fato este que pode estar relacionado à freqüente ocorrência de substratos argilo-siltosos compactados e até arenosos-biodetríticos na desembocadura da laguna. Nesta região, a redução do número de espécies e também de abundância do macrozoobentos foram atribuídos às amostras efetuadas em fundos biodetríticos que são reconhecidamente pobres em organismos (Bemvenuti *et al.*, 1992; Bemvenuti, 1997a).

Na região da desembocadura, Martins (1971) registrou a presença de sedimentos arenosos interdigitando camadas de sedimento mais finos no substrato. Análises granulométricas realizadas posteriormente por Antiquiera & Calliari (2005) caracterizaram o substrato da região como de composição sedimentar variável (de 10 - 50% até 50 - 90% de areia), cuja alteração era controlada pelas interações entre os regimes hidrodinâmicos lagunar e o marinho, onde a presença de sedimentos mais finos, de origem estuarina, caracterizava a região como de moderada energia enquanto a presença de areia de origem marinha revelava a influência do regime marinho no interior do estuário, caracterizando a região como de alta hidrodinâmica. Estes mesmos autores concluíram que a presença de areia interdigitando sedimentos finos indicava a interação laguna/oceano sem um domínio significativo de nenhum dos ambientes, caracterizando sedimentologicamente a área entre os molhes da barra de Rio Grande como uma zona de transição de ambientes.

Ao longo das zonas de canal da região estuarina da Lagoa dos Patos não ocorrem fundos de macroalgas bentônicas nem de fanerógamas submersas, estando esta vegetação submersa restrita às áreas rasas (< 1,5 m). Macroalgas bentônicas são componentes importantes da vegetação aquática submersa do estuário, onde bancos dominados por *Ulva* spp. são comuns nas enseadas rasas de substrato areno-lodoso, especialmente durante o predomínio de águas de maior salinidade (Asmus, 1984; Bemvenuti, 1987; Seeliger, 1997). Quando suspensas, estas macroalgas formam densas massas flutuantes conhecidas como algas de deriva, as quais continuam a fotossintetizar e crescer enquanto na zona fótica (Coutinho & Seeliger, 1986).

Entre as plantas submersas superiores, a fanerógama estuarina *Ruppia maritima* é a principal espécie (Seeliger, 1997). Na primavera e no verão, pradarias desta fanerógama brotam vegetativamente dos rizomas perenes ou, em áreas de vegetação

escassa e fragmentada, pela germinação de sementes no sedimento (Copertino & Seeliger, 2010), assim como o registrado no verão de 2007-08 nas enseadas rasas do entorno da laguna, em uma biomassa de 10 g m^{-2} (Bemvenuti & Colling, 2010). As pradarias submersas e as macroalgas formam habitats temporários ou permanentes para a macrofauna bentônica (Capítoli & Ortega, 1993; Bemvenuti, 1997a), onde peracáridos epifaunais sedentários como *Ampithoe* sp. e *Melita lagunae* (Amphipoda), *Cassidinidea fluminensis* e *Sphaeromopsis mourei* (Isopoda) e *Sinelobus stanfordi* (Tanaidacea) se beneficiam da oferta de alimento e da complexidade do habitat no refúgio contra predadores, sendo estas espécies características de regiões infralitorais rasas em fundos de macrófitas nas enseadas estuarinas (Capítoli *et al.*, 1978; Bemvenuti & Colling, 2010).

A senescência destas pradarias ocorre durante verões secos e/ou outonos com predomínio de ventos NE, onde a presença de epífitas e algas de deriva pode induzir as populações à morte pela inibição do desenvolvimento das mesmas (dada a redução na intensidade luminosa) ou torná-las mais suscetíveis de serem arrancadas pela ação de ondas e de correntes (Seeliger, 1997), agentes também responsáveis pelo transporte de macroalgas para os canais profundos (Lanari & Copertino, 2006).

Esse fato explica os mais de 4 kg m^{-2} de material vegetal (*Ulva* spp. e *Aphanothece* sp. presas a fragmentos de *R. maritima*) registrados em alguns pontos amostrais nas sazões de outono e inverno de 2008, assim como a ocorrência das espécies supracitadas de peracáridos epifaunais sedentários no infralitoral profundo, onde normalmente não ocorrem. A região de canal não caracteriza um ambiente favorável ao desenvolvimento de fanerógamas e macroalgas (foto-inibição) e de sua epifauna bentônica associada, sendo os peracáridos passivamente transportados pelas

algas de deriva (Holmquist, 1994), utilizando-se deste material vegetal para sua persistência temporal, ainda que reduzida, e como principal fator dispersante.

Em relação aos efeitos das dragagens sobre o macrozoobentos, deve ser considerado que as propriedades biológicas de um ambiente não são estáveis, variando tanto no espaço como no tempo, independentemente de estarem submetidas a um impacto antrópico. As alterações ocorridas em determinada área, *per se*, não evidenciam um impacto a menos que esta seja comparada com uma área não perturbada. Neste princípio, um protocolo amostral foi desenvolvido e amplamente difundido como ferramenta no monitoramento de impactos: o método BACI (sigla em inglês de Antes/Depois - Controle/Impacto) proposto e depois revisado por Underwood (1992, 1994), um rigoroso protocolo de amostragem que permitiria diferenciar as flutuações naturais do ambiente daquelas que ocorreriam no local a ser impactado, incluindo a replicação de tratamentos e controles. Este protocolo de amostragem não foi utilizado no presente trabalho devido às características do local em estudo que, além de sofrer as pressões antrópicas típicas de uma região portuária, ainda é submetida a freqüentes operações de dragagem que não apresentam ocorrência e duração definidas.

No presente trabalho, somente o conjunto de pontos não dragados e aqueles depois de dragados foram significativamente diferentes, onde se registrou o expressivo aumento das densidades de *H. australis* nas áreas dragadas em detrimento das demais espécies. As associações bentônicas de ambientes estuarinos geralmente possuem uma alta resistência a perturbações e apresentam algumas espécies cujo comportamento oportunista possibilita uma rápida recolonização do substrato, após eventual perturbação (Whitlatch & Zajac, 1985).

Processos de re-colonização variam de acordo com as escalas espaciais e temporais analisadas (Hsieh & Hsu, 1999) e de acordo com diferentes variáveis tais

como hidrodinâmica (Jonsson *et al.*, 1991; Snelgrove *et al.*, 1993), características do substrato (Snelgrove *et al.*, 1996) e interações biológicas (Ólfasson *et al.*, 1994). Um dos mecanismos de re-colonização das áreas dragadas pode ser atribuído à presença dos “*hummocks*”, um tipo de feição sedimentar formado pelo acúmulo de substrato revolvido e não dragado que se deposita nas bordas da área efetivamente dragada após a passagem dos aspiradores das dragas de sucção (Grave & Whitaker, 1999). Esse tipo de feição apresenta elevada significância no processo de repovoamento devido à presença de populações residuais no próprio “*hummock*” ou pela migração de adultos (e/ou estabelecimento larval) das áreas não perturbadas para aquelas afetadas (McCauley *et al.*, 1977; Maurer *et al.*, 1981). É possível que no período entre os cruzeiros amostrais o gastrópode dominante *H. australis* tenha re-colonizado as áreas submetidas à dragagem via deslocamento de adultos sobreviventes nos “*hummocks*” ou áreas adjacentes, dada a capacidade de dispersão da espécie (Chomenko & Schäfer, 1984).

Nas áreas recém dragadas freqüentemente se observou o acúmulo de uma fina camada de sedimentos argilo-siltosos (apenas 1 cm) na superfície do pacote sedimentar amostrado (composto predominantemente por frações de maior granulometria e às vezes biodetritos), na qual já se registrava a ocorrência da espécie epifaunal raspadora detritívora *H. australis*. Em seu estudo, Netto & Lana (1994) salientam a marcante resiliência desta espécie perante distúrbios físicos que, aliada à sua capacidade de dispersão ativa, permitem à espécie ocupar áreas periodicamente submetidas a perturbações, onde pode se beneficiar pela reduzida densidade de competidores e pela abundância de nichos tróficos e espaciais à sua disposição (Bemvenuti *et al.*, 1992).

As dragagens de manutenção aqui avaliadas não mostraram efeitos conclusivos sobre a macrofauna, sendo as alterações em densidade e diversidade provavelmente decorrentes da variação temporal natural dos organismos, onde se observa que

diferenças na composição específica e na densidade da macrofauna por vezes são atribuídas à dinâmica sazonal e/ou interanual das associações bentônicas, as quais afetam o macrobentos de maneira tão significativa quanto ou até sobrepujam os efeitos das operações de dragagem (Curry & Parry, 1996; Dauvin *et al.*, 2006).

Ao longo dos mais de três anos de amostragens na zona infralitoral de canal foram registradas 80 spp., em sua maioria de origem marinha, um número maior que aquele observado anteriormente nos diversos estudos realizados em períodos de salinidades variáveis (entre 10 e 35) no infralitoral da região estuarina da Lagoa dos Patos, os quais somados registraram uma composição específica de até 66 spp. do macrobentos (Bemvenuti *et al.*, 1992, 2003, 2005; Bemvenuti & Netto, 1998).

Devido à ocorrência e permanência de salinidade zero ao longo de três sações consecutivas, Bemvenuti *et al.* (1992) registraram 19 spp. de macroinvertebrados bentônicos à montante na região estuarina e 21 spp. na região próxima à desembocadura da laguna, ressaltando que nesta se registrou uma maior diversidade pela presença esporádica de poliquetas e peracáridos marinhos que acompanhavam, passivamente, a penetração de água marinha em períodos de maior salinização estuarina. Com alguns pontos amostrais coincidindo com o presente trabalho, Bemvenuti *et al.* (2003) registraram um total de 22 spp., a sua maioria de origem estuarina, em uma composição e riqueza do macrobentos muito similar ao observado por Bemvenuti *et al.* (1992).

Em outro estudo, Bemvenuti & Netto (1998) registraram 40 spp. macrozoobentônicas e evidenciaram uma forte sazonalidade em termos de composição específica relacionada com variações de salinidade, onde 10 spp. foram registradas em sações de baixa salinidade (inverno e primavera) enquanto naquelas de elevada salinidade (verão e outono) foram registradas 35 spp., estas principalmente marinhas.

Com um desenho amostral similar ao adotado neste trabalho, ainda que de menor replicação temporal, Bemvenuti *et al.* (2005) evidenciaram uma forte sazonalidade da macrofauna, onde um maior número de espécies nas sações de verão e outono (36 e 35 spp. respectivamente, em sua maioria poliquetas de origem marinha) coincidiu com valores elevados de salinidade enquanto uma marcada redução na salinidade até valores de zero (ou próximos a este e persistindo sob estas condições por um prolongado período), determinaram um menor número de espécies registradas no inverno (20 spp.) e na primavera (18 spp.).

O reduzido número de espécies registradas na região infralitoral de canal (em média 5 spp. em 0,078 m²), obtidas a partir de coletas com pegador van Veen (19 x 41 cm), foi inferior ao número de espécies geralmente registradas nas amostragens realizadas com tubos extratores (10 cm de diâmetro) em fundos infralitorais rasos não vegetados da região estuarina da Lagoa dos Patos, em média 7 spp. em 0,0078 m² (Bemvenuti *et al.*, 1978; Bemvenuti, 1987, 1997a, c; Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998; Rosa & Bemvenuti, 2006, 2007; Colling *et al.*, 2007; Bemvenuti & Colling, 2010). Por outro lado, a composição específica final dos ambientes infralitorais profundos, revela que as cerca de 80 spp. coletadas representam um número cerca de quatro vezes superior ao registrado nas enseadas rasas, apesar da grande quantidade de amostras e da maior replicação temporal efetuadas nestas.

Esta maior variabilidade no número de espécies no canal em relação às enseadas rasas reflete a maior instabilidade física da área mais profunda, na qual a maior dinâmica de enchentes e vazantes provoca drásticas variações de salinidade e uma maior instabilidade do substrato, determinando assim condições menos propícias à permanência por longo prazo do macrozoobentos marinho e maiores câmbios na diversidade. A ocorrência efêmera de espécies marinhas no estuário, através do

assentamento larval ou transporte passivo de juvenis e adultos pelo canal, em períodos curtos de salinização, não garante um incremento permanente na diversidade estuarina. Nos mais de três anos de amostragens, a salinidade da região estuarina sempre se manteve alta e raríssimas vezes atingiu zero, permanecendo sob esta condição por apenas um ou dois dias. A manutenção de salinidades elevadas por um grande período, como aqui observado, permite uma maior sobrevivência e persistência temporal de espécies marinhas costeiras na porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos, aumentando seu número de espécies registradas e modificando a composição específica de suas associações de macroinvertebrados bentônicos.

CAPÍTULO II

O EFEITO DO DESCARTE DE SEDIMENTOS DRAGADOS SOBRE O MACROZOOBENTOS DE FUNDOS INCONSOLIDADOS NA REGIÃO MARINHA ADJACENTE À LAGOA DOS PATOS, RS, BRASIL

INTRODUÇÃO

No ambiente de Plataforma Continental Interna, fora da influência da desembocadura de rios e estuários, o acúmulo de sedimentos finos e de matéria orgânica particulada é raro devido à turbulência provocada pela ação das ondas e correntes que atuam no fundo, prevenindo sua deposição, dado o pequeno tamanho ou densidade destas partículas. O aumento dos teores de finos na plataforma ocorre, de modo geral, a partir da isóbata de 50 m, onde a deposição de material particulado é favorecida pela maior altura da coluna d'água e pela diminuição da hidrodinâmica no substrato (McLusky & McIntyre, 1988).

Ao estudar a Plataforma Continental Sul-Brasileira, Martins *et al.* (1967) observaram que a porção interna desta plataforma (entre as isóbatas de 20 e 40 m) é predominantemente constituída por uma seqüência de sedimentos arenosos de origem Pleistocênica que se mostra descontínua somente na região da desembocadura da Lagoa dos Patos, esta de composição lamítica e de expressão local, formando a Fácies Patos.

A Lagoa dos Patos está localizada na costa sudeste da América do Sul, em uma área de aproximadamente 10.227 km² ao longo da planície costeira do extremo sul do Brasil (Asmus, 1997). Dados sedimentológicos mostram que esta laguna é uma importante fonte de sedimentos para a plataforma continental desta região do Oceano Atlântico (Calliari *et al.*, 2009), onde os sedimentos finos encontrados no ambiente marinho costeiro são resultantes do transporte de grandes quantidades de material em suspensão originados na bacia de drenagem desta laguna e possivelmente de ações antrópicas como os desmatamentos e as atividades de dragagem na região estuarina da Lagoa dos Patos.

Operações de dragagem ocorrem freqüentemente ao redor do mundo (Guerra-García *et al.*, 2003; Bemvenuti *et al.*, 2005; Dauvin *et al.*, 2006; Guerra *et al.*, 2009), sendo a grande maioria dos sedimentos dragados despejados na própria região estuarina ou no ambiente marinho costeiro devido ao baixo custo operacional envolvido (Engler & Mathis, 1989), ainda que possam ser prejudiciais às associações de macroinvertebrados bentônicos, devido à sua baixa ou nenhuma mobilidade (Kennish, 1992).

Alterações em densidade e diversidade macrozoobentônicas têm sido registradas nos estudos que avaliam operações de descarte (Rees *et al.*, 1992; Witt *et al.*, 2004; Powilleit *et al.*, 2005) embora também tenham sido observados efeitos mínimos ou a não ocorrência de impactos (Harvey *et al.*, 1998; Roberts & Forest, 1999; Smith & Rule 2001; Simonini *et al.*, 2005). O descarte de material dragado também pode promover alterações na composição sedimentar dos substratos onde são despejados (Levisen *et al.*, 1997; Bolam & Whomersley, 2005; Vivan *et al.*, 2009), podendo assim trazer prejuízos à macrofauna.

A mais recente atividade de dragagem ocorrida no interior da região estuarina da Lagoa dos Patos (Capítulo I desta Dissertação) gerou ao longo de um ano um total de 3.621.423 m³ de sedimentos, os quais foram lançados na região marinha de plataforma interna adjacente à desembocadura desta laguna. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto causado pelo descarte deste material sobre a macrofauna bentônica marinha local.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Área de Estudo e Desenho Amostral

A região de Plataforma Continental no extremo sul do Brasil está sob influência da Convergência Subtropical formada pelo encontro entre a Corrente do Brasil e a Corrente das Malvinas (Garcia, 1997), onde também se fazem importantes os aportes de água continental oriundos da Lagoa dos Patos e do Rio da Prata (Niencheski & Fillmann, 1997). A topografia da plataforma continental na região controla o transporte de massas de água oceânicas, embora a dinâmica das águas costeiras seja controlada por ciclos meteorológicos de curta e longa duração (Abreu & Castello, 1997).

Com uma pequena amplitude de maré, as trocas de água entre a Lagoa dos Patos e a região costeira são influenciadas pela passagem de frentes polares (Costa *et al.*, 1988; Möller *et al.*, 1991). Uma das fontes de variação na salinidade estuarina tem origem no aporte pluvial de água doce na bacia de drenagem do sistema Patos-Mirim (Hartmann & Harkot, 1990; Vaz *et al.*, 2006). Outra fonte de variação advém da frequência, intensidade e direção dos ventos na região, onde aqueles do quadrante NE predominam nas sações de primavera e verão e os do quadrante S nos outonos e invernos (Krusche *et al.*, 2003). Assim, condições homogêneas de água doce estão associadas com elevada descarga fluvial e ventos do quadrante NE (determinando regimes de vazão), e condições homogêneas de água salgada estão associadas com mínima descarga de água doce e ventos do quadrante S, determinando o predomínio de enchentes (Niencheski & Baumgarten, 1997).

A Plataforma Interna, entendida como divisão fisiográfica, se estende desde a zona de arrebentação até os 50 m de profundidade (Zembruski, 1979). A região de

plataforma interna no estado do Rio Grande do Sul apresenta substratos predominantemente arenosos, à exceção da região estudada, onde depósitos lamínicos ocorrem por influência da Lagoa dos Patos (Calliari & Fachin, 1993).

A área em estudo se localiza na região marinha adjacente 10 milhas náuticas à SE da desembocadura desta laguna, nas isóbatas de 19 - 20 m (Fig. 19). Nesta área foram realizadas amostragens em dois locais com aproximadamente 4 km²: no polígono de Descarte do material dragado (ponto # 11) e em um local afastado deste cerca de 1 milha náutica a SE (Tab. 20) utilizado como Controle (ponto # 12), onde não foram despejados sedimentos dragados.

2. Amostragem Macrobentônica

As amostragens foram temporalmente divididas em três etapas: no período anterior ao despejo de material dragado (outono de 2006); durante os descartes deste material (primavera de 2006, verão e outono de 2007), e no período posterior ao encerramento dos descartes de sedimento (sazonalmente entre o inverno de 2007 e o verão de 2009).

Em cada uma destas sações, quatro amostras foram tomadas aleatoriamente no interior da área de Descarte e no interior da área Controle, utilizando-se um pegador de fundo tipo van Veen (0,078 m²). As amostras biológicas foram previamente peneiradas em malhas de nylon (0,5 mm de abertura) e posteriormente fixadas em solução de formol 4%. Em laboratório a macrofauna bentônica foi triada, identificada, contada com o auxílio de microscópio estereoscópico (lupa) e então preservada em etanol 70%.

3. Fatores Abióticos

3.1. Variáveis Ambientais

Duas amostras de aproximadamente 50 g de sedimento foram coletadas em cada uma das áreas, concomitante às amostragens biológicas, para análises granulométricas seguindo os protocolos de peneiramento (partículas > 0,062 mm) e pipetagem (< 0,062 mm) descritos em Suguio (1973), de onde os percentuais granulométricos foram calculados e posteriormente agrupados em categorias de Φ (*phi*): partículas maiores que 2 mm (fragmentos de conchas, $\Phi = -1$), areia ($\Phi = 2$), silte ($\Phi = 6$) e argila ($\Phi = 8$), sendo incorporados a estes *phi* as frações menores de cada categoria (*e.g.* areia fina, média e grossa compuseram o percentual de areia e assim sucessivamente). Os teores médios de matéria orgânica, obtidos a partir destas amostras sedimentares, foram determinados através do método de perda de peso por combustão (Walkley & Black, 1934).

A profundidade local (eco-sonda, precisão de 0,5 m), a temperatura da água (termômetro de mercúrio, precisão de 0,1 °C) e a salinidade (refratômetro ótico, precisão de uma unidade) foram registradas *in situ* em todas as amostragens, sendo as variáveis da coluna d'água tomadas em superfície.

3.2. Descartes de Material Dragado

A Superintendência do Porto do Rio Grande (SUPRG) periodicamente executa dragagens de manutenção no canal principal da Lagoa dos Patos no intuito de mantê-lo a uma profundidade navegável (Capítulo I desta Dissertação). Esta dragagem de

manutenção de calado ocorreu desde a porção norte do Porto Novo (# 2) até a região da desembocadura da laguna (# 9), entre o inverno de 2006 e o outono de 2007, a qual gerou os seguintes volumes de sedimento nas suas respectivas sazões (Tab. 2; Fig. 1): entre junho e agosto de 2006, 607.564 m³ de sedimento (inverno); de setembro a novembro de 2006, 773.028 m³ de sedimento (primavera); entre dezembro de 2006 e fevereiro de 2007, 1.259.303 m³ de sedimento (verão); e entre março e maio de 2007, 981.528 m³ de sedimento (outono), em um total de 3.621.423 m³ de sedimentos dragados do interior da Lagoa dos Patos, os quais foram descartados na região marinha estudada (# 11, Fig. 19).

4. Análise dos Dados

Para a realização das análises estatísticas foram utilizados os softwares SysGran 3.0[®], PRIMER 6.0[®] e STATISTICA 7.0[®].

4.1. Granulometria

A determinação do tipo de substrato nos pontos amostrais bem como a hidrodinâmica à qual se encontravam submetidos foi obtida utilizando-se os Diagramas de Shepard (Shepard, 1954) e de Pejrup (Pejrup, 1988), respectivamente.

As diferenças nos percentuais granulométricos (partículas > 2 mm, areia, silte e argila) foram temporalmente testadas para ambas as áreas estudadas entre os períodos antes, durante e depois dos descartes de material dragado, por Análises de Variância ANOVA (Unifatorial, $p < 0,05$). Foram observadas a normalidade e homogeneidade dos dados, com exceção aos teores de matéria orgânica no ponto # 11, os quais foram

transformados seguindo a fórmula $X' = 1 / (X + 1)$, a fim de que atingissem sua homocedasticidade.

Quando significativas, as diferenças observadas pela ANOVA foram testadas através de testes *post hoc* de Tukey para *n* desiguais (Unequal *n* HSD), uma vez que um número diferente de réplicas compunha os fatores analisados.

4.2. Macrofauna Bentônica

A densidade da macrofauna bentônica foi expressa em ind. m⁻². Em gráficos à parte, foram também expressas as densidades do gastrópode estuarino *Heleobia australis* d'Orbigny 1835, dos poliquetas *Cirrophorus americanus* Strelzov, 1973; *Clymenella* sp.; *Ninoe brasiliensis* Kinberg, 1865; *Kinbergonuphis difficilis* Fauchald, 1982; *Neanthes bruaca* Lana & Sovierzoski, 1987 e *Paraprionospio pinnata* Ehlers, 1901; dos gastrópodes *Anachis isabellei* Orbigny, 1841 e *Natica isabelleana* Orbigny, 1840; do bivalvo *Tellina* sp.; e a soma das densidades das espécies de Ophiuroidea registradas: *Amphiodia planispina* Martens 1867; *Amphioplus lucyae* Tommasi 1971; *Amphipholis squamata* Delle Chiaje, 1828; *Amphiura joubini* Koehler 1912 e *Hemipholis elongata* Say, 1825.

O número de espécies, expresso como o número total de espécies registradas em determinado ponto, foi usado como uma medida de diversidade (Stirling & Wilsey, 2001) em conjunto com o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), o qual leva em consideração a abundância relativa das espécies na comunidade. O número de espécies foi expresso, em seu respectivo gráfico e ao longo do texto, como a soma do número de espécies das quatro amostras coletadas, explicitando assim a riqueza macrozoobentônica dos pontos amostrais no espaço e no tempo.

As variações em densidade, número de espécies e diversidade (H') foram temporalmente testadas entre os períodos antes, durante e depois dos descartes de material dragado, por Análises de Variância ANOVA (Unifatorial, $p < 0,05$). Para que fossem atingidas a normalidade e homogeneidade dos dados, estes foram transformados seguindo a fórmula $X' = 1 / (X + 1)$.

Quando significativas, as diferenças observadas pela ANOVA foram testadas através de testes *post hoc* de Tukey para n desiguais (Unequal n HSD), uma vez que um número diferente de réplicas compunha os fatores analisados.

4.3. Avaliação do Impacto dos Descartes

Análises multivariadas (Clarke & Warwick, 1994) foram executadas a fim de se identificar possíveis alterações na abundância e diversidade das associações bentônicas. Análises de Ordenação (MDS), que agrupam as amostras biológicas em função de seu grau de similaridade, foram executadas com base em uma matriz de Similaridade de Bray-Curtis a partir de cada uma das réplicas biológicas transformadas seguindo a fórmula $X' = \log (X+1)$.

As variações espaciais da macrofauna bentônica (entre o Descarte # 11 e o Controle # 12) foram avaliadas em três diferentes momentos: “antes” do descarte do material dragado (amostras referentes ao outono de 2006); “durante” os descartes (primavera 2006 - outono 2007); e “depois” do encerramento dos descartes (inverno 2007 - verão 2009).

A similaridade dos agrupamentos formados foi testada através de Análises de Similaridade (ANOSIM, $p < 0.05$) e, quando diferenças significativas foram encontradas, Análises de Percentual de Similaridade (SIMPER) foram executadas para

se evidenciar as espécies responsáveis por estas diferenças e seu percentual de contribuição na dissimilaridade.

Ainda, as variações temporais do macrozoobentos (antes, durante e depois dos despejos de material) foram avaliadas na área de Descarte e no Controle, onde a similaridade dos agrupamentos foi novamente testada por análises ANOSIM e, quando diferentes significativamente, análises SIMPER foram executadas.

Espécies de ocorrência rara (< 5% do n amostral) foram excluídas das análises multivariadas.

RESULTADOS

1. Variáveis Ambientais

A salinidade registrada na região se mostrou muito semelhante entre os pontos amostrais (Tab. 21), cujas salinidades foram típicas de um ambiente marinho (34 - 35), ainda que tenham sido registrados valores entre 25 e 30. As menores salinidades do período em estudo foram registradas no inverno (18 - 21) e primavera de 2007 (26 - 34), onde também se observou menores salinidades na área de Descarte em relação ao Controle (3 e 8 unidades), mesmo que distantes apenas 1 milha náutica.

Em relação à temperatura, observou-se maiores temperaturas de água relacionadas às primaveras (17 a 20°C) e principalmente aos verões (24 a 26°C), sendo mais variáveis nos outonos (16 a 25°C) e baixas durante os invernos, entre 11 e 12°C (Tab. 21). Foram também registradas diferenças de temperatura entre os pontos amostrais, os quais chegaram a apresentar até 3°C de diferença (primavera de 2007).

As análises sedimentares revelaram que ambos os locais se encontravam sujeitos a uma hidrodinâmica muito alta (Fig. 20), tendo sido registrado na área de Descarte (ponto # 11), um substrato com predomínio de areia em comparação ao substrato da área Controle (ponto # 12), de granulometria variável e com maiores percentuais de sedimentos finos. No período anterior aos descartes de material dragado, a área de Descarte revelava um substrato contendo 94,08% de areia, 1,75% de silte, 3,25% de argila e apenas 0,95% matéria orgânica (Tab. 22). Durante o período de descartes esta composição sedimentar foi alterada (em média 55,58% de areia, 22,72% de silte, 20,85% de argila e 4,70% de matéria orgânica), permanecendo em uma composição

similar no período pós-descarte (em média 68,43% de areia, 11,79% de silte, 19,20% de argila e 4,56% de matéria orgânica).

Em relação ao Controle, no período pré-descarte, registrou-se um substrato contendo 63,94% de areia, 23,05% de silte, 12,65% de argila e 4,15% de matéria orgânica (Tab. 22). No período equivalente aos descartes, a proporção sedimentar de finos no substrato desta também se alterou, sendo observada uma diminuição do percentual da fração areia e incremento nos teores de finos e de matéria orgânica (em média 45,62% de areia, 29,18% de silte, 25,00% de argila e 9,92% de matéria orgânica), uma proporção equivalente ao período pós-descarte (em média 42,87% de areia, 29,14% de silte, 27,50% de argila e 8,10% de matéria orgânica).

As análises univariadas executadas aos percentuais granulométricos revelaram que o descarte de sedimentos de fato alterou a granulometria da área de Descarte, onde se registrou um aumento significativo ($p = 0,002$) nos percentuais de silte durante os descartes e também um incremento significativo ($p = 0,002$) nos teores de matéria orgânica durante e após o despejo deste material (Fig. 21). Em relação à área Controle, as análises univariadas não revelaram diferenças estatísticas no que se refere aos percentuais granulométricos, embora alterações na composição sedimentar do substrato da área Controle tenham sido observadas em relação ao período de descarte do material dragado e após o encerramento deste (Fig. 22).

Anteriormente aos descartes, o ponto # 11 (Descarte) apresentava um substrato com predomínio de areia e o ponto # 12 (Controle) um substrato composto de areia siltica (Fig. 23a). Durante o despejo do material, por sua vez, se registrou areia siltica e silte arenoso no ponto # 11 (Fig. 23b) e uma variação gradativa entre areia siltica e silte no ponto # 12 (Fig. 23c). Após o encerramento dos descartes ainda se registrava uma composição com um variado teor de finos no substrato do ponto # 11 (desde areia até

silte arenoso; Fig. 23d), uma variação não observada em relação ao ponto # 12 (predomínio de silte arenoso; Fig. 23e).

2. Composição, Densidade e Diversidade Bentônica

Foram registradas pelo menos 100 espécies da macrofauna bentônica, sendo a classe Polychaeta a mais diversa (62 spp.), seguida pelo subfilo Crustacea (20 spp.), pelo filo Mollusca (10 spp.), pelo filo Echinodermata (6 spp.) e outros 2 *taxa*, Nemertinea e Platyhelminthes (Tab. 23).

Ao longo do trabalho foi registrado um maior número total de espécies no ponto # 11 (Descarte, 88 spp.) quando comparado ao ponto # 12 (Controle, 83 spp.), sendo registradas de 44 a 20 spp. na área de Descarte e 41 - 23 spp. no Controle. No outono de 2006, período anterior ao início dos descartes, o ponto # 11 revelava a riqueza da macrofauna com um total de 20 spp. (Fig. 24a) enquanto no ponto # 12 foram observadas 40 spp. (Fig. 24b). Porém, durante o despejo do material dragado, o número de espécies no ponto # 11 sofreu um incremento considerável, apresentando 44 spp. (logo após o início dos descartes), 33 e 20 spp. (no final dos descartes), uma riqueza de espécies por vezes maior que a registrada para o ponto # 12 neste mesmo período (37, 29 e 40 spp.). Após o encerramento das atividades de descarte, o número de espécies registradas para a área de Descarte sempre se manteve mais elevado que no início das amostragens (em média 29 spp.) e por vezes maior quando comparado a área Controle (outono à primavera de 2008), ainda que no período pós-descarte tenha se observado no Controle uma maior riqueza média de espécies (31 spp.).

Em termos de composição específica e dominância em abundância, as áreas analisadas se mostraram diferenciadas. Na área de Descarte (# 11) o gastrópode

estuarino *Heleobia australis* foi a espécie dominante em abundância (32,14%), seguida pelos poliquetas *Cirrophorus americanus* (13,24%), *Ninoe brasiliensis* (7,34%), *Paraprionospio pinnata* (5,25%), *Notomastus* sp. (3,84%), *Amphicteis* sp. (2,40%) e *Scoloplos rubra* (2,30%); pelo gastrópode *Natica isabelleana* (3,78%), pelo ofiuróide *Hemipholis elongata* (2,03%) e pelo bivalvo *Tellina* sp. (2,00%) que, juntos, corresponderam a 74,32% da abundância total registrada na área (3.255 ind.).

Na área Controle (# 12), o poliqueta *C. americanus* foi a espécie dominante em abundância (18,8%), seguido pelos bivalvos *Tellina* sp. (15,80%) e *Mactra isabelleana* (5,24%), pelos poliquetas *N. brasiliensis* (9,19%), *Kinbergonuphis difficilis* (8,87%), *N. bruaca* (6,14%), *P. pinnata* (4,58%) e *Clymenella* sp. (2,93%); e pelos gastrópodes *N. isabelleana* (3,75%) e *Anachis isabellei* (2,56%), responsáveis por 77,86% da abundância total registrada na área (5.634 ind.).

Além de uma composição e abundância diferenciadas, a área de Descarte também revelou uma reduzida densidade da macrofauna bentônica. Antes dos descartes, a densidade média na área de Descarte (# 11) foi de apenas 567 ± 338 ind. m^{-2} (Fig. 25a) enquanto se registrou na área Controle (# 12) uma densidade de 2.269 ± 575 ind. m^{-2} (Fig. 25b). Durante o período de descarte, dois eventos fizeram com que as densidades destas áreas fossem expressivamente alteradas: na primavera de 2006 na área de Descarte, o registro de uma densidade de 2.849 ± 808 ind. m^{-2} (dos quais 47,75% correspondiam ao gastrópode *H. australis*), enquanto na área Controle menores densidades foram observadas (1.811 ± 840 ind. m^{-2}); e durante o outono de 2007, o registro no Controle de uma densidade de 3.779 ± 1.657 ind. m^{-2} , dos quais 60,25% correspondiam ao bivalvo *Tellina* sp. em fase de recrutamento, dado o tamanho dos indivíduos (*ob. pess.*). Ainda assim, durante os descartes, a densidade média da área de Descarte (1.334 ± 1.210 ind. m^{-2}) foi cerca da metade daquela registrada neste mesmo

período na área Controle (2.215 ± 1.552 ind. m^{-2}). Após o encerramento das atividades de descarte, as densidades dos dois pontos variaram de maneira semelhante, ainda que na área de Descarte tenha se observado menores densidades (833 ± 512 ind. m^{-2}) que as registradas no Controle (1.311 ± 565 ind. m^{-2}).

Quanto à diversidade dos pontos amostrais (Shannon-Wiener H'), no período anterior aos descartes se observou para a área de Descarte um baixo valor (1,2; Fig. 26a) se comparado à área Controle (2,4; Fig. 26b). Foi registrado então um incremento no valor deste índice para o ponto # 11 (Descarte), sendo observado o mesmo valor médio de diversidade (H') para estes dois pontos durante os descartes de material (2,1) e valores muito similares após o final destas atividades (2,1 para o Descarte e 2,2 para o Controle).

3. Os Descartes do Material Dragado

As análises univariadas não revelaram alterações na densidade da macrofauna em relação ao descarte do material dragado no ponto # 11 ($p = 0,568$), embora diferenças significativas tenham sido observadas no número de espécies ($p = 0,004$) e na diversidade de Shannon ($p = 0,001$), onde ambos mostraram valores significativamente maiores nos períodos de ocorrência dos descartes e após os mesmos, se comparados ao período anterior aos despejos. Em relação ao ponto # 12, foram observadas diferenças somente em relação à densidade da macrofauna ($p = 0,036$), sendo estas significativamente maiores nos períodos anteriores aos descartes de material dragado e no decorrer dos mesmos se comparadas ao período posterior aos despejos (Tab. 24).

4. Variação Espacial da Macrofauna

Em relação à estrutura espacial do macrobentos, diferenças entre o ponto # 11 (Descarte) e o ponto # 12 (Controle) foram observadas antes, durante e após os descartes de material dragado (Tab. 25; Figs. 27a - c). A diferença observada entre o Descarte e o Controle, no período anterior aos descartes, adveio da presença exclusiva dos poliquetas *K. difficilis*, *N. bruaca*, *N. brasiliensis*, *Clymenella* sp., *C. americanus*, *Magelona posterolongata*, *Magelona variolamellata*, *Kinbergonuphis* sp. 2 e de maiores densidades do gastrópode *N. isabelleana* no Controle, onde o Descarte se diferenciou pela presença exclusiva de *H. australis*. Durante os descartes de material, os pontos se mostraram diferentes pelas menores densidades da macrofauna registradas na área de Descarte (não foram observadas espécies ausentes, com exceção do poliqueta *Diopatra viridis*), pela presença exclusiva de *H. australis* neste ponto e pelas maiores densidades do poliqueta *Parandalia tricuspis* em relação ao Controle (Tab. 25). Após o encerramento das atividades, o Descarte ainda se diferenciava pelas menores densidades da macrofauna em relação ao Controle, padrão este que determinou a diferenciação entre as áreas ao longo de todo o trabalho (Tab. 25; Fig. 27d).

5. Variação Temporal da Macrofauna

Foram observadas na área de Descarte alterações significativas na estrutura temporal da macrofauna (ANOSIM), onde os três períodos analisados (antes, durante e depois dos descartes de material dragado) foram diferentes entre si (Tab. 26; Fig. 28a), uma alteração muito evidente se observada a configuração não linear e divergente das amostras (Fig. 28b).

O período anterior aos descartes foi marcado pela ausência de muitas espécies da macrofauna e por suas baixas densidades. Durante os descartes, porém, o número de espécies aumentou significativamente (Tab. 24), determinando a diferenciação deste período pela presença dos poliquetas *P. tricuspis*, *N. bruaca*, *Notomastus* sp. e *C. americanus*; dos gastrópodes *H. australis* e *N. isabelleana* e do bivalvo *Tellina* sp., todos em maiores densidades que no período pós-descarte, este caracterizado pelas maiores densidades dos poliquetas *P. pinnata* e *S. rubra* e do ofiuróide *H. elongata* (Tab. 26).

Por sua vez, a estrutura da macrofauna na área Controle se mostrou similar entre o período anterior aos descartes e durante a ocorrência dos mesmos, sendo somente observadas diferenças significativas (ANOSIM) entre o período pós-descarte e os demais (Tab. 27; Fig. 28c). Em comparação ao registrado na área de Descarte, a área Controle mostrou uma evolução mais linear e convergente das amostras em direção ao seu ponto inicial (Fig. 28d).

Após os descartes se observou um decréscimo nas densidades da macrofauna em geral, com apenas o incremento nas densidades do poliqueta *P. pinnata*, do bivalvo *M. isabelleana* e do gastrópode *A. isabellei*. O período pós-descarte foi diferenciado do pré-descarte uma vez que este último mostrou maiores densidades dos poliquetas *K. difficilis*, *N. bruaca*, *Clymenella* sp., *M. variolamellata*, *M. posterelongata* e *Kinbergonuphis* sp. 2; do gastrópode *N. isabelleana* e do anfípode *Ampelisca parea*. Observa-se que estas espécies foram também abundantes no período correspondente aos descartes, o qual apresentou ainda elevadas densidades do bivalvo *Tellina* sp. e do poliqueta *D. viridis*.

6. Variação Espaço-Temporal de algumas Espécies da Macrofauna

As dez espécies responsáveis pela diferenciação geral entre as áreas (SIMPER; Tab. 25), além dos Ophiuroidea, revelaram diferenças espaço-temporais em suas densidades. O poliqueta *Kinbergonuphis difficilis*, ausente no período anterior ao descarte de material dragado e muito abundante no início dos mesmos na área de Descarte (primavera de 2006; Fig. 29a), revelou menores densidades no período pós-descarte assim como observado na área Controle, onde foram registradas elevadas densidades da espécie antes e durante os descartes e reduzidas densidades a partir do outono de 2008 (Fig. 29b). O poliqueta *Neanthes bruaca* foi constantemente registrado em baixas densidades na área de Descarte (Fig. 30a), estando ausente no período anterior ao descarte de material dragado. A espécie sofreu um incremento em abundância durante o período de despejo de material na área de Descarte, enquanto na área Controle se mostrou abundante nos períodos pré-descarte e durante os despejos, diminuindo somente no pós-descarte (Fig. 30b).

Outro poliqueta, *Paraprionospio pinnata*, revelou uma baixa abundância nas áreas estudadas, sendo registrados incrementos em suas densidades no verão de 2007 e ao longo de 2008, tanto no Descarte como no Controle (Figs. 31a - b). Outros dois poliquetas, *Cirrophorus americanus* (Figs. 32a - b) e *Ninoe brasiliensis* (Figs. 33a - b), foram registrados em maior densidade na área Controle em relação à área de Descarte. No período pré-descarte, *C. americanus* foi registrado em baixa densidade e *N. brasiliensis* não foi registrado na área de Descarte, ambas experimentando expressivos incrementos em densidade no período de ocorrência dos descartes (em especial relacionado ao período inicial dos mesmos, na primavera de 2006) e menores densidades no pós-descarte.

O gastrópode *Natica isabelleana* também revelou uma maior densidade na área de Descarte relacionada ao início dos descartes do material dragado em comparação ao período anterior, mantendo-se em relativa abundância até a primavera de 2007, a partir da qual sofreu reduções em densidade (Fig. 34a). Foram registradas na área Controle as maiores abundâncias deste gastrópode, sendo marcantes dois picos de elevada densidade: o primeiro relacionado ao período pré-descarte (outono de 2006) e outro durante os mesmos (outono de 2007; Fig. 34b).

Ausente da área de Descarte no período anterior aos despejos, foram observadas as maiores densidades do poliqueta *Clymenella* sp. no início dos descartes do material dragado (Fig. 35a), densidade esta muito similar à observada durante o período pré-descarte na área Controle, onde uma elevada abundância do poliqueta foi freqüentemente registrada (Fig. 35b).

O gastrópode *Anachis isabellei*, com baixas densidades no período pré-descarte, sofreu um incremento em suas densidades na área de Descarte no início dos despejos de material dragado e a partir do verão de 2008 (Fig. 36a), enquanto na área Controle o gastrópode foi registrado em uma abundância relativamente maior nos períodos equivalentes ao pré-descarte, experimentando ainda um incremento em suas densidades a partir do verão de 2008 (Fig. 36b).

Quanto ao bivalvo *Tellina* sp., sua abundância nas áreas estudadas sempre foi muito baixa, com exceção aos picos de elevada densidade observados no outono e no inverno de 2007 em virtude de seu recrutamento, dado o tamanho dos indivíduos (*ob. pess.*). Essas maiores densidades foram muito expressivas na área Controle, embora também tenha sido observado um aumento das densidades do bivalvo neste mesmo período na área de Descarte (Figs. 37a - b).

As densidades dos Ophiuroidea foram muito similares no Descarte e no Controle, antes dos despejos de material. Entretanto, um aumento no número de indivíduos foi registrado na área de Descarte nas duas primeiras sações em que ocorreram os despejos do material dragado e nas duas sações subseqüentes ao encerramento dos mesmos (Fig. 38a). Neste período, os ofiuróides também ocorreram no Controle, mas em menor abundância (Fig. 38b), mantendo-se as proporções de abundância entre as duas áreas ao longo do trabalho.

Em relação ao gastrópode estuarino *Heleobia australis* (Figs. 39a - b), este foi registrado em elevada abundância na área de Descarte do material dragado assim como esperado, dado o local de origem do material dragado (a Lagoa dos Patos, onde a espécie é muito abundante). Ainda assim, chamam a atenção: (1) a ocorrência deste gastrópode na área de Descarte em um período anterior ao despejo dos sedimentos dragados; (2) sua elevada densidade na área de Descarte, nas três sações subseqüentes ao término dos descartes e também nos 18 meses após o encerramento destes; e (3) seu registro na área Controle, ainda que em pequenas densidades, seis meses após o término dos descartes no ponto # 11.

DISCUSSÃO

O tipo de substrato é considerado o principal fator que influencia na distribuição e abundância da macrofauna bentônica, sendo freqüente em águas mais rasas de plataforma o predomínio de fundos arenosos cujo teor de finos aumenta com o aumento da profundidade (McLusky & McIntyre, 1988). A presença de um substrato arenoso como o registrado na área de Descarte, antes dos despejos de material dragado, determinou um número médio de espécies (8 spp. por 0,078 m⁻²) muito similar à registrada por Capítoli & Bemvenuti (2004) para os fundos arenosos da plataforma. Estes autores registraram para esta região um baixo número médio de espécies (10 spp.), o qual foi atribuído à homogeneidade dos substratos arenosos em águas mais rasas e à maior freqüência e intensidade de perturbações físicas decorrentes de revolvimento provocado pela ação das ondas no fundo.

Em relação à área Controle, no período anterior ao descarte do material dragado, esta mostrou um tipo de fundo com predomínio de frações de silte e argila (45% de finos), uma maior densidade de organismos e maior diversidade de espécies (principalmente de poliquetas) em comparação com a área de Descarte, a qual apresentou teores mais elevados de areia. O tipo de substrato e a estrutura da associação macrozoobentônica no Controle foram similares ao registrado por Capítoli & Bemvenuti (2006) para a área sob influência da desembocadura da Lagoa dos Patos. Estes autores inclusive mencionam que a associação macrozoobentônica nesta área apresenta características similares às aquelas associações registradas na região de plataforma média (entre 40 e 55 m), onde substratos contendo mais do que 12% de lama foram freqüentemente encontrados e onde a macrofauna alcançou elevada abundância e diversidade (principalmente relacionada aos poliquetas).

A composição do substrato em suas frações de areia, silte e argila determinam o tipo e a quantidade de alimento disponível às espécies comedoras de depósito (Weston, 1988), onde a falta de alimento para os comedores de depósito é um fator limitante em substratos arenosos (Rhoads & Young, 1970). De fato, as menores densidades da macrofauna bentônica foram registradas na área de Descarte antes do despejo do material dragado, cuja composição sedimentar do substrato revelava 94,08% de areia e somente 0,93% de matéria orgânica. Sob estas condições sedimentares foi registrada a presença do equinóide irregular *Encope emarginata* (bolacha-da-praia), uma espécie epifaunal psamófila característica das associações de plataforma interna (Capítoli & Bemvenuti, 2006) e somente registrada nesta área antes dos descartes de material dragado.

Os sedimentos lançados na região marinha estudada têm por origem as áreas de canal da Lagoa dos Patos, onde são compostos predominantemente por frações de silte, argila e areia fina (Calliari, 1997). O despejo deste material na área de Descarte, cujo fundo se mostrava arenoso, promoveu um incremento significativo nos percentuais de silte e de matéria orgânica no substrato, permitindo assim um aumento significativo no número de espécies registradas neste local, bem como o incremento das densidades daquelas espécies já registradas na área. A este respeito, Knox (2001) menciona que as características sedimentares são as principais moduladoras de alteração em associações bentônicas, uma vez que estas características estão diretamente relacionadas aos teores de matéria orgânica no sedimento, os quais determinam uma maior complexidade trófica com reflexos na abundância dos organismos.

Ao longo do trabalho foi observado que os despejos de material dragado promoveram alterações sedimentares no substrato da área de Descarte, determinando assim uma heterogeneidade espaço-temporal nas composições granulométricas das

áreas estudadas. Na Baía de Ubatuba (São Paulo, Brasil), Lopes dos Santos & Pires-Vanin (2004) registraram diferenças espaciais na densidade e diversidade bentônicas relacionadas às variações na granulometria do substrato, onde uma maior heterogeneidade sedimentar garantiu nichos potenciais às espécies de diferentes grupos tróficos, como os comedores de depósito, suspensívoros e carnívoros.

Quando observada a ecologia e a guilda dos poliquetas infaunais responsáveis pela dissimilaridade espacial registrada entre as áreas, ficam evidentes os efeitos dos descartes de material dragado, determinando sua ocorrência e o aumento de suas densidades na área de Descarte.

Os poliquetas *Kinbergonuphis difficilis* (Onuphidae) e *Clymenella* sp. (Maldanidae) constroem e habitam o interior de tubos revestidos de uma camada interna mucosa e outra externa, à qual o animal adere partículas de sedimentos predominantemente finos (Amaral *et al.*, 2006). Alimentando-se de material depositado (Capítoli, 2002), foram registrados na área de Descarte somente após o início dos despejos de material dragado. Suas densidades nesta área, inclusive, diminuíram sensivelmente após o término dos descartes.

Tiveram um incremento de densidade com o aumento da quantidade de finos no substrato da área de Descarte o poliqueta *Neanthes bruaca* (Nereididae), cujo gênero apresenta um amplo espectro alimentar (Fauchald & Jumars, 1979), podendo a espécie também ser classificada na guilda dos comedores de depósito/carnívoros (Capítoli, 2002). Também se beneficiaram pelo aumento dos teores de finos na área de Descarte o poliqueta *Cirrophorus americanus* (Paraonidae), que everte sua curta faringe em forma de saco para alimentar-se como comedor de depósito (Fauchald & Jumars, 1979) e *Ninoe brasiliensis* (Lumbrineridae), que é comedor de depósito seletivo (Capítoli, 2002), sendo reportado para *N. nigripes* a alimentação sobre depósitos de lama (Sanders

et al., 1962 in Fauchald & Jumars, 1979). Estas duas espécies, inclusive, apresentaram densidades tão elevadas quanto (*N. brasiliensis*) ou maiores (*C. americanus*) que as observadas para o mesmo período na área Controle.

Um poliqueta que ocorreu em altas densidades na área Controle e no Descarte, em função de um recrutamento no verão de 2008, foi *Paraprionospio pinnata* (Spionidae), o qual pode alternar seu modo de alimentação. Esta espécie pode utilizar seus palpos para coletar partículas depositadas na superfície do sedimento como pode mudar este modo de alimentação para suspensívoro em condições de maior hidrodinâmica, ou ainda realizar as duas atividades simultaneamente (Amaral *et al.*, 2006).

Quanto à malacofauna, Absalão (1986) delineou duas associações bem definidas entre as isóbatas de 11 e 37 m. A primeira associação reuniu as estações entre 11 e 28 m sob influência da desembocadura da Lagoa dos Patos, onde ocorreram sedimentos heterogêneos de areias lamosas, sendo a associação dominada por organismos filtradores oportunistas e onívoros dentre os quais se destacaram *Anachis isabellei*, *Mactra isabelleana* e *Solen tehuelchus*. Em fundos caracterizados por sedimentos de areia fina e muito fina e com baixos percentuais de finos (entre 19 e 37 m) foi registrada a maior riqueza malacológica, sendo os *taxa* mais representativos *Olivella puelcha*, *Tellina gibber* e *Cadulus tetraschistus*. O presente trabalho coincidiu com o registrado por Absalão (*op. cit.*) em termos da ocorrência do gastrópode *A. isabellei* em grande densidade nas áreas Descarte e Controle, mas diferiu deste pelas elevadas densidades do bivalvo *Tellina* sp. devido ao intenso recrutamento registrado no outono de 2007, principalmente na área Controle, caracterizada pela presença de finos no substrato. O registro desta espécie em substratos finos se deve ao fato de que os bivalvos da família Tellinidae são ativos cavadores infaunais em sedimentos arenosos e lamosos, onde a

maioria das espécies é comedora de depósito, utilizando seus longos sifões para capturar partículas depositadas na superfície do substrato (Amaral *et al.*, 2006). Na área Controle foram também observadas as maiores densidades de *Natica isabelleana*, um gastrópode carnívoro que preda preferencialmente bivalvos do gênero *Tellina* (Rios, 2009).

A composição de ofiuróides registrada no presente trabalho coincide com aquela registrada para a área de influência da desembocadura da Lagoa dos Patos por Absalão (1989) e Capítoli & Monteiro (2000). Exceção foi o registro de *Amphiodia planispina* na área de Descarte quando este apresentou maiores teores de finos, uma vez que a espécie foi sempre encontrada fora da influência da desembocadura em fundos arenosos com baixos teores de lama (Capítoli & Monteiro, 2000). A presença desta espécie em fundos de sedimentos finos pode estar relacionada à marcante diversidade de comportamento alimentar encontrada para os ofiuróides, onde algumas espécies são capazes de aproveitar o material em suspensão e outras as partículas orgânicas depositadas (Hendler *et al.*, 1995). Além disso, os ofiuróides poderiam suportar melhor o despejo do material dragado devido à sua relativa mobilidade e pela capacidade que algumas espécies possuem de se deslocar verticalmente no interior do substrato (Singletary, 1980).

Merece destaque os registros do gastrópode estuarino *Heleobia australis* na Plataforma Interna. Muito abundante na região estuarina da Lagoa dos Patos, esta espécie pode atingir densidades que superam os 45.000 ind. m⁻², formando agrupamentos de dimensões variáveis que se caracterizam por expressivas flutuações espaço-temporais de abundância (Bemvenuti *et al.*, 1978; Lana, 1986; Bemvenuti, 1997a; Bemvenuti *et al.*, 1992). O fato de ter sido registrada em elevada abundância nos canais da laguna, local de origem dos sedimentos lançados na área de descarte (Capítulo I desta Dissertação), explica sua ocorrência neste local. Pelo tamanho médio de sua

concha (4,5 mm; Rios 2009) e baseado no tamanho das partículas na escala de Wentworth (Wentworth, 1922), este organismo pode ser comparado a um grão de cascalho fino, indo ao fundo como efetivamente observado no presente trabalho, onde conchas do gastrópode foram registradas incorporadas aos tubos de poliquetas do gênero *Owenia* na área de Descarte (*ob. pess.*).

Heleobia australis nunca foi mencionada como integrante da macrofauna bentônica na região costeira adjacente a desembocadura da Lagoa dos Patos (Buckup & Thomé, 1962; Forest, 1966; Tommasi *et al.*, 1973; Absalão, 1986; Borzone, 1988, 1991; Capítoli & Bemvenuti, 2004, 2006). Chama a atenção, entretanto, o fato desta espécie ter sido registrada na área de Descarte até 18 meses após o final das operações (até 800 ind. m⁻²) bem como na área Controle ainda que em baixa densidade (20 ind. m⁻²), seis meses após o encerramento da deposição do material dragado. Avaliando outra operação de descarte nesta mesma área, mas em outra ocasião, Angonesi *et al.* (2006) também observaram *H. australis* na área Controle e consideraram que este registro poderia ser devido à ação de correntes que teriam alterado a rota de deposição dos organismos ou movimentado aqueles já depositados.

Quanto ao registro da espécie no período anterior aos descartes, sua presença pode ser atribuída ao provável transporte de organismos desde a porção sul da região estuarina através do canal de desembocadura da Lagoa dos Patos, em eventos de intensa vazante lagunar. Neste sentido, observa-se que exemplares de *H. australis* foram coletados na coluna d'água com Rede de Renfro em uma estação de coleta localizada cerca de 6 milhas náuticas ao sul da desembocadura da laguna e a 5 milhas náuticas da área de Descarte (Dr. Rony Roberto Ramos Vieira, Laboratório de Crustáceos Decápodes, Instituto Oceanográfico, FURG; *com. pess.*).

O efeito de perturbações sobre as associações de macroinvertebrados bentônicos de fundos inconsolidados depende da intensidade e frequência das mesmas e da capacidade de resistência e resiliência das espécies envolvidas (Whitlatch & Zajac, 1985). No presente trabalho, os despejos do material dragado não provocaram a redução do número de espécies nem a diminuição das densidades do macrozoobentos no local de descarte, influenciando neste resultado o volume, a periodicidade e a natureza do material dragado, a profundidade e o tipo de sedimento do local de despejo e as características dos organismos residentes.

O descarte do material dragado, no qual predominavam as frações silte, argila e areia fina, ocorreu com uma taxa de deposição de aproximadamente 5.000 m³ de sedimento seis vezes ao dia, durante os períodos de despejo (SUPRG). É possível que a profundidade da área de Descarte (isóbata de 19 m) e a atuação de correntes superficiais tenham amenizado os possíveis impactos causados pelos despejos desse material sobre o fundo. Além disso, contribuiu o fato de que sedimentos arenosos predominavam na área de Descarte, ocorrendo um aumento da proporção de finos e o enriquecimento de matéria orgânica no substrato arenoso com o despejo do material dragado. Este fato deve ter influenciado para o aumento no número de espécies e o incremento nas densidades do macrozoobentos após o início dos descartes.

O impacto dos descartes de material dragado sobre a macrofauna bentônica depende, entre outros fatores, do tipo de organismos habitantes na área do despejo (Windom, 1976), onde os macroinvertebrados bentônicos geralmente se mostram adaptados aos processos naturais de movimentação sedimentar, erosão e deposição e geralmente suportam taxas de sedimentação causadas por eventos naturais (Miller *et al.*, 2002). Estes autores observaram que se o descarte de material dragado é (ou se torna)

análogo ao que ocorre naturalmente, a comunidade bentônica não é afetada e mostra pouca resposta ao impacto antrópico.

Os macroinvertebrados bentônicos residentes na área de influência da desembocadura da Lagoa dos Patos podem estar adaptados às elevadas taxas de sedimentação local, uma vez que são periodicamente submetidos a eventos de deposição de sedimentos finos originados pela vazão natural da laguna (Calliari & Fachin, 1993). Os registros de uma elevada densidade e diversidade macrozoobentônica, especialmente no substrato com maiores teores de finos da área Controle, indicam que os organismos presentes na região adjacente à desembocadura são capazes de lidar com eventos estocásticos de deposição lamítica (descartes de sedimentos dragados), dada a guilda a qual à maioria destas espécies pertence, a de comedores de depósitos.

CONCLUSÕES

- As operações de dragagem de manutenção de calado e de manutenção de beira de cais não afetaram a abundância e a diversidade da macrofauna bentônica nas áreas de canal.
- Foi observada uma significativa influência das características do substrato e da dinâmica sazonal e/ou interanual da salinidade sobre a estrutura da associação macrozoobentônica nas áreas de canal.
- A manutenção de elevadas salinidades alteram a composição específica das associações bentônicas ao permitir uma maior sobrevivência e persistência temporal de espécies marinhas costeiras na porção sul da região estuarina.
- O descarte do material dragado na região marinha adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos promoveu um incremento nos percentuais de silte e de matéria orgânica no substrato, favorecendo a guilda dos organismos comedores de depósito e influenciando no aumento do número de espécies e na densidade do macrozoobentos.
- As espécies registradas na região adjacente à desembocadura da laguna, dominadas por organismos comedores de depósito ocorrendo em uma área submetida a constantes aportes lamínicos naturais, mostraram-se tolerantes aos eventos estocásticos de descarte dos sedimentos dragados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, P. C. & Castello, J. P. 1997. Estuarine-Marine Interactions. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Berlin: Springer-Verlag. pp. 179-182.
- Absalão, R. S. 1986. Discriminação ambiental entre associações de moluscos macrobentônicos ao largo de Rio Grande, RS, Brasil. Situação inverno-primavera. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande. 126p.
- Absalão, R. S. 1989. Ophiuroid assemblages off the Lagoa dos Patos outlet, Southern Brazil. *Ophelia*. 31(2): 133-143.
- Amaral, A. C. Z.; Rizzo, A. E. & Arruda, E. P. 2006. Manual de Identificação dos Invertebrados Marinhos da Região Sudeste-Sul do Brasil. São Paulo: EdUSP. 287p.
- Angonesi, L. G.; Bemvenuti, C. E. & Gandra, M. S. 2006. Effects of dredged sediment disposal on the coastal marine macrobenthic assemblage in southern Brazil. *Braz. J. Biol.* 66: 413-420.
- Antiqueira, J. A. F. & Calliari, L. J. 2005. Características sedimentares da desembocadura da Lagoa dos Patos. *Gravel*. 3: 39-46.
- Asmus, M. L. 1984. Estrutura da comunidade associada à *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande. 154p.
- Asmus, M. L. 1997. Coastal plain and Patos Lagoon. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Berlin: Springer-Verlag. pp. 09-12.
- Barnes, R. S. K. 1980. Coastal Lagoons. Cambridge Studies in Modern Biology. Cambridge University Press. 106p.
- Barnes, R. S. K. 1994. Macrofaunal community structure and life histories in coastal lagoons. *In*: Kjerfve, B. (Ed.). Vol. 60 - Coastal Lagoons Processes. New York: Elsevier Science Publishers. 574 p.
- Bemvenuti, C. E. 1987. Macrofauna bentônica da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Anais do Simpósio sobre Ecossistemas da costa Sul e Sudeste Brasileira. Publicação ACIESP 54-1. Cananéia, SP, Brasil. pp. 428-459.

- Bemvenuti, C. E. 1997a. Benthic Invertebrates. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Berlin: Springer-Verlag. pp. 43-46.
- Bemvenuti, C. E. 1997b. Trophic Structure. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Berlin: Springer-Verlag. pp. 70-73.
- Bemvenuti, C. E. 1997c. Unvegetated Intertidal Flats and Subtidal Bottoms. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Berlin: Springer-Verlag. pp. 78-82.
- Bemvenuti, C. E. & Netto, S. A. 1998. Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna of Patos Lagoon (South Brazil). *Rev. Braz. Biol.* 58(2): 211-221.
- Bemvenuti, C. E. & Colling, L. A. 2010. As comunidades de macroinvertebrados bentônicos. *In*: Seeliger, U. & Odebrecht, C. (Eds.). O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações. Rio Grande: Editora FURG. pp. 101-114.
- 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 estuarial da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*. 14: 5-28.
- Bemvenuti, C. E.; Rosa-Filho, J. S. & Elliot, M. 2003. Changes in soft-bottom macrobenthic assemblages after a sulphuric acid spill in the Rio Grande harbor (RS, Brazil). *Braz. J. Biol.* 63(1): 183-194.
- Bemvenuti, C. E.; Angonesi, L. G. & Gandra, M. S. 2005. Effects of dredging operations on soft bottom macrofauna in a harbor in the Patos Lagoon estuarine region of southern Brazil. *Brazil. J. Biol.* 65(4): 573-581.
- Bolam, S. & Whomersley, P. 2005. Development of macrofaunal communities on dredged material used for mudflat enhancement: a comparison of three beneficial use schemes after one year. *Mar. Poll. Bull.* 50(1): 40-47.
- Borzzone, C. A. 1988. Estudo da macrofauna bentônica infralitoral da região costeira adjacente à Barra de Rio Grande. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande. 112p.

- Borzzone, C. A. 1991. Ecología de los moluscos del infralitoral raso de una playa arenosa expuesta del sur de Brasil. Tese de Doutorado. Universidad Nacional de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 221p.
- Boyd, S. E.; Limpenny, D. S.; Rees, H. L.; Cooper, K. M. & Campbell, S. 2003. Preliminary observations of the effects of dredging intensity on the re-colonization of dredged sediments off the southeast coast of England (Area 222). *Est. Coast. Shelf Sci.* 57: 209-223.
- Buckup, L. & Thomé, W. J. 1962. I Campanha Oceanográfica do Museu Rio Grandense de Ciências Naturais - A viagem do "Pescal II" em Julho de 1959. *Iheringia, Séries Científicas do Museu Rio Grandense de Ciências Naturais.* Zoologia 20. 42p.
- Calliari, L. J. 1997. Environment and Biota of the Patos Lagoon Estuary. Geological Setting. *In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic.* Berlin: Springer-Verlag. pp. 13-18.
- Calliari, L. J. & Fachin, S. 1993. Laguna dos Patos. Influência nos depósitos lamíticos costeiros. *Pesquisas, Porto Alegre.* 20(1): 57-69.
- Calliari, L. J.; Winterwerp, J. C.; Fernandes, E.; Cuchiara, D.; Vinzon, S. B.; Sperle, M. & Holland, K. T. 2009. Fine grain sediment transport and deposition in the Patos Lagoon - Cassino beach sedimentary system. *Cont. Shelf Res.* 29: 515-529.
- Capítoli, R. R. 1997. Continental Shelf Benthos. *In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic.* Berlin: Springer-Verlag. pp. 117-120.
- Capítoli, R. R. 2002. Distribuição e abundância dos macroinvertebrados bentônicos da plataforma continental e talude superior no extremo sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande. 173p.
- Capítoli, R. R. & Bemvenuti, C. E. 2004. Distribuição batimétrica e variações de diversidade dos macroinvertebrados bentônicos da plataforma continental e talude superior no extremo sul do Brasil. *Atlântica.* 26: 27-43.
- Capítoli, R. R. & Bemvenuti, C. E. 2006. Associações de macroinvertebrados bentônicos de fundos inconsolidados da plataforma continental e talude superior no extremo sul do Brasil. *Atlântica.* 28(1): 47-59.
- Capítoli, R. R. & Ortega, E. L. 1993. Contribuição ao conhecimento do espectro trófico de *Cyrtograpsus angulatus* Dana, nas enseadas vegetadas de águas rasas da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Náuplios.* 1:81-87.

- Capítoli, R. R. & Monteiro, A. M. 2000. Distribuição e abundância de ofiuróides na plataforma interna do extremo sul do Brasil. *Atlântica*. 22: 41-56.
- Capítoli, R. R.; Bemvenuti, C. E. & Gianuca, N. M. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos, I - as Comunidades Bentônicas. *Atlântica*. 3: 5-22.
- Capítoli, R. R.; Colling, L. A. & Bemvenuti, C. E. 2007. Cenários de distribuição do Mexilhão Dourado *Limnoperna fortunei* (MOLLUSCA - BIVALVIA) sob distintas condições de salinidade no complexo lagunar Patos - Mirim, RS - Brasil. *Atlântica*. 30(1): 35-44.
- Chomenko, L. A. & Schäfer, A. 1984. Interpretação biogeográfica da distribuição do gênero *Littoridina* (Hydrobiidae) nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana*. 9(1): 127-146.
- Clarke, K. R. & Warwick, R. M. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Natural Environmental Research Council. 234p.
- Closs, D. 1962. Foraminíferos e Tecamoebas na Lagoa dos Patos. *Bol. Esc. Geol. Porto Alegre, Biol.* 11: 1-130.
- Colling, L. A. 2007. Influência dos fatores abióticos na variabilidade espaço-temporal dos macroinvertebrados bentônicos em uma enseada rasa estuarina da Lagoa dos Patos, RS - Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande. 100p.
- 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, Sér. Zool.* 97(3): 1-6.
- Cortelezzi, A.; Capítoli, R. R.; Boccardi, L. & Arocena, R. 2007. Benthic assemblages of a temperate estuarine system in South America: Transition from a freshwater to an estuarine zone. *J. Mar. Syst.* 68: 569-580.
- 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. *Ciência Cult.* 40(9): 909-912.
- Copertino, M. & Seeliger, U. 2010. Habitats de *Ruppia maritima* e de macroalgas. In: Seeliger, U. & Odebrecht, C. (Eds.). O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações. Rio Grande: Editora FURG. pp. 91-98.

- Coutinho, R. & Seeliger, U. 1986. Seasonal occurrence and growth of benthic algae in the Patos Lagoon estuary, Brazil. *Est. Coast. Shelf Sci.* 23: 889-900.
- Currie, D. R. & Parry, G. D. 1996. Effects of scallop dredging on a soft sediment community: a large-scale experimental study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 134:131-150.
- Dauvin, J. C. 2008. Effects of heavy metal contamination on the macrobenthic fauna in estuaries: the case of the Seine estuary: EMECS 7/ECSA 40, Caen (France). *Mar. Poll. Bull.* 57: 160-169.
- Dauvin, J. C.; Desroy, N.; Janson, A. L.; Vallet, C. & Dyhamel, S. 2006. Recent changes in estuarine benthic and suprabenthic communities resulting from the development of harbor infrastructure. *Mar. Poll. Bull.* 53: 80-90.
- Engler, R. M. & Mathis, D. B. 1989. Dredged material disposal strategies. *In: Camp, M. A. & Park, P. K. (Eds.). Oceanic Processes in Marine Pollution Vol. 3. Marine Waste Management: Science and Policy.* Robert E. Krieger Publishing. 53p.
- Fauchald, K. & Jumars, P. A. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 17: 193-284.
- 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.
- Forest, J. 1966. Compte rendue liste des stations. Campagne de La Calypso au large des côtes atlantiques de l’Amérique du sud (1961-1962). *Ann. Inst. Océanogr. Mónaco.* 44: 329-350.
- Guerra, R.; Pasteris, A. & Ponti, M. 2009. Impacts of maintenance channel dredging in a northern Adriatic coastal lagoon. I: Effects on sediment properties, contamination and toxicity. *Est. Coast. Shelf Sci.* 85: 134-142.
- Garcia, C. A. E. 1997. Physical Oceanography. *In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic.* Berlin: Springer-Verlag. pp. 94-96.
- Gianuca, N. M. 1997. Benthic Beach Invertebrates. *In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic.* Berlin: Springer-Verlag. pp. 114-117.
- Grave, S. & Whitaker, A. 1999. Benthic community re-adjustment following dredging of a muddy-maerl matrix. *Mar. Poll. Bull.* 38(2): 102-108.

- Guerra-García, J. M.; Corzo, J. & García-Gómez, J. C. 2003. Short-term benthic recolonization after dredging in the Harbour of Ceuta, North África. *Mar. Ecol.* 24(3): 217-229.
- Hartmann, C. & Harkot, P. F. C. 1990. Influência do canal São Gonçalo no aporte de sedimento para o estuário da laguna dos Patos - RS. *Rev. Bras. Geoc.* 20: 1-4.
- Hartmann, C.; Sano, E. E.; Paz, R. S. & Möller Jr., O. O. 1986. Avaliação de um período de cheia (junho de 1984) na região sul da Laguna dos Patos, através de dados de sensoriamento remoto, meteorológicos e oceanográficos. *Anais IV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.* pp. 685-694.
- Harvey, M.; Gauthier, D. & Munro, J. 1998. Temporal changes in the composition and abundance of the macrobenthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the Anse à Beaufils, Baie des Chaleurs, Eastern Canada. *Mar. Poll. Bull.* 36 (1), 41-55.
- Hendler, G.; Miller, J. E.; Pawson, D. L. & Kier, P. M. 1995. Sea stars, sea urchins, and allies/echinoderms of Florida and the Caribbean. Washington: Smithsonian Institution Press. 390p.
- Holland, A. F.; Shaughnessy, A. T. & Hiegel, M. H. 1987. Long-term variation in mesohaline Chesapeake Bay macrobenthos: spatial and temporal patterns. *Estuaries* 10: 227-245.
- Holmquist, J. G. 1994. Benthic macroalgae as a dispersal mechanism for fauna: influence of a marine tumbleweed. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 180: 235-251.
- Hsieh, H. L. & Hsu, C. F. 1999. Differential recruitment of annelids onto tidal elevations in an estuarine mud flat. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 177: 93-102.
- Jonsson, P. R.; André, C. & Lindegarth, M. 1991. Hydrodynamic near-bottom confinement of settling marine bivalve larvae in a flume boundary-layer flow. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 79: 67-76.
- Josefson, A. B.; Hansen, J. L. S.; Asmund, G. & Johansen, P. 2008. Threshold response of benthic macrofauna integrity to metal contamination in West Greenland. *Mar. Poll. Bull.* 56: 1265-1274.
- Kennish, M. J. 1992. *Ecology of estuaries: anthropogenic effects.* Boca Raton: CRC Press. 494p.
- Kennish, M. J. 2001. *Practical Handbook of Marine Science.* Boca Raton: CRC Press. 876p.

- Kjerfve, B. 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. *In*: Wolfe, D. A. (Ed.) Estuarine variability. New York: Academic Press. pp. 63-81.
- Knox, G. A. 2001. The Ecology of Seashores. Boca Raton: CRC Press. 557p.
- Krusche, N.; Saraiva, J. M. B. & Reboita, M. S. 2003. Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS. Rio Grande: Editora FURG. 84p.
- Lana, P. C. 1986. Macrofauna bêntica de fundos sublitorais não consolidados da Baía de Paranaguá (Paraná). *Nerítica*. 1(3): 78-89.
- Lana, P. C. 1994. Organismos bênticos e atividades de monitoramento. *In*: Ikeda, I. (Coord.). Oceanografia Biológica Bentos. Vol. VI - Diagnóstico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Convênio PETROBRÁS-FUNDESPA. p. 10-21.
- Lanari, M. O. & Copertino, M. S. 2006. Monitoramento de fundos vegetados no entorno de cercados de camarão no estuário da Lagoa dos Patos. Resumos Aquaciência, Bento Gonçalves, Brasil.
- Levinton, J. S. 1995. Marine Biology - Function, biodiversity and ecology. New York: Oxford University Press. 420p.
- Levisen, M. V.; D'Eugenio, L. & van Dolah, R. F. 1997. Assessment of macrobenthic communities in the dredged material disposal areas of the Wright River Estuary. Final Report. Marine Resources Division. U.S. Fish and Wildlife Service, Charleston S.C.
- Lopes dos Santos, M. F. & Pires-Vanin, A. M. S. 2004. Structure and dynamics of the macrobenthic communities of Ubatuba bay, southeastern Brazilian coast. *Braz. J. Ocean.* 52(1): 59-73.
- McCauley, J. E.; Parr, R. A. & Hancock, D. R. 1977. Benthic infauna and maintenance dredging. A case study. *Water Res.* 11: 233-242.
- McLusky, D. S. & McIntyre, A. D. 1988. Characteristics of the Benthic fauna. *In*: Postma H. & Zijlstra, J. J. (Eds.). Vol. 27 - Continental Shelves of the World. Amsterdam: Elsevier. pp 131-154.
- Mannino, A. & Montagna, P.A. 1997. Small-scale spatial variation in macrobenthic community structure. *Estuaries*. 20: 159-173.
- Maurer, D.; Keck, R. T.; Tinsman, J. C. & Leathen, W. A. 1981. Vertical migration and mortality of benthos in dredged material: Part 1 - Mollusca. *Mar. Environm. Res.* 4: 299-319.

- Martins, L. R. 1971. Sedimentologia do Canal do Rio Grande. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 380p.
- Martins, L. R.; Urien, C. M. & Eichler, B. B. 1967. Distribuição dos sedimentos modernos da plataforma continental Sul-Brasileira e Uruguiaia. Anais do Congresso Brasileiro de Geologia. Curitiba, Brasil. pp. 29-43.
- Miller, D. C.; Muir, C. L. & Hauser, O. A. 2002. Detrimental effects of sedimentation on marine benthos: what can be learned from natural processes and rates? *Ecol. Eng.* 19: 211-232.
- Möller Jr., O. O.; Paim, P. S. G & Soares, I. D. 1991. Facteurs et mecanismes de la circulation des eaux dans l'estuarie de la Lagune dos Patos (RS, Bresil). *Bull. Inst. Geol. Basin. Aquitaine.* 49: 15-21.
- Nienchesky, L. F. & Baumgarten, M. G. Z. 1997. Environmental Chemistry. *In:* Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). *Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic.* Berlin: Springer-Verlag. pp. 20-23.
- Niencheski, L. F. & Fillmann, G. 1997. Chemical Characteristics *In:* Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). *Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic.* Berlin: Springer-Verlag. pp. 96-98.
- 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.
- Ólfasson, E. B.; Peterson, C. H. & Ambrose, W. G. 1994. Does recruitment limitation structure populations and communities of macro-invertebrates in marine soft sediments: the relative significance of pre and post settlement processes. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.* 32: 65-109.
- Passadore, C; Giménez, L. & Acuña, A., 2007. Composition and intra-annual variation of the macroinfauna in the estuarine zone of the Pando Stream (Uruguay). *Braz. J. Biol.* 67(2): 197-202.
- Peddicord, R. K. 1980. Direct effects of suspended sediments on aquatic organisms. *In:* Baker, R. A. (Ed.). *Contaminants and Sediments I: Fate and transport, case studies, modeling and toxicity.* Miami: Ann-Arbor Science Publishers Inc. pp. 501-536.
- Pejrup, M. 1988. The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach. *In:* Boere, P. L.; Gelder, A. & Nio, S. D. (Eds.). *Tide influenced Sedimentary Environment and Facies.* D. Reidel Publishing Company. pp. 289-300.

- Powilleit, M.; Kleine, J. & Leuchs, H. 2005. Impacts of experimental dredged material disposal on a shallow, sublittoral macrofauna community in Mecklenburg Bay (Western Baltic Sea). *Mar. Poll. Bull.* 52(4): 386-396.
- Quigley, M. P. & Hall, J. A. 1999. Recovery of macrobenthic communities after maintenance dredging in the Blyth Estuary, north-east England. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 9(1): 63-73.
- Rees, H. L.; Rowlett, S. M.; Limpenny, D. S.; Rees, E. I. S. & Rolfe, M. S. 1992. Benthic studies at dredged material disposal sites in Liverpool Bay. *Aquat. Envir. Monit. Rep.* 28: 1-21.
- Rhoads, D. C. & Young, D. K. 1970. Animal-sediment relations in Cape Cod Bay, Massachusetts. *Mar. Biol.* 111: 225-261.
- Rios, E. C. 2009. Compendium of Brazilian Sea Shells. Ed. Avangraf. 668p.
- Roberts, R. D. & Forrest, B. M. 1999. Minimal impact from long-term dredge spoil disposal at a dispersive site in Tasman Bay, New Zealand. *N. Zea. Jour. Mar. Freshw. Res.* 33: 623-633.
- Rosa, L. C. & Bemvenuti, C. E. 2006. Temporal variability of the estuarine macrofauna of the Patos Lagoon, Brazil. *Rev. Biol. Mar. Ocean.* 41(1): 1-9.
- Rosa, L. C. & Bemvenuti, C. E. 2007. Seria a macrofauna bentônica de fundos não consolidados influenciada pelo aumento na complexidade estrutural do habitat? O caso do estuário da Lagoa dos Patos. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* 11(1): 51-56.
- Rosa-Filho, J. S. & Bemvenuti, C. E. 1998. Caracterización de las comunidades macrobentónicas de fondos blandos en regiones estuarinas de Rio Grande do Sul (Brasil). *Thalassas.* 14: 43-56.
- Schlacher, T. A. & Wooldridge, T. H. 1996. Axial zonation patterns of subtidal macrozoobenthos in the Gantoos Estuary, South Africa. *Estuaries.* 19: 680-696.
- Seeliger, U. 1997. Submersed Spermatophytes. *In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic.* Berlin: Springer-Verlag. pp. 27-33.
- Shepard, F. D. 1954. Nomenclature based on sand silt clay ratios. *J. Sed. Petr.* 24(3): 151-158.
- Simonini, R.; Ansaloni, I.; Cavallini, F.; Graziosi, F.; Iotti, M.; N'Siala, G. M.; Mauri, M.; Montanari, G.; Preti, M. & Prevedelli, D. 2005. Effects of long-term dumping of harbor-dredged material on macrozoobenthos at four disposal sites along the Emilia-Romagna Coast (Northern Adriatic Sea, Italy). *Mar. Poll. Bull.* 50: 1595-1605.

- Singletary, R. 1980. The biology and ecology of *Amphioplus coniertodes*, *Ophioneptytis limicola* and *Micropholis gracilima* (Ophiuroidea:Amphiuridae). Car. J. Sci. 16:35-55.
- Smith, S. D. A. & Rule, M. J. 2001. The effects of dredge-spoil dumping on a shallow water soft-sediment community in the Solitary Islands Marine Park, NSW, Australia. Mar. Poll. Bull. 42(11): 1040-1048.
- Snelgrove, P. V. R.; Butman, C. A. & Grassle, J. P. 1993. Hydrodynamic enhancement of larval settlement in the bivalve *Mulinia lateralis* (Say) and the polychaete *Capitella* sp. in microdepositional environments. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 168: 71-109.
- Snelgrove, P. V. R.; Grassle, J. F. & Petrecca, R. F. 1996. Experimental evidence for aging food patches as a factor contributing to high macrofauna density. Limnol. Ocean. 41: 605-614.
- Stirling, G. & Wilsey, B., 2001. Empirical relationships between species richness, evenness, and proportional diversity. Am. Nat. 158 (3): 286-299.
- Suguio, K. 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo: EDUSP. 317 pp.
- ter Braak, C. J. F. & Šmilauer, P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca, NY, USA. (www.canoco.com).
- Toldo Jr., E. E.; Almeida, L. E. S. B. & Corrêa, I. C. S. 1996. Prediction of cross-shore and long-shore sediment transport of Lagoa dos Patos, Brazil. An. Acad. Bras. Ciên. 68: pp. 288.
- Tommasi, L. R. & Rios E. C. 1973. Distribuição dos pelecípoda e gastrópoda. In: Tommasi, L. R.; Adaime, R. R.; Rodrigues, S. & Bordin, G. (Eds.). Bentos da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul. Contribuições IO-USP. Ser. Ocean. Biol. 25: 163-174.
- Underwood, A. J. 1992. Beyond BACI: the detection of environmental impacts on populations in the real, but variable world. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 161: 145-178.
- Underwood, A. J. 1994. On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. Ecol. Appl. 4: 3-15.
- Vaz, A. C.; Möller Jr., O. O. & Almeida, T. L. 2006. Análise quantitativa da descarga dos rios afluentes da Lagoa dos Patos. Atlântica. 28(1): 13-23.

- Vilas-Boas, D. F. 1990. Distribuição e comportamento de sais, nutrientes, elementos maiores e metais pesados na Lagoa dos Patos, RS. Dissertação de Mestrado, Universidade do Rio Grande. 112p.
- Vivan, J. M.; Di Domenico, M. & Almeida, T. C. M. 2009. Effects of dredged material disposal on benthic macrofauna near Itajaí Harbour (Santa Catarina, South Brazil). *Ecol. Engin.* 35: 1435-1443.
- Walkey, A. & Black, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic and titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.
- Warwick, R. M.; Goss-Custard, J. D.; Kirby, R.; George, C. L.; Pope, N. D. & Rowden, A. A. 1991. Static and dynamic environmental factors determining the community structure of estuarine macrobenthos in SW Britain: why is the Severn estuary different? *J. Appl. Ecol.* 28: 1004-1026.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geol.* 30: 377-392.
- Weston, D. P. 1988. Macrobenthos-sediment relationships on the continental shelf off Cape Hatteras North Carolina. *Cont. Shelf Res.* 8(3): 267-286.
- Whitlatch, R. B. & Zajac, R. N. 1985. Biotic interactions among estuarine infaunal opportunistic species. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 21: 299-311.
- Wilson, J. G. & Jeffrey, D. W. 1994. Benthic biological pollution indices in estuaries. *In: Kramer, K. J. M. (Ed.). Biomonitoring of coastal waters and estuaries.* Boca Raton: CRC Press. pp. 311-327.
- Windom, H. L. 1976. Environmental aspects of dredging in the coastal zone. *Rev. Envir. Cont.* 7: 91-109.
- Witt, J.; Schroeder, A.; Knust, R. & Arntz, W. E. 2004. The impact of harbour sludge disposal on benthic macrofauna communities in the Weser Estuary. *Helgoland Mar. Res.* 58: 117-128.
- Zembruscki, S. G. 1979. Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes. *In: Chaves, H. A. F. (Ed.). Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das áreas oceânicas adjacentes.* Rio de Janeiro, PETROBRAS. CENPES. DINTEP (Série Projeto REMAC NUM. 7).

FIGURAS DO CAPÍTULO I

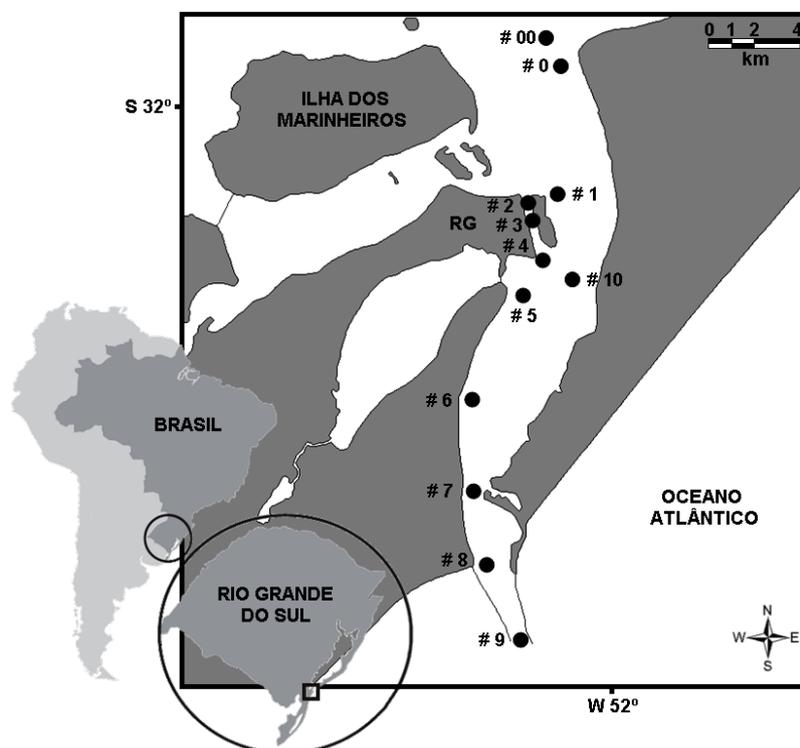


Figura 1. Mapa da porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos mostrando a distribuição espacial dos pontos monitorados ao longo do canal de acesso à laguna, próximo à cidade de Rio Grande (RG). Todos os pontos foram sazonalmente monitorados entre o verão 2006 e verão 2009, com exceção do ponto # 5, monitorado somente a partir do verão 2007.

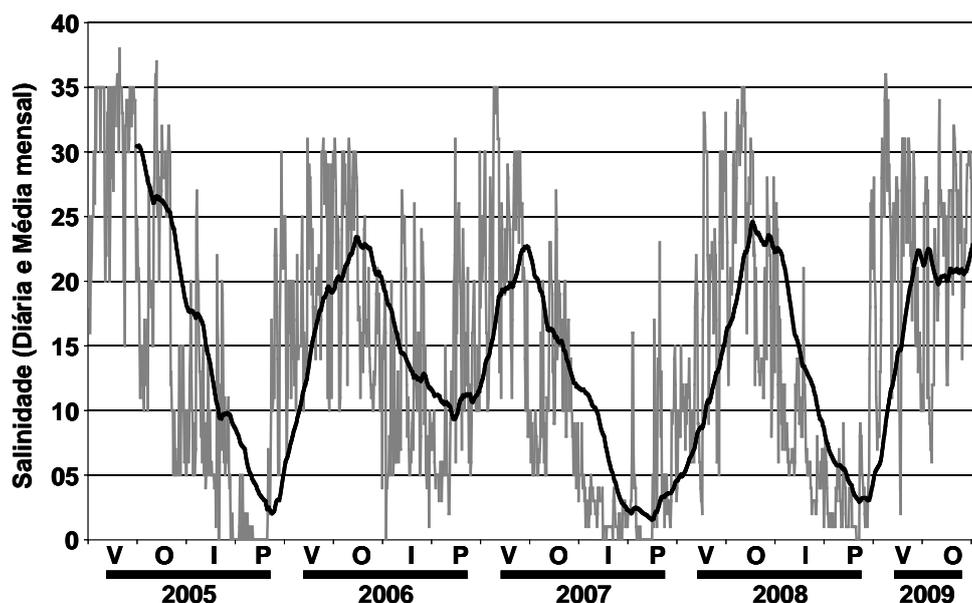


Figura 2. Variação de salinidade na região estuarina da Lagoa dos Patos. A linha cinza representa os valores registrados diariamente e a linha preta a média mensal calculada. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera.

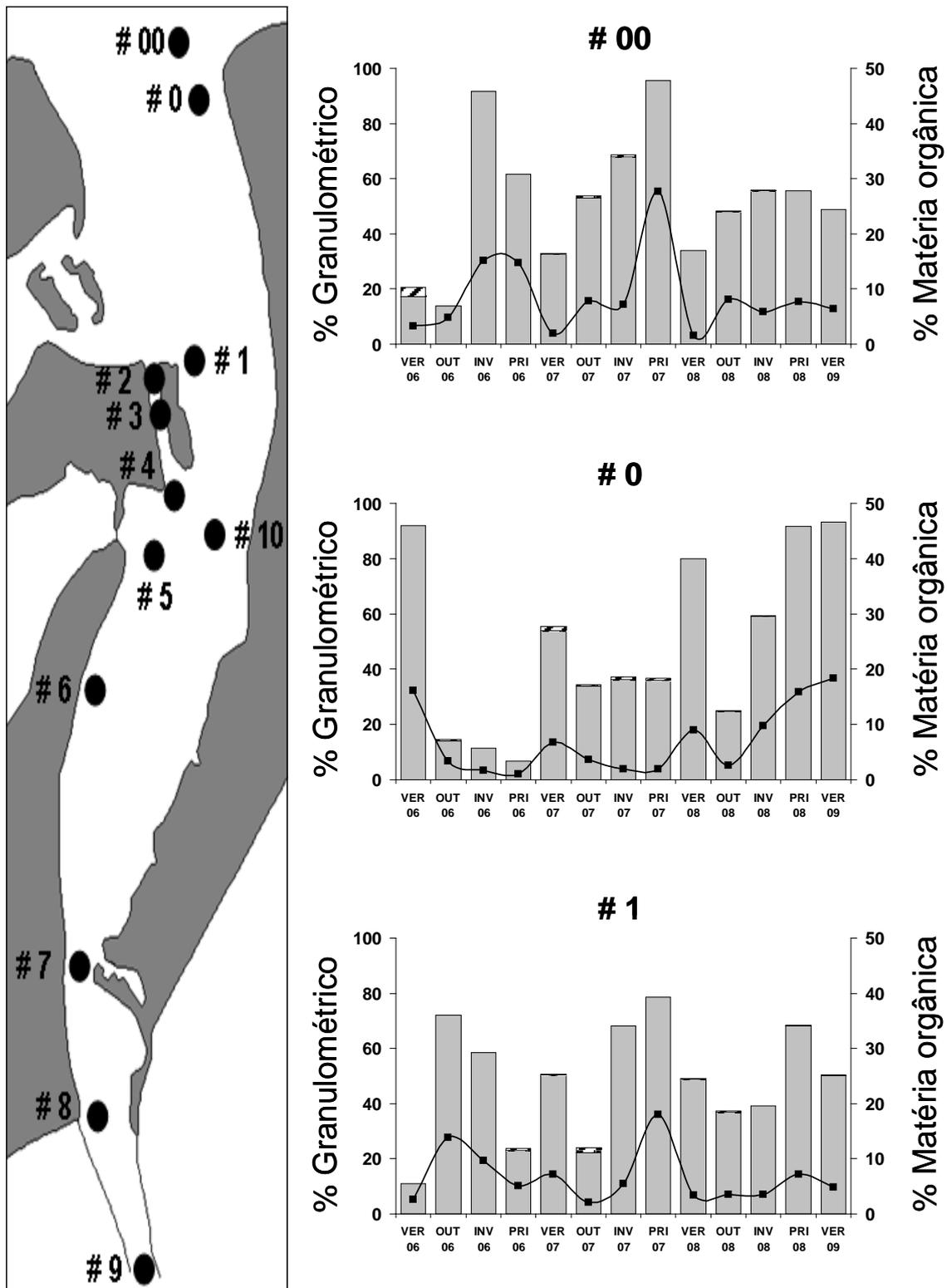


Figura 3a. Porcentual granulométrico de sedimentos finos (□ ; silte + argila) e de partículas maiores que 1 mm (▨), bem como os teores de matéria orgânica (—), registrados para o substrato dos pontos # 00, # 0 e # 1. VER: verão; OUT: outono; INV: inverno; PRI: primavera.

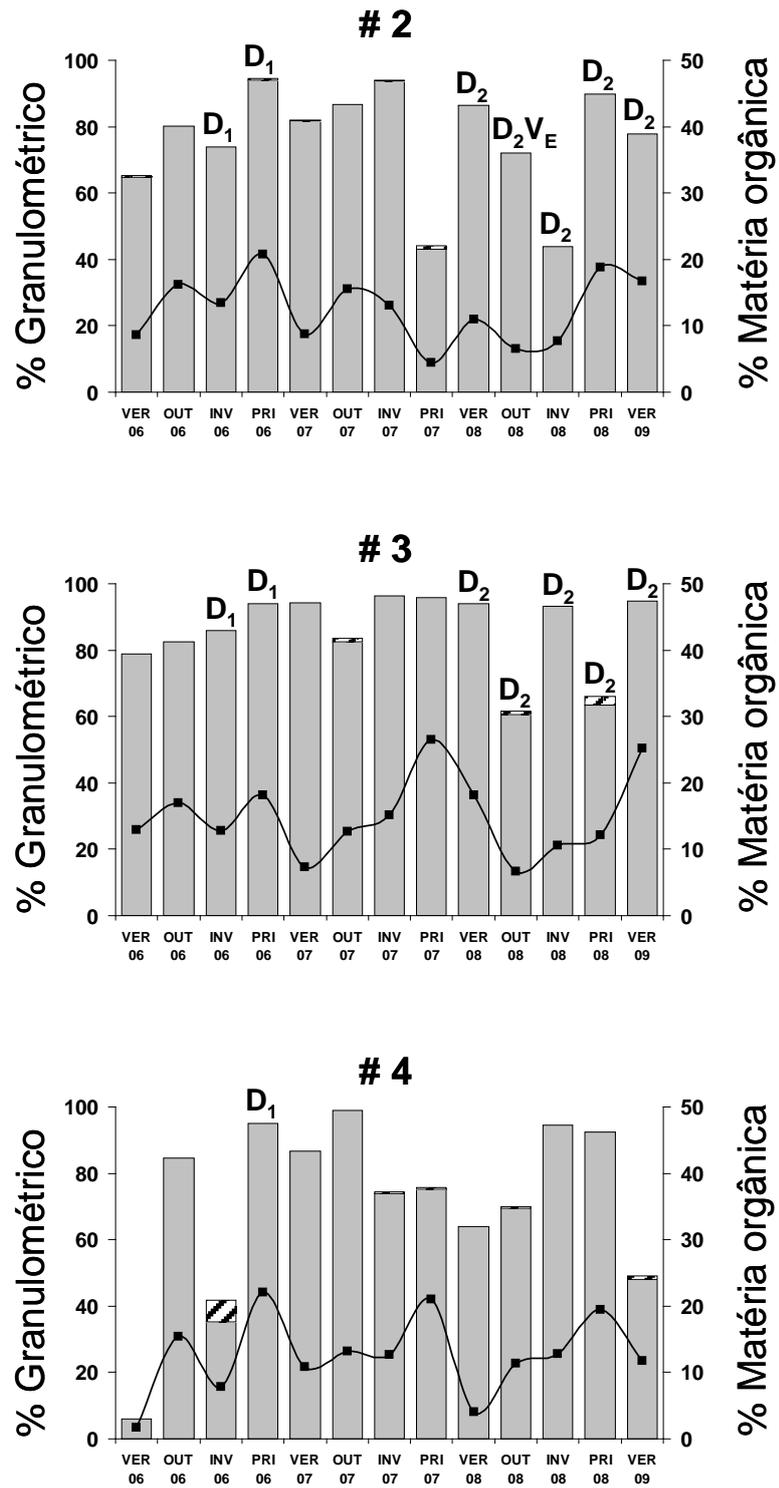
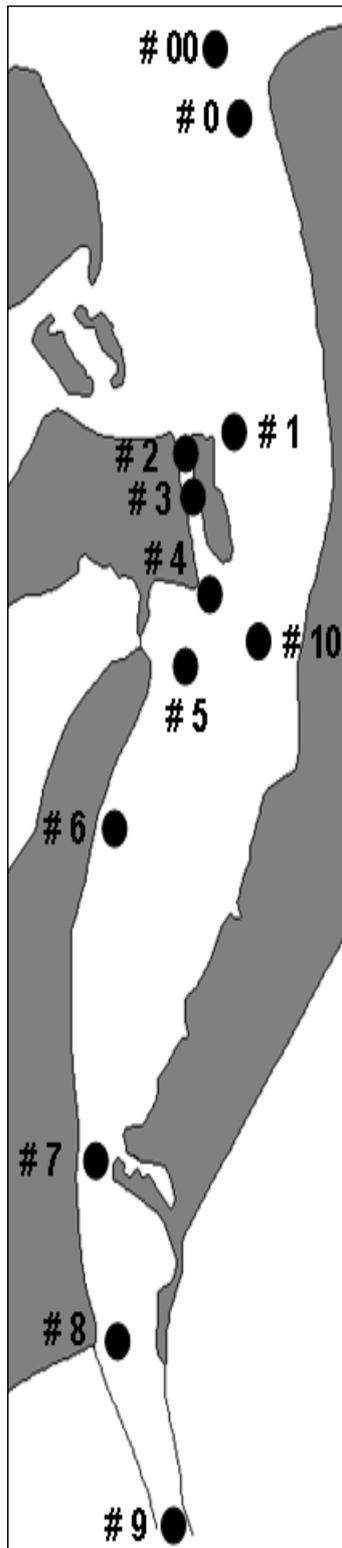


Figura 3b. Porcentual granulométrico de sedimentos finos (□; silte + argila) e de partículas maiores que 1 mm (▨), bem como os teores de matéria orgânica (—), registrados para o substrato dos pontos # 2, # 3 e # 4. VER: verão; OUT: outono; INV: inverno; PRI: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; V_E: presença de vegetação no substrato.

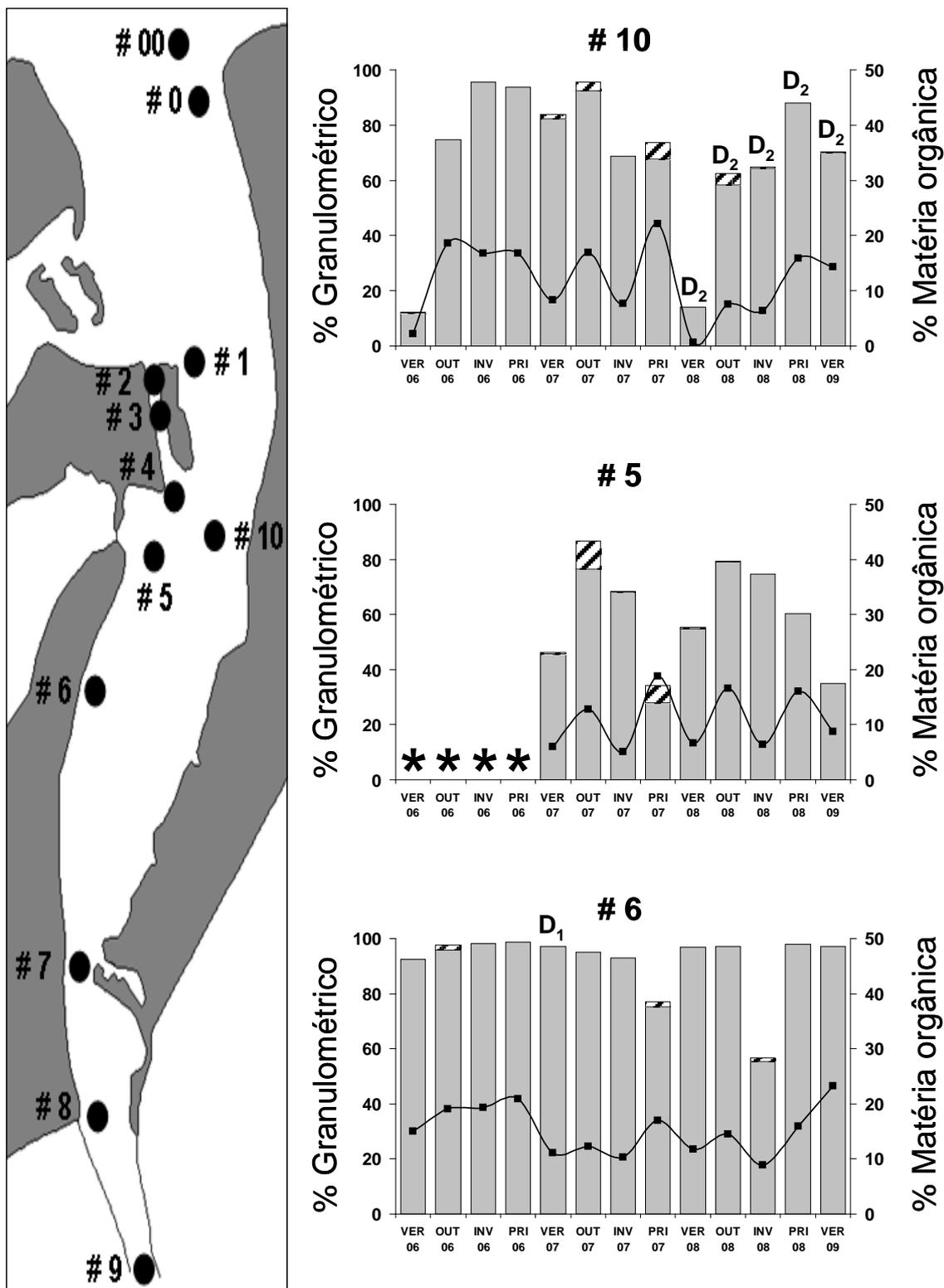


Figura 3c. Porcentual granulométrico de sedimentos finos (□ ; silte + argila) e de partículas maiores que 1 mm (▨), bem como os teores de matéria orgânica (—), registrados para o substrato dos pontos # 10, # 5 e # 6. VER: verão; OUT: outono; INV: inverno; PRI: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; *: ausência de monitoramento nesta sazão.

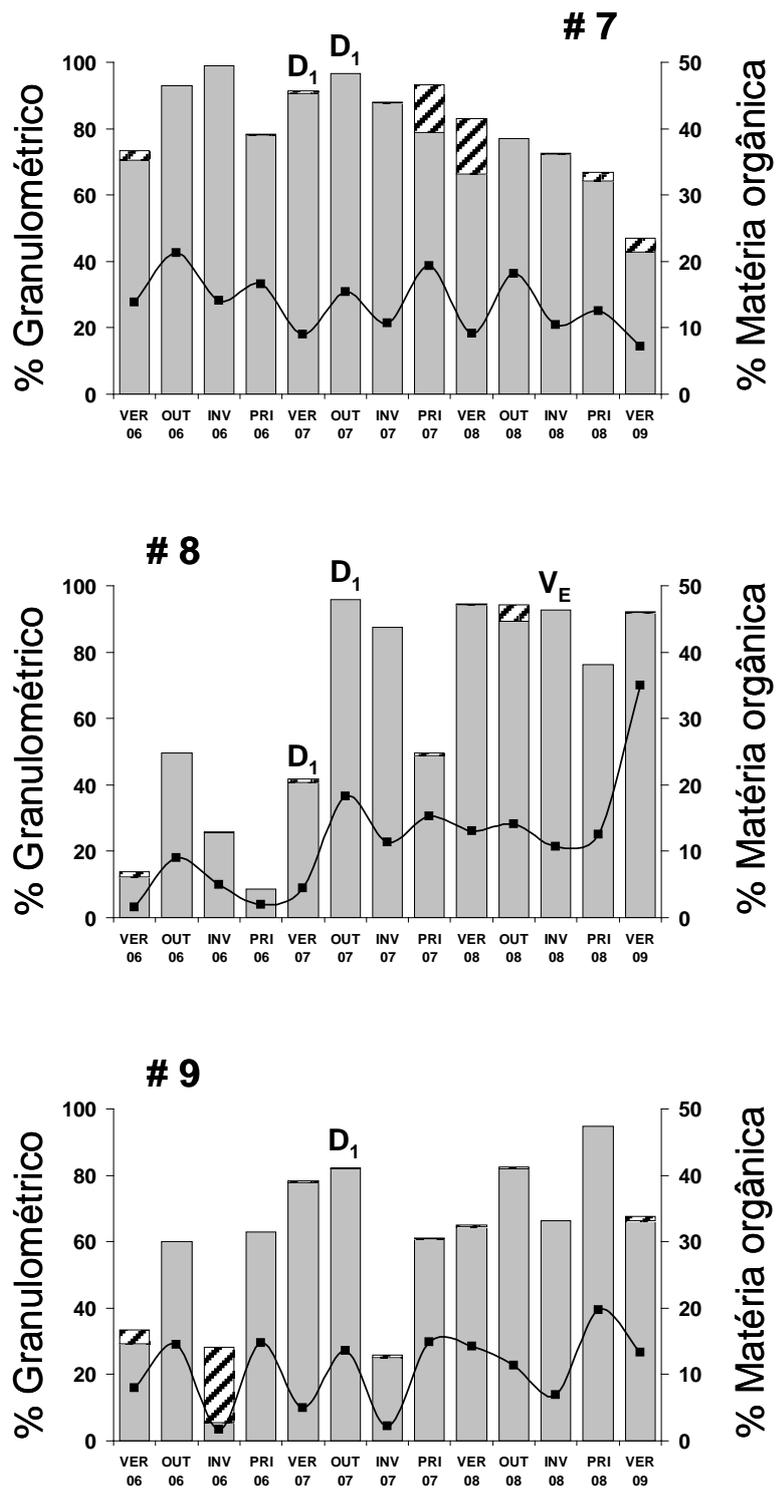
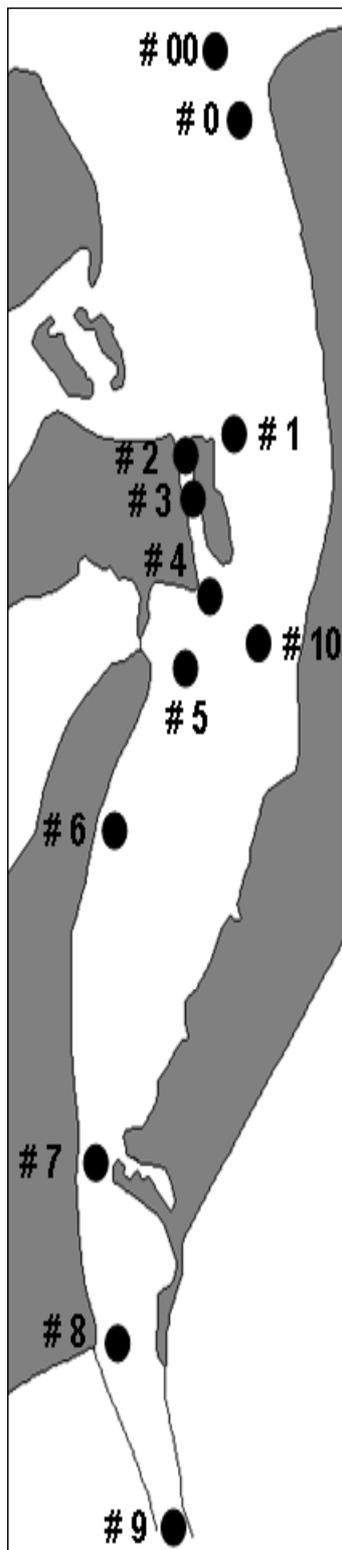


Figura 3d. Porcentual granulométrico de sedimentos finos (□; silte + argila) e de partículas maiores que 1 mm (▨), bem como os teores de matéria orgânica (—), registrados para o substrato dos pontos # 7, # 8 e # 9. VER: verão; OUT: outono; INV: inverno; PRI: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; V_E: presença de vegetação no substrato.

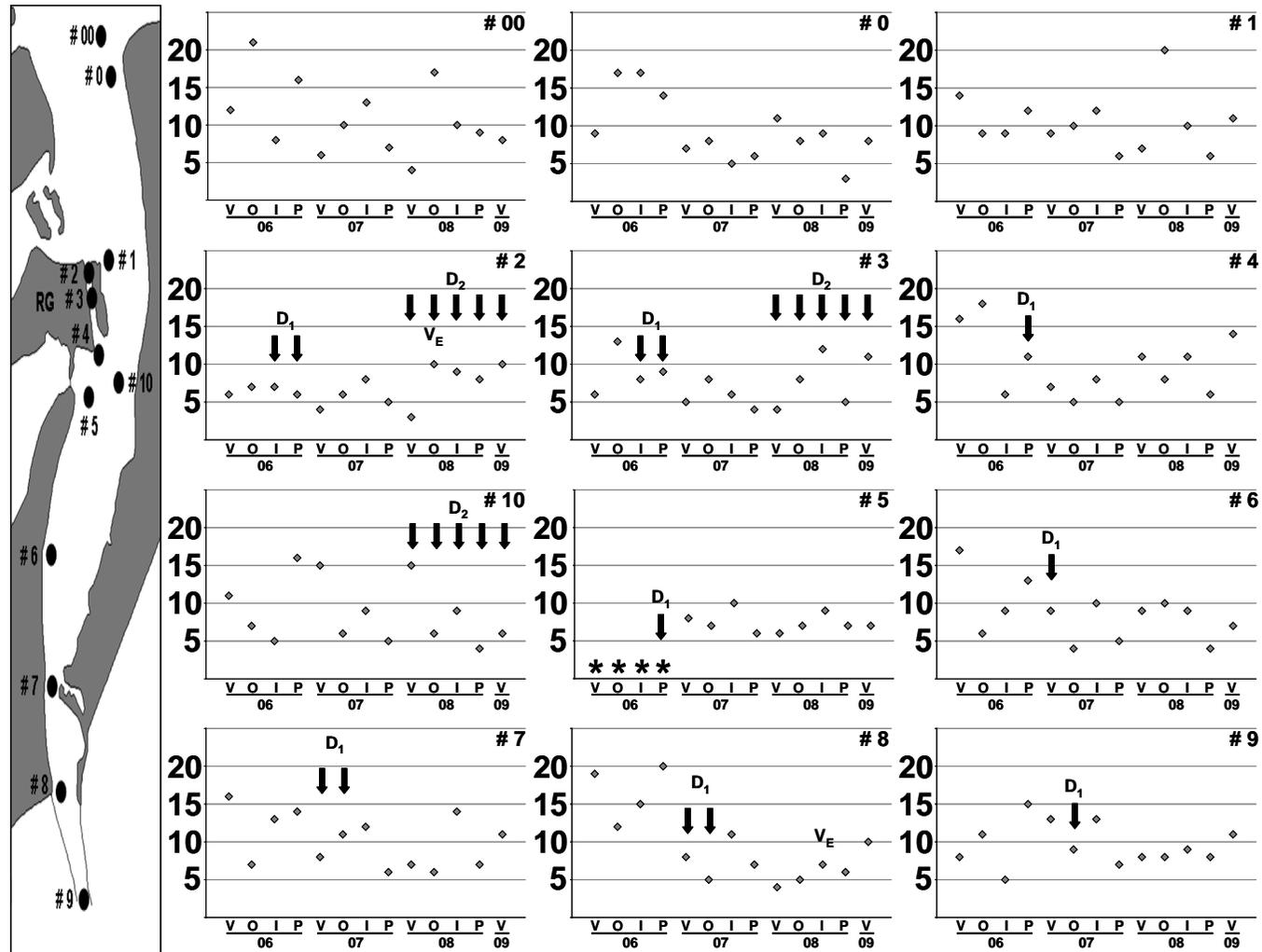


Figura 4. Riqueza de espécies (somatório das quatro réplicas) registrada na região infralitoral da Lagoa dos Patos. As setas apontam a ocorrência de dragagens. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; V_E: presença de vegetação no substrato; *: ausência de monitoramento nesta sazão.

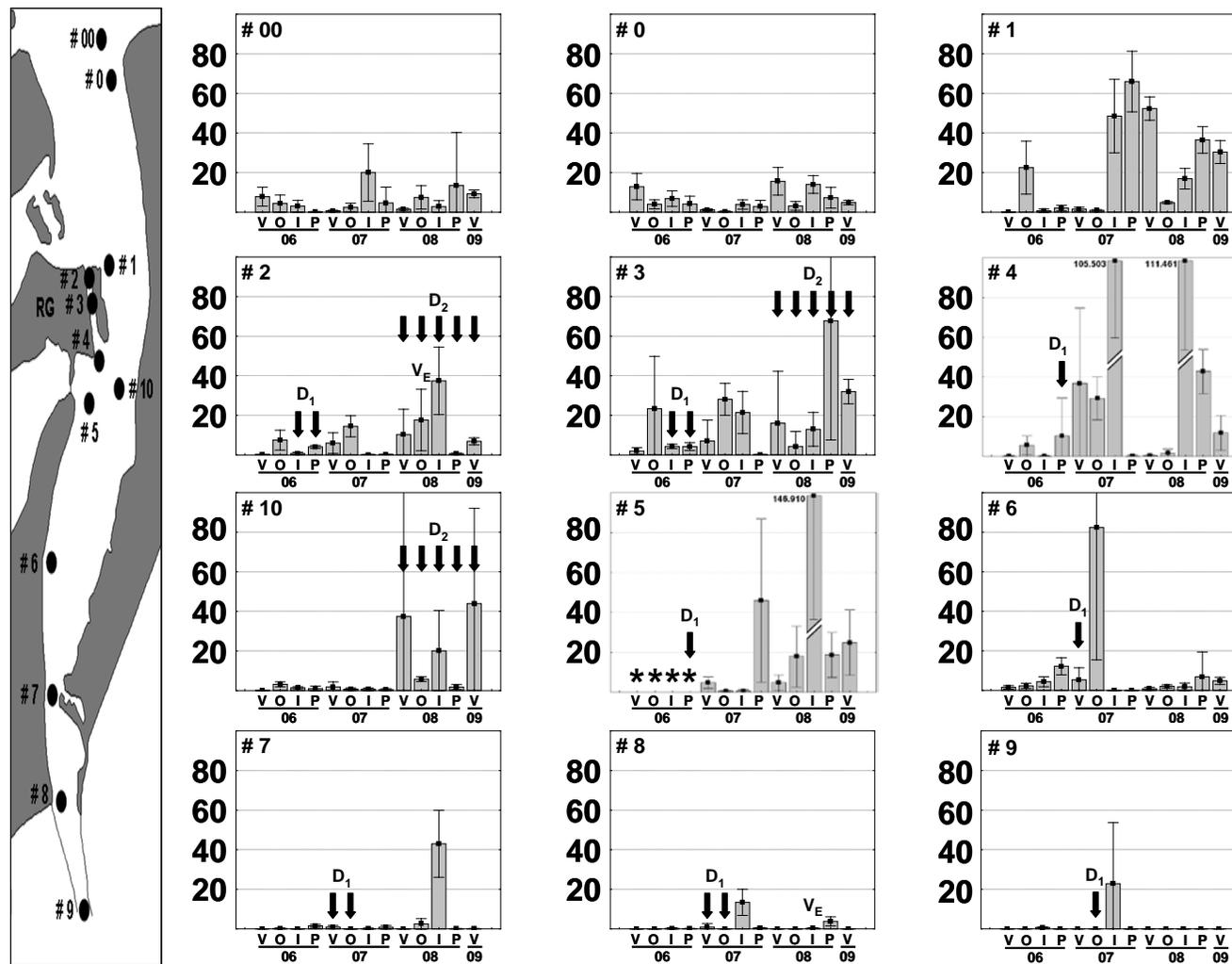


Figura 5. Densidades (média \pm desvio padrão) do gastrópode *Heleobia australis* (10^3 ind. m^{-2}) registradas na região infralitoral da Lagoa dos Patos. As setas apontam a ocorrência de dragagens. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; V_E: presença de vegetação no substrato; *: ausência de monitoramento nesta sazão.

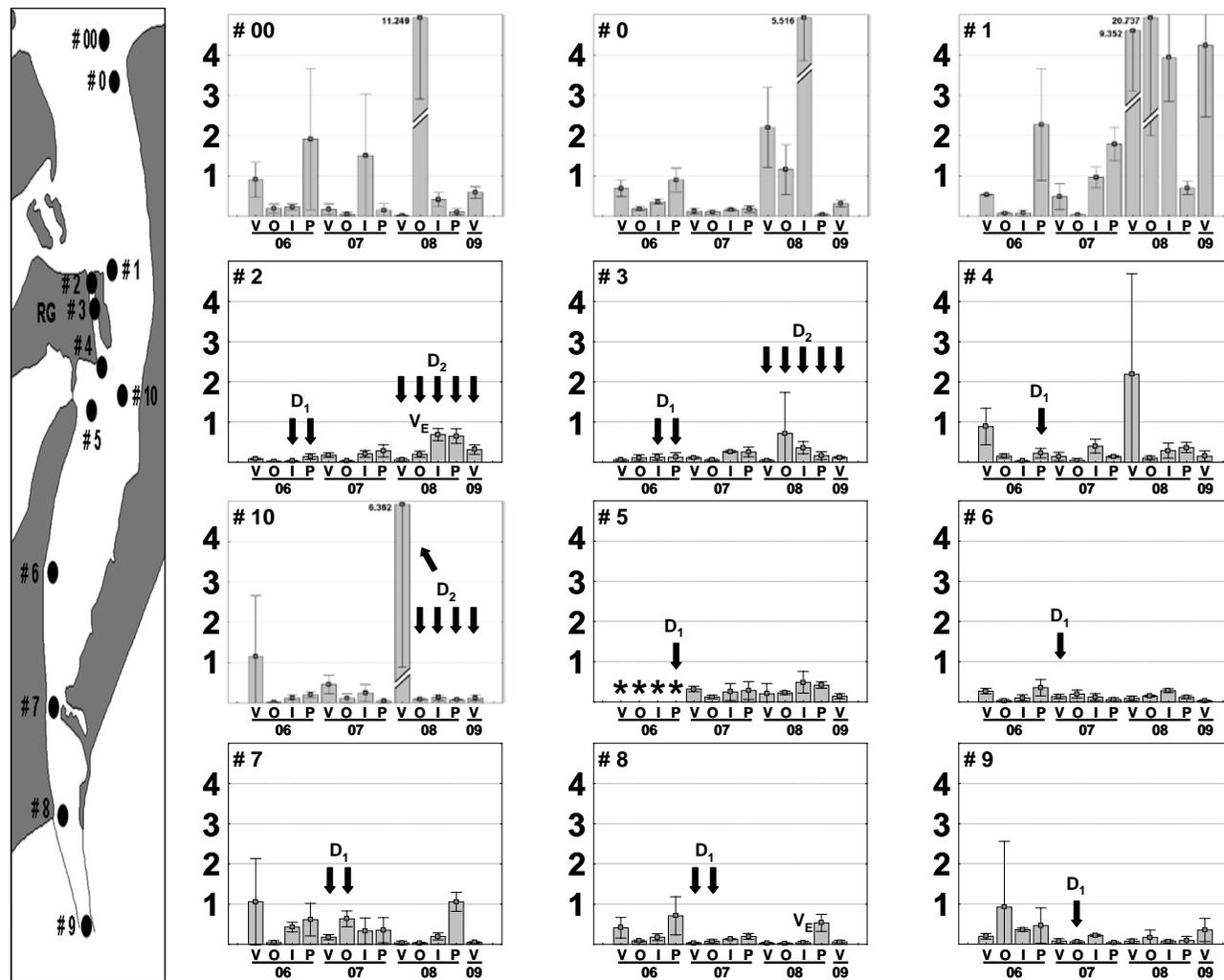


Figura 6. Densidades (média ± desvio padrão) da macrofauna bentônica (10^3 ind. m^{-2}), excluindo-se *H. australis*, registradas na região infralitoral da Lagoa dos Patos. As setas apontam a ocorrência de dragagens. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; V_E: presença de vegetação no substrato; *: ausência de monitoramento nesta sazão.

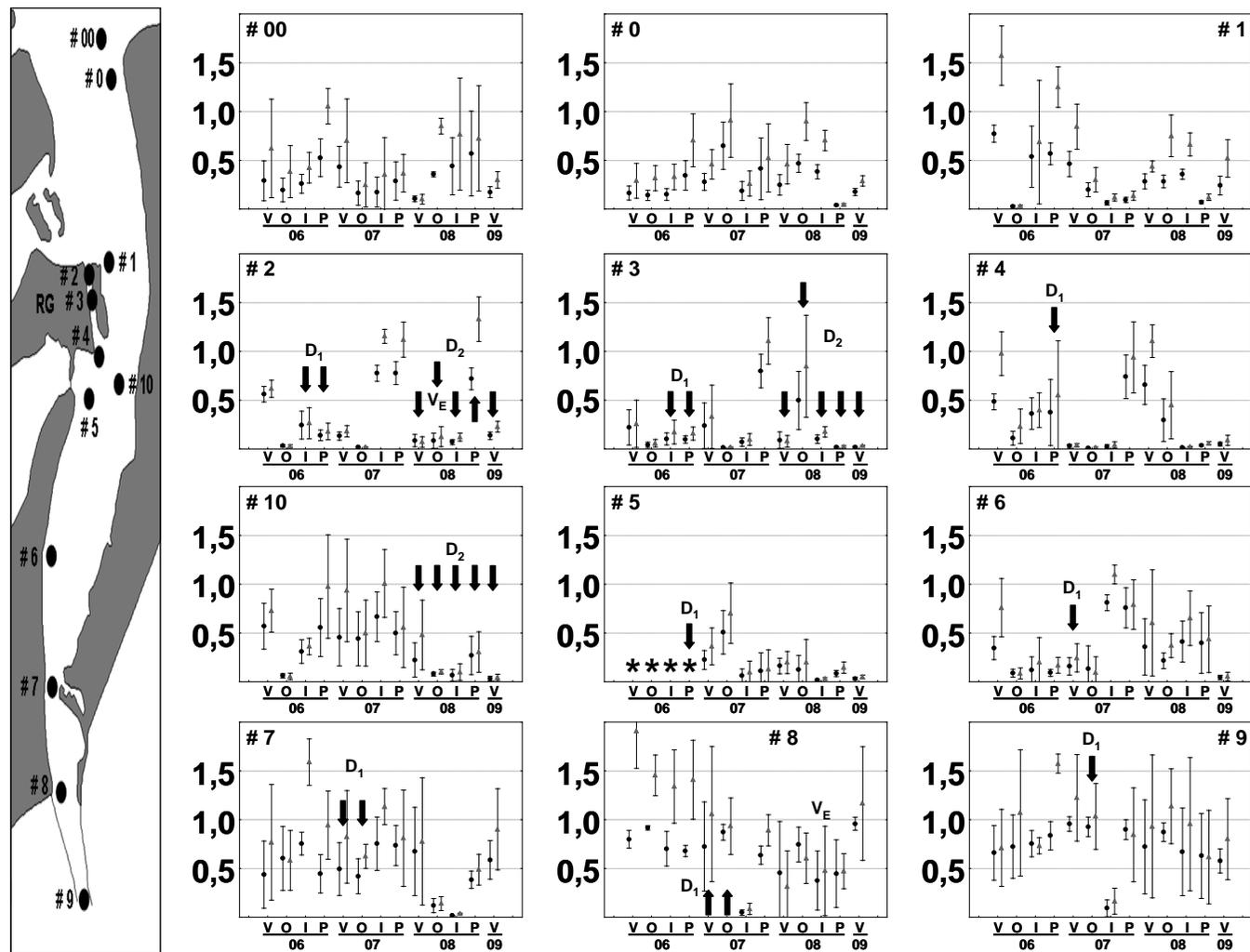


Figura 7. Índices (média \pm desvio padrão) de equitatividade de Pielou (J' ; ●) e diversidade de Shannon-Wiener (H' ; ▲) calculados para a região infralitoral da Lagoa dos Patos. As setas apontam a ocorrência de dragagens. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; V_E: presença de vegetação no substrato; *: ausência de monitoramento nesta sazão.

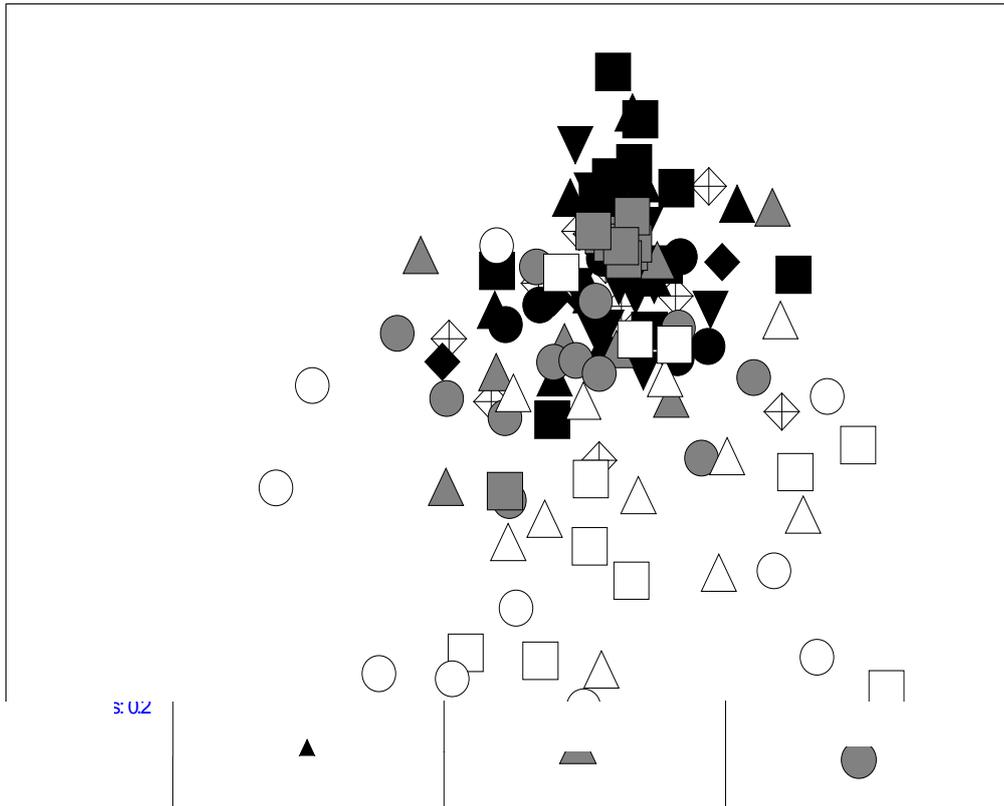


Figura 8. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente à distribuição dos pontos de acordo com sua posição na região estuarina.

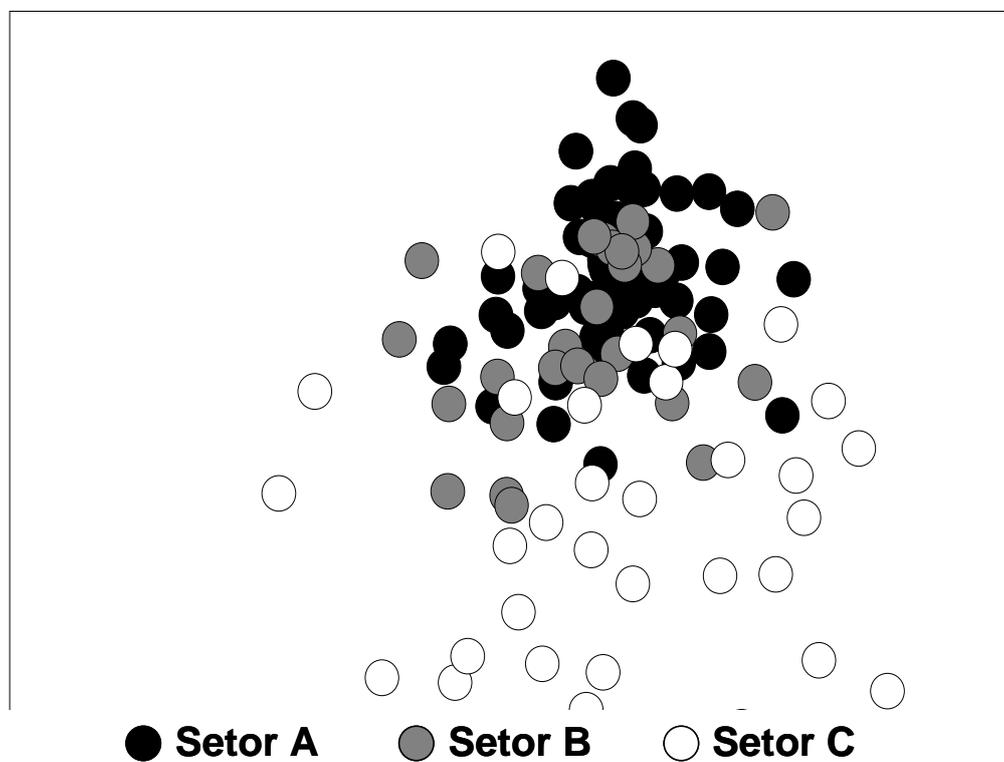


Figura 9. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente ao agrupamento dos pontos formando setores.

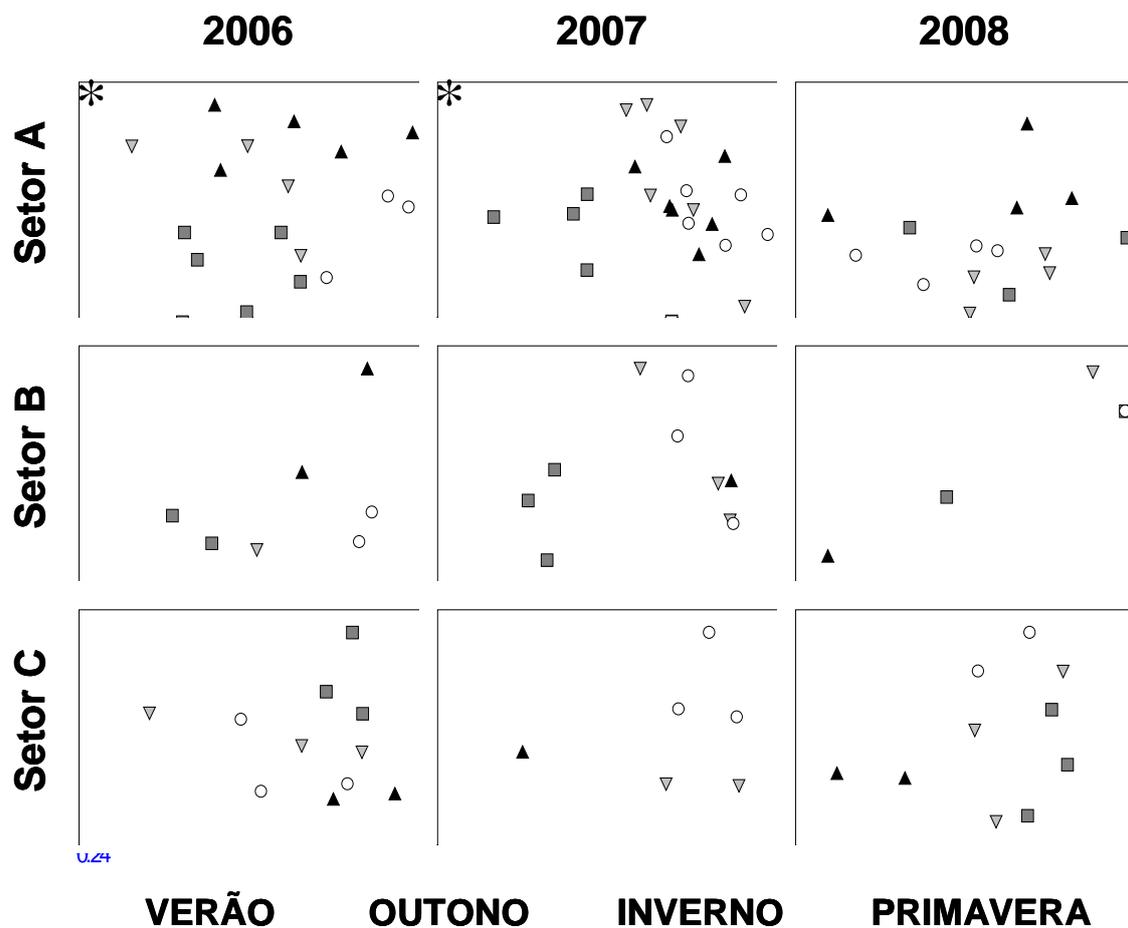


Figura 10. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente à variação sazonal intra-anual dos setores. A sazão de outono no Setor C, em 2007, não é representada no gráfico em virtude das dragagens que ocorriam no setor. *: Sazonalidade significativa.

U.24

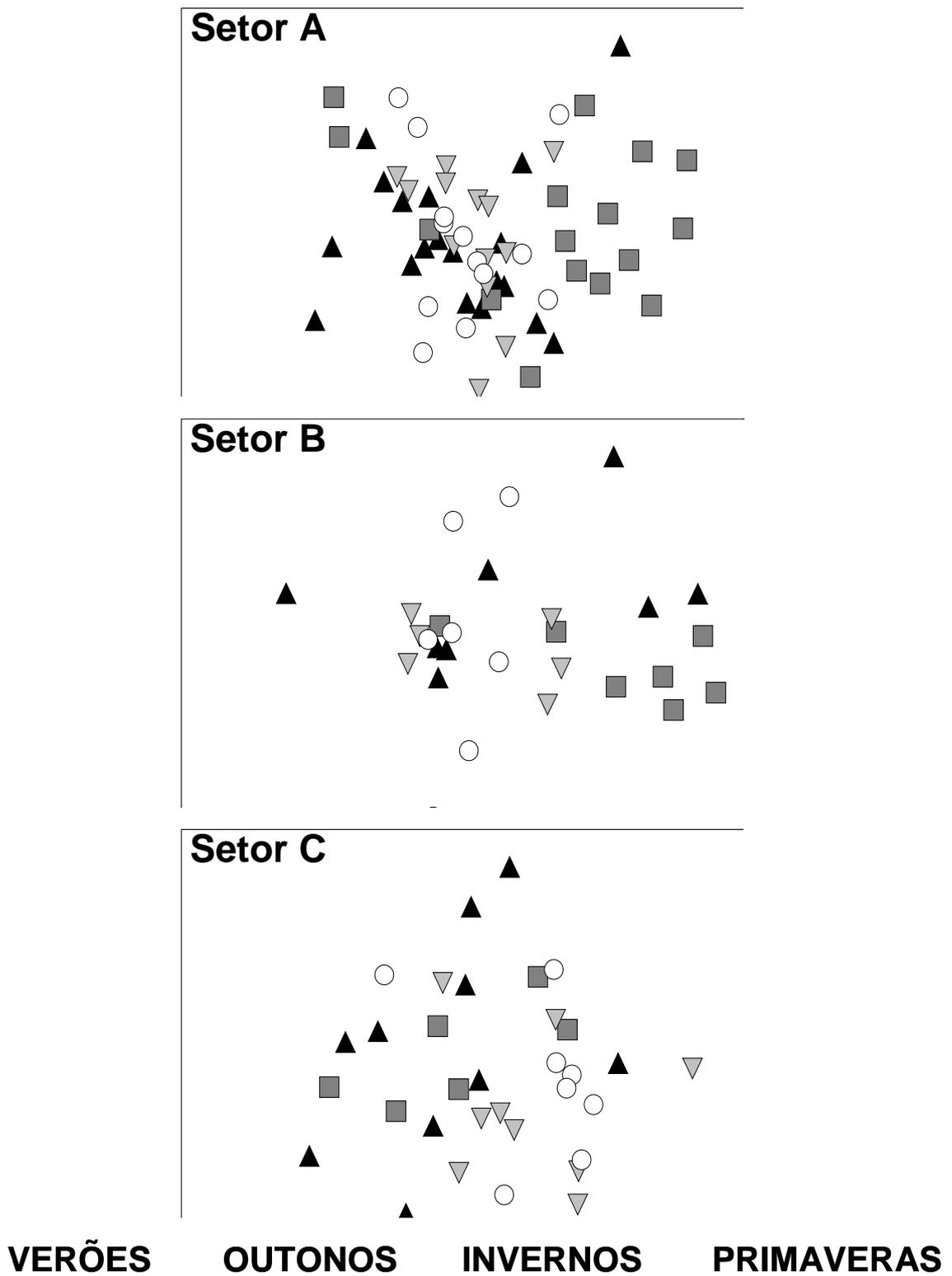


Figura 11. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente à variação sazonal interanual dos setores.

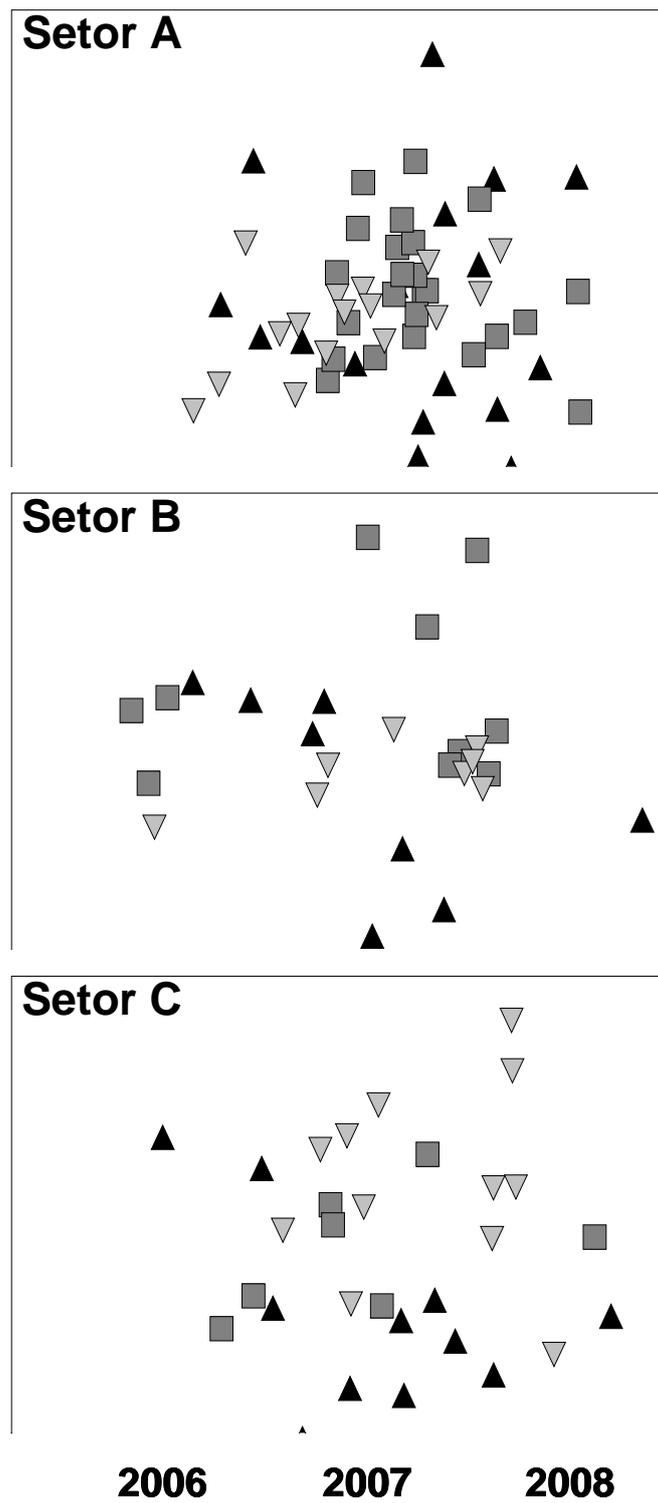


Figura 12. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente à variação interanual dos setores.

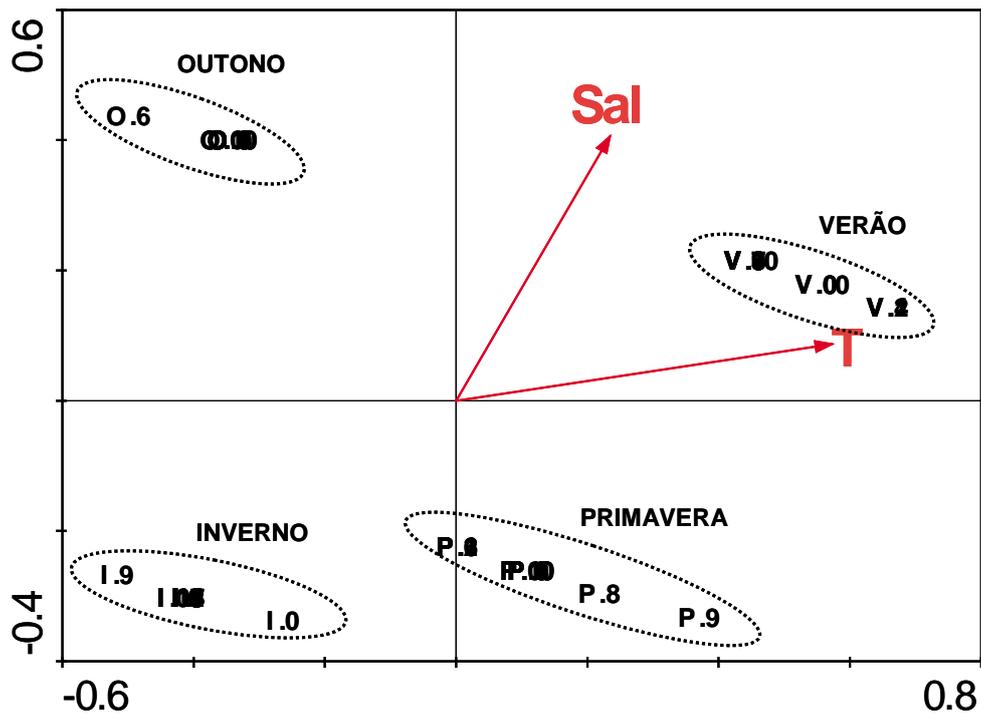


Figura 13. Representação gráfica dos resultados da Análise de Correlação Canônica (CCA) nas sações de 2006, referente às amostras biológicas dos pontos amostrais e as variáveis ambientais de influência significativa sobre a macrofauna. Sal: salinidade; T: temperatura; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera.

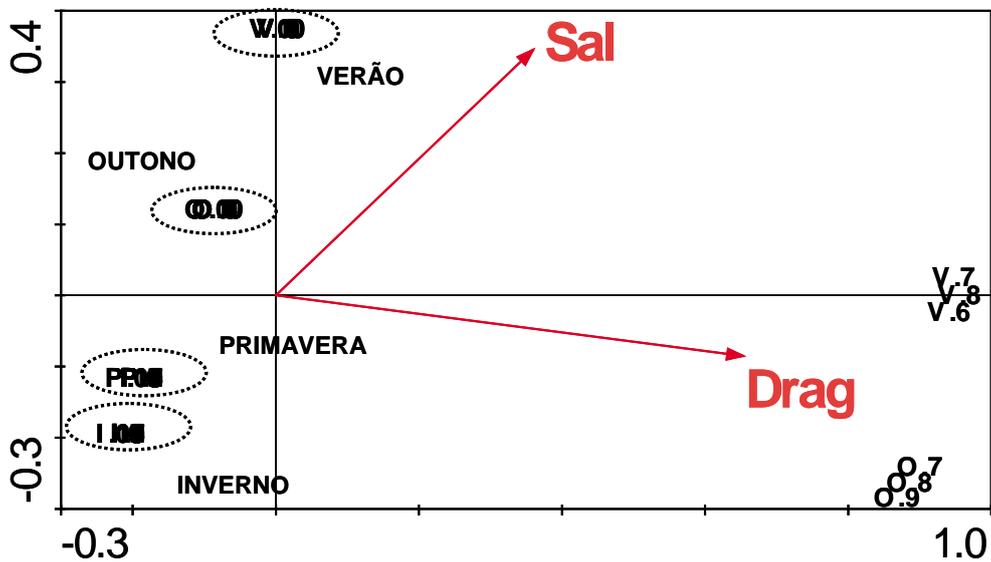


Figura 14. Representação gráfica dos resultados da Análise de Correlação Canônica (CCA) nas sações de 2007, referente às amostras biológicas dos pontos amostrais e as variáveis ambientais de influência significativa sobre a macrofauna. Sal: salinidade; T: temperatura; Drag: dragagem; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera.

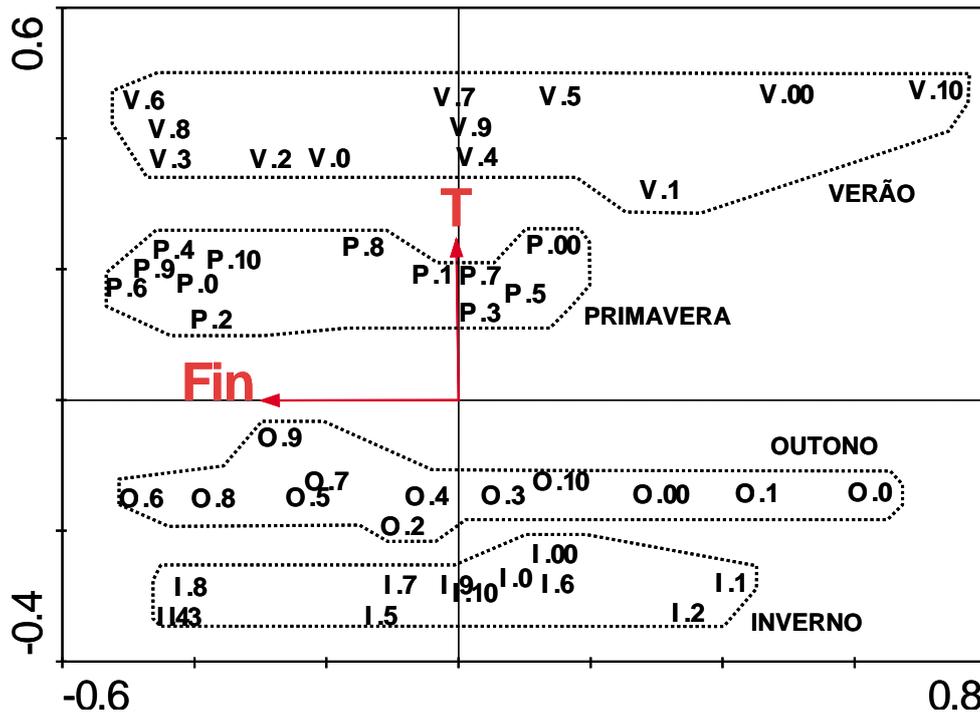


Figura 15. Representação gráfica dos resultados da Análise de Correlação Canônica (CCA) nas sações de 2008, referente às amostras biológicas dos pontos amostrais e as variáveis ambientais de influência significativa sobre a macrofauna. Sal: salinidade; T: temperatura; Fin: porcentual de finos; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera.

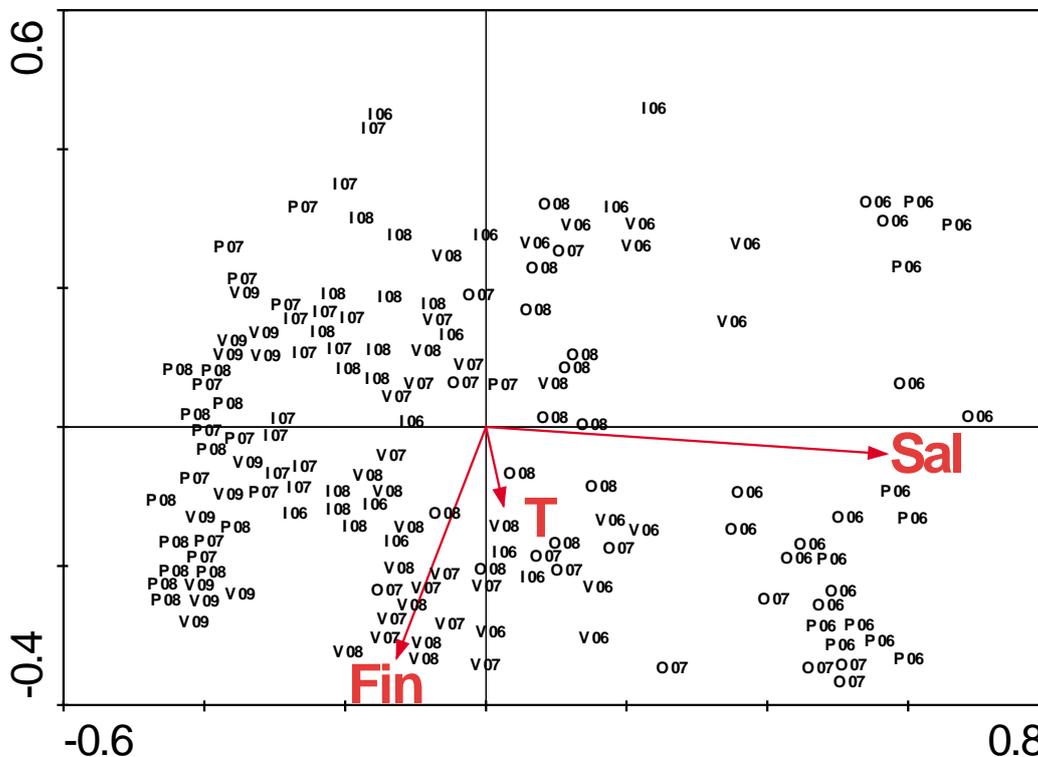


Figura 16. Representação gráfica dos resultados da Análise de Correlação Canônica referente às amostras biológicas de todo o período amostral e as variáveis ambientais de influência significativa sobre o macrobentos. Sal: salinidade; T: temperatura; Fin: porcentual de finos; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; 06: 2006; 07: 2007; 08: 2008; 09: 2009.

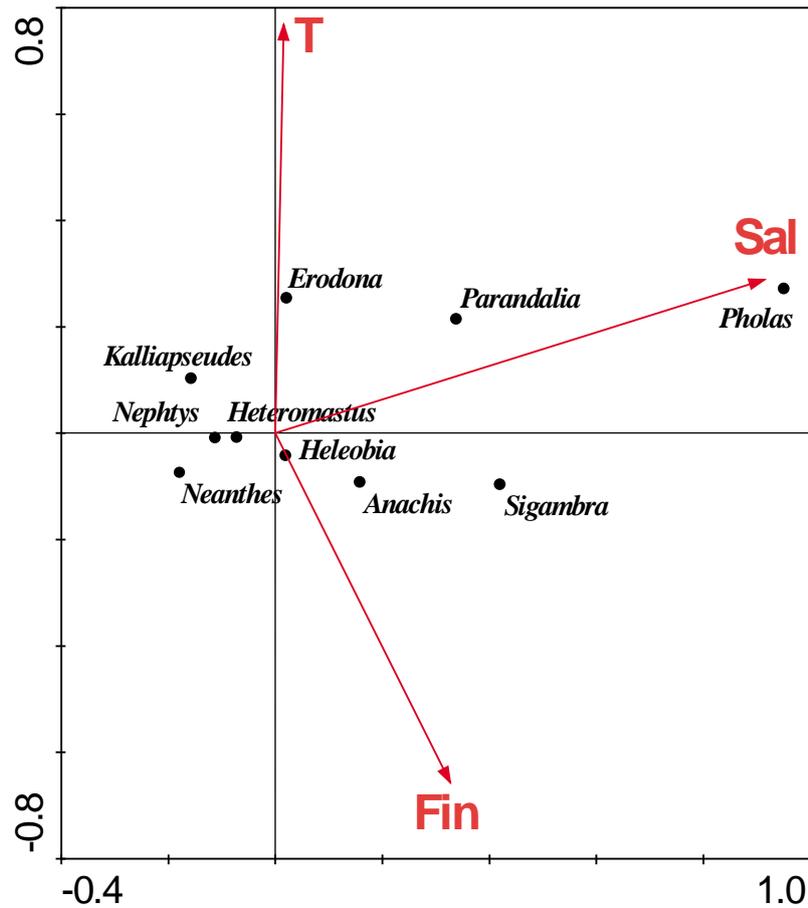


Figura 17. Representação gráfica dos resultados da Análise de Correlação Canônica (CCA) referente às espécies de maior densidade no estudo e as variáveis ambientais de influência significativa sobre o macrobentos. Sal: salinidade; T: temperatura; Fin: percentual de finos.

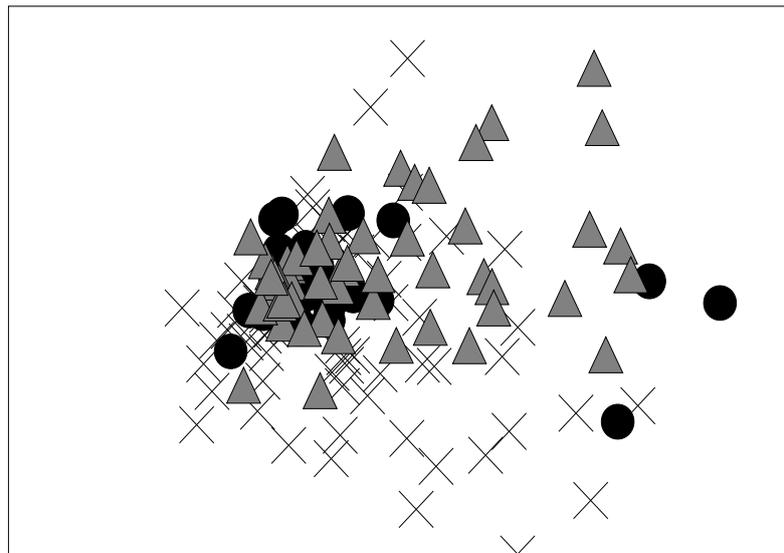


Figura 18. Resultado da Análise de Ordenação (MDS) referente às operações de dragagem nos pontos não dragados (X), durante as dragagens (●) e após o término das mesmas (▲).

FIGURAS DO CAPÍTULO II

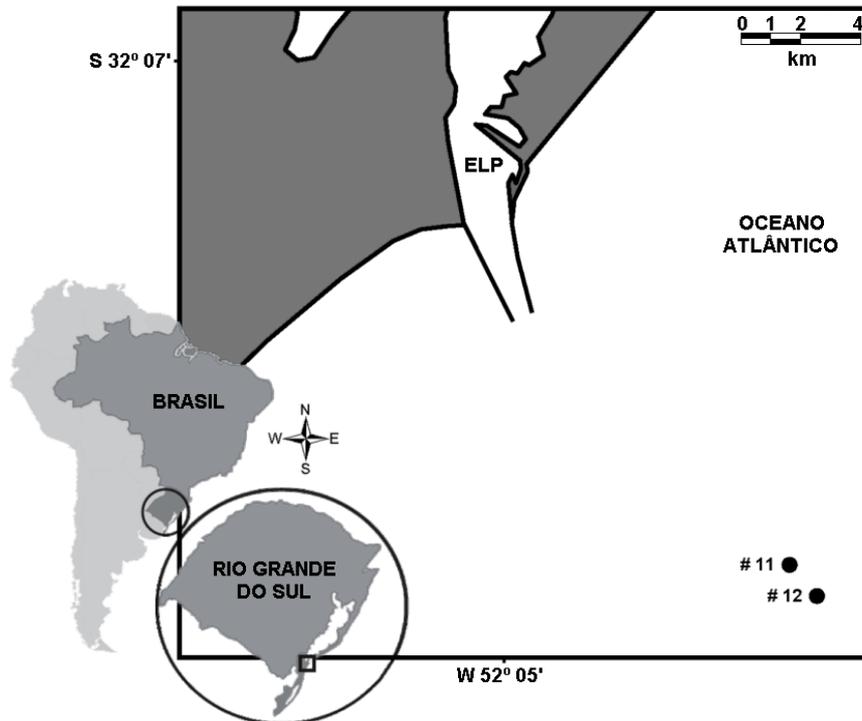


Figura 19. Mapa da região de Plataforma Interna adjacente à região estuarina da Lagoa dos Patos (ELP), mostrando a localização espacial da área de Descarte (# 11), à 10 milhas náuticas da desembocadura da laguna, e sua respectiva área Controle (# 12), localizada 1 milha náutica a SE deste.

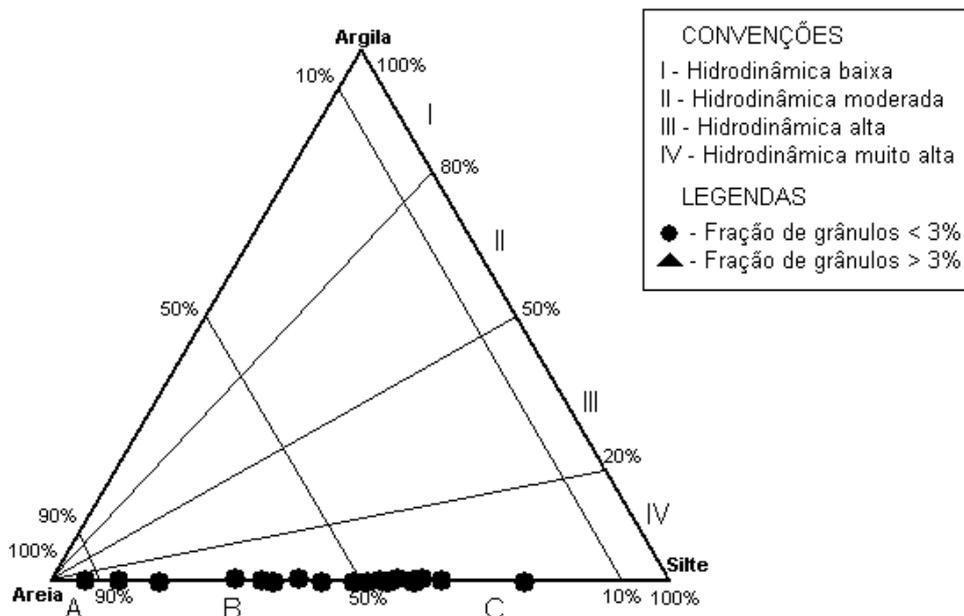


Figura 20. Diagrama de Pejrup e as amostras sedimentares dos substratos.

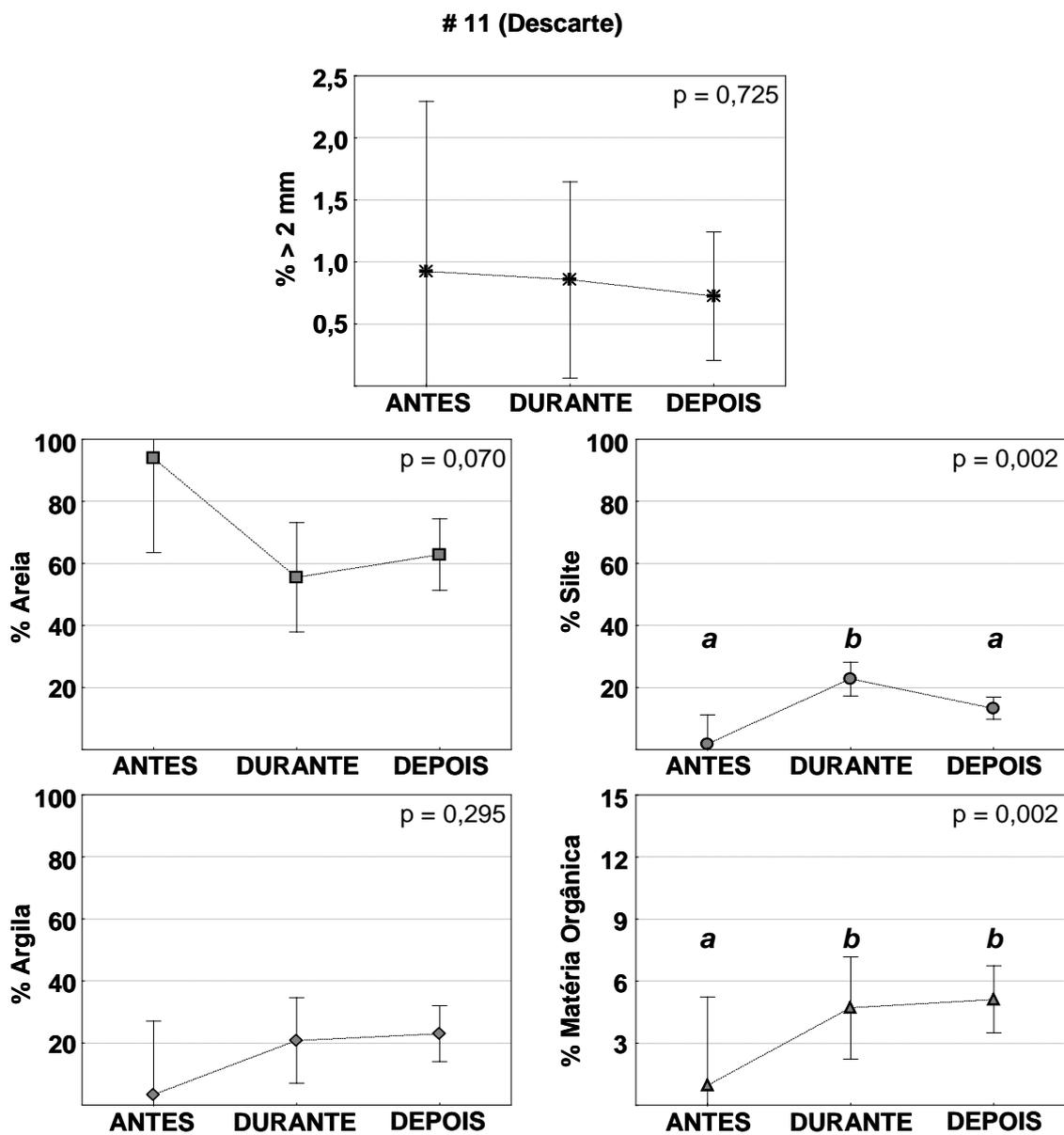


Figura 21. Resultados das análises ANOVA executadas temporalmente aos percentuais granulométricos do substrato da área de Descarte. Letras diferentes denotam diferenças estatísticas.

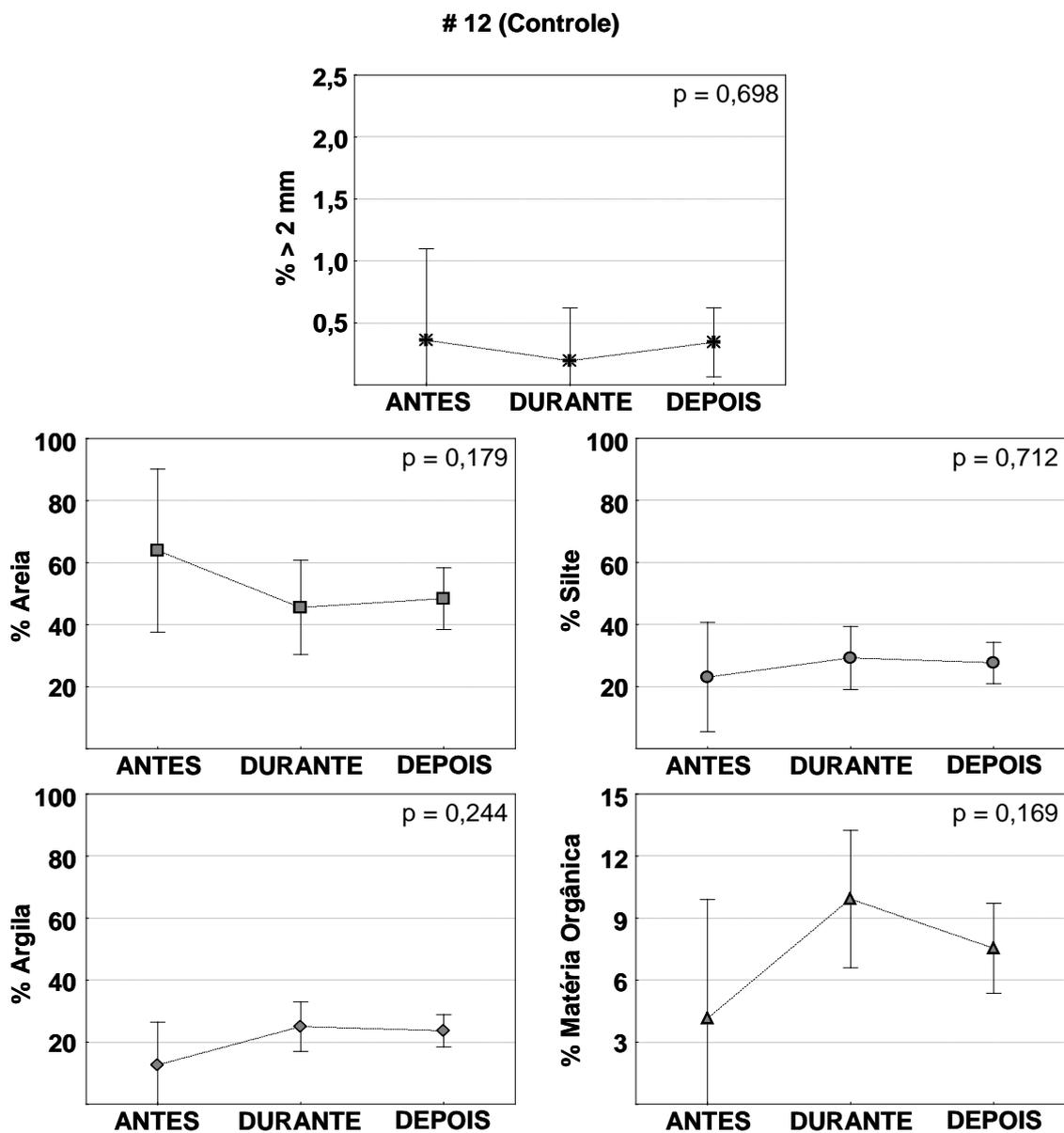


Figura 22. Resultados das análises ANOVA executadas temporalmente aos percentuais granulométricos do substrato da área Controle.

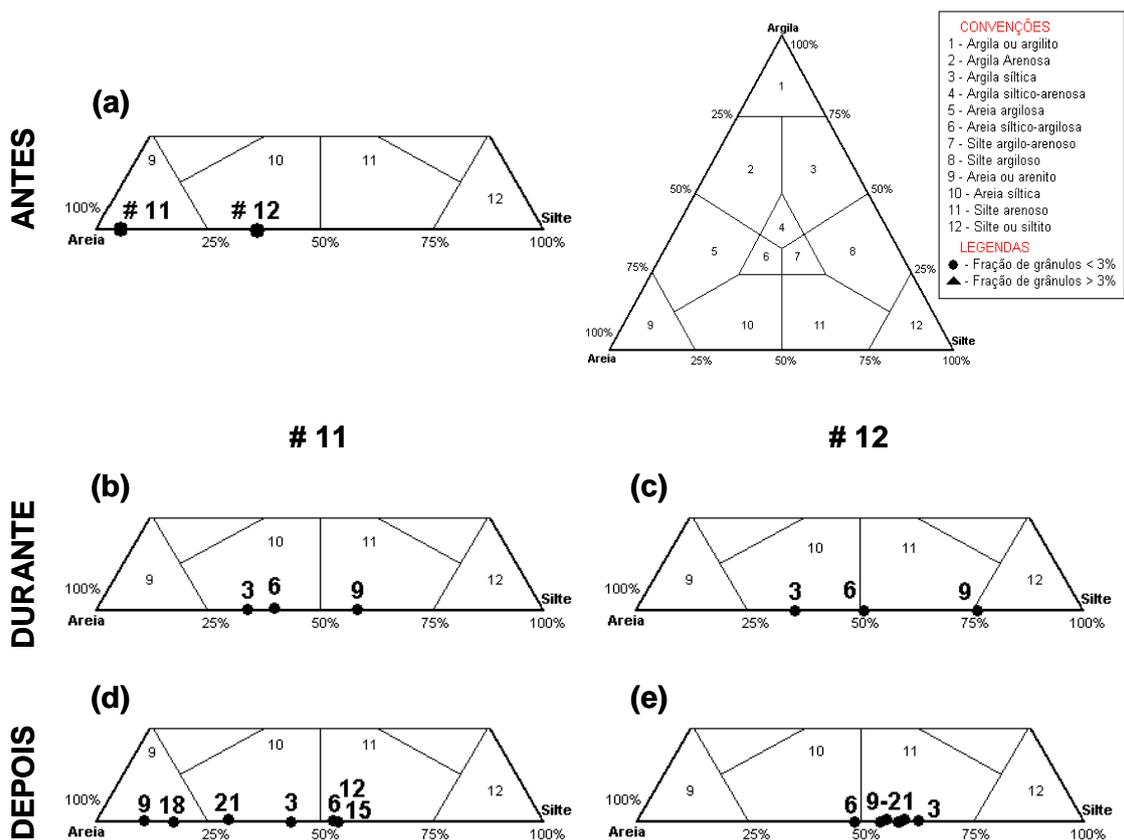


Figura 23. Diagramas de Shepard evidenciando a variação temporal da composição sedimentar dos substratos da área de Descarte (# 11) e da área Controle (# 12) no momento anterior aos descartes (a), durante os mesmos (b - c) e após o encerramento dos descartes de material (d - e). Os números acima das amostras indicam o número de meses transcorridos desde o início dos despejos (referentes ao período DURANTE), assim como o número de meses posteriores ao final dos descartes (referentes ao DEPOIS).

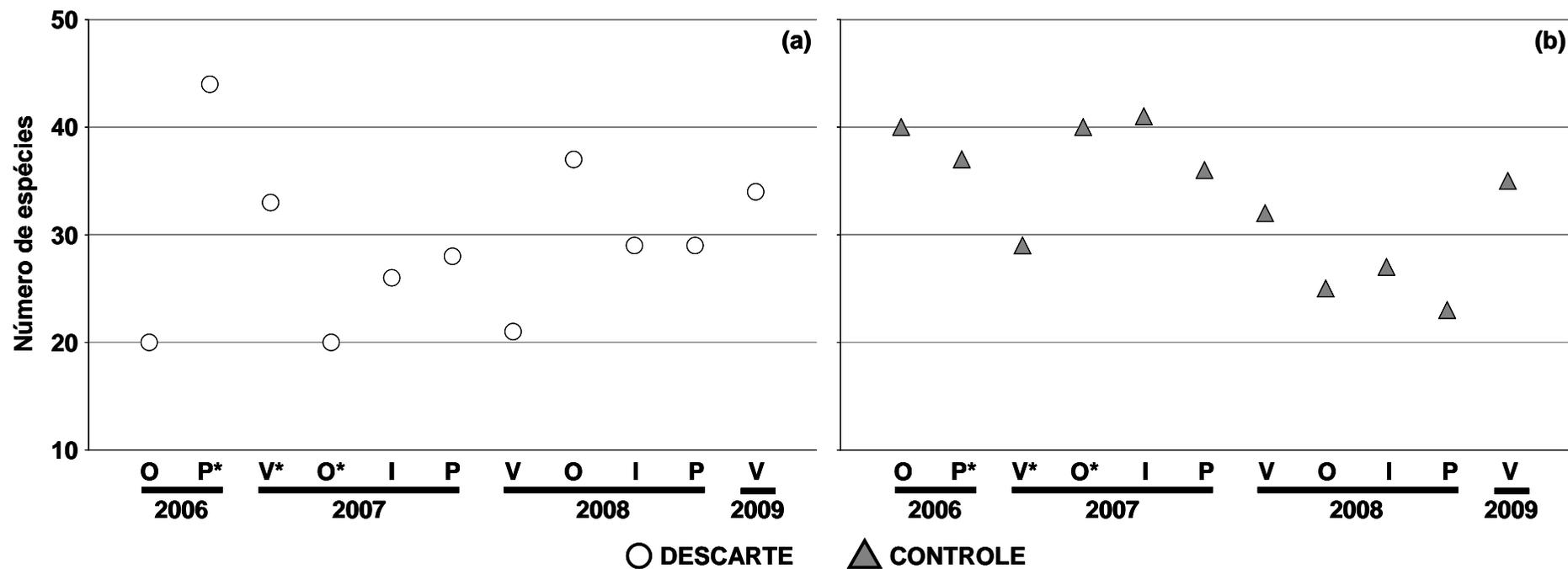


Figura 24. Número total de espécies (somatório das quatro réplicas) registradas na área de Descarte (○ - a) e na área Controle (▲ - b). V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

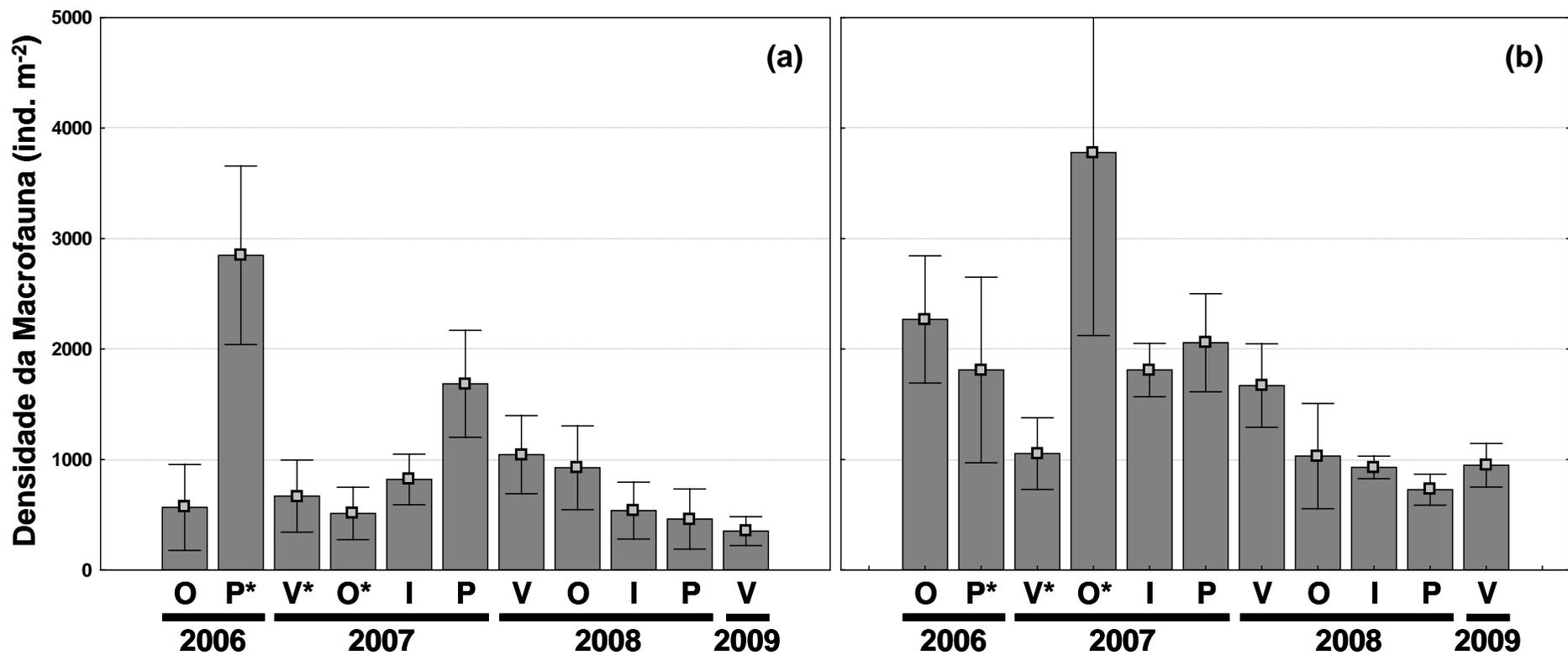


Figura 25. Densidade da macrofauna bentônica (média \pm desvio padrão) registrada na área de Descarte (a) e na área Controle (b). V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

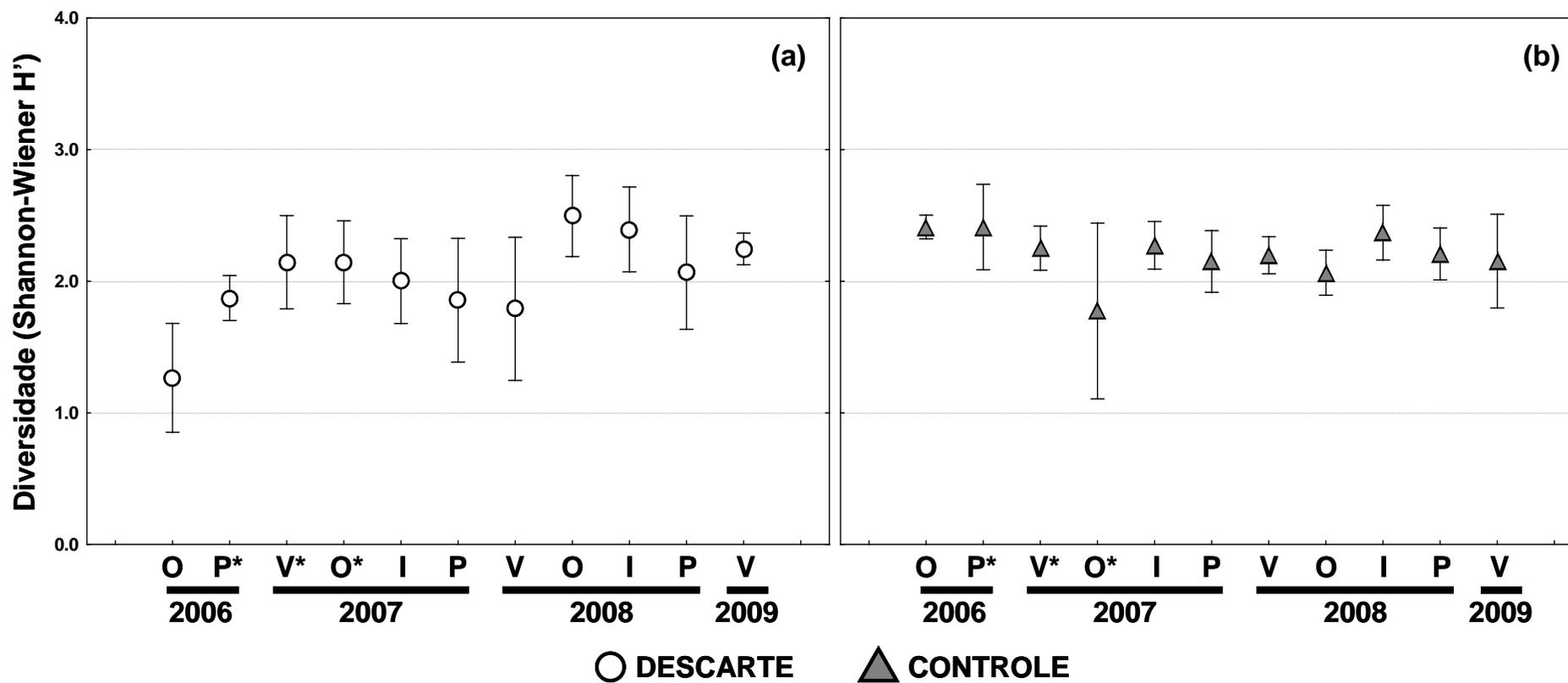


Figura 26. Índice de Diversidade de Shannon-Wiener H' (média \pm desvio padrão) calculados para a área de Descarte (○ - a) e para a área Controle (▲ - b). V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

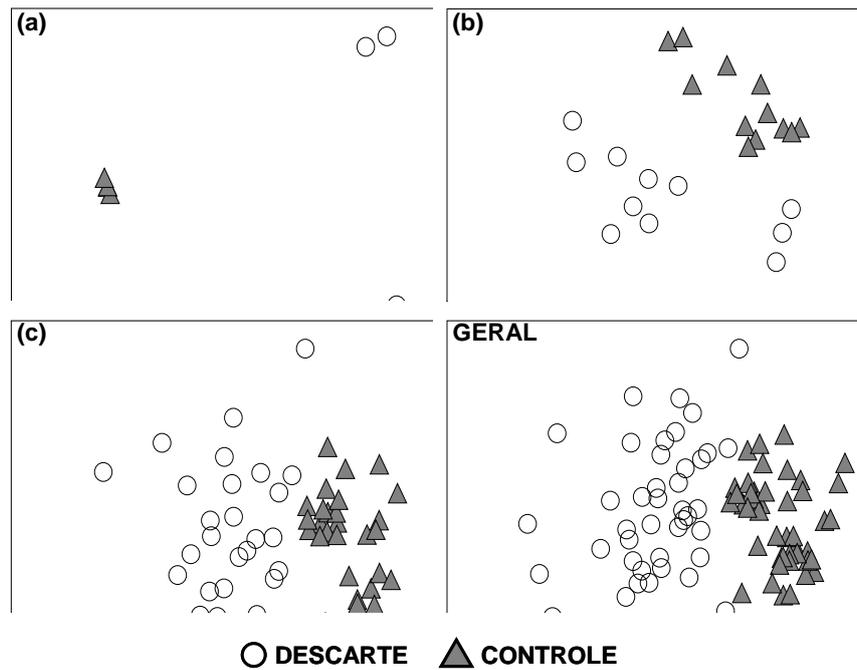


Figura 27. Resultados das Análises de Ordenação (MDS) referentes à variação espacial da área de Descarte e da área Controle, no período anterior aos descartes (a), durante os mesmos (b) e após o encerramento dos despejos (c). Ainda, o resultado da análise MDS referente à variação espacial GERAL ao longo do estudo.

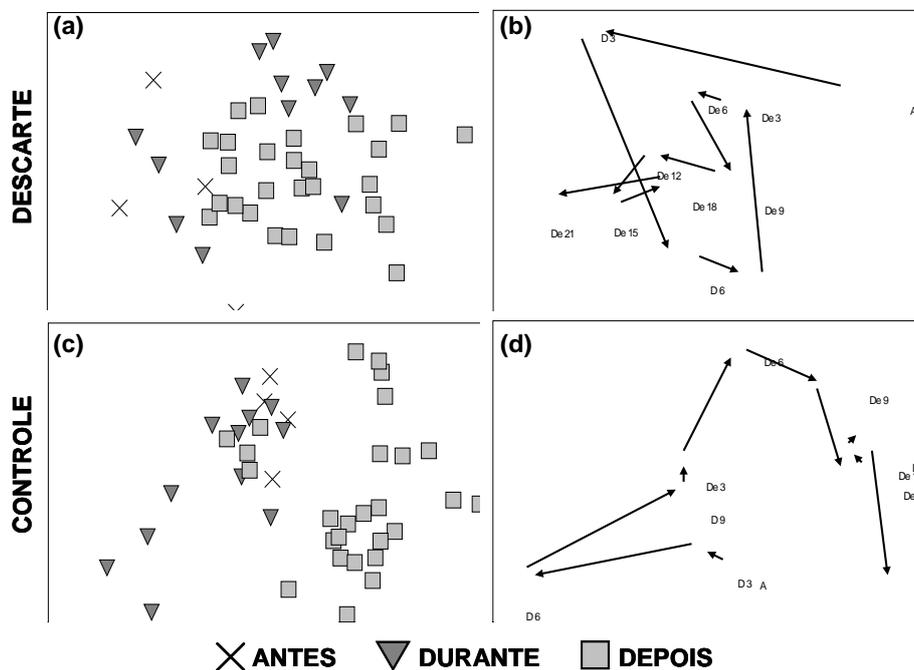


Figura 28. Resultados das Análises de Ordenação (MDS) referentes à variação temporal da área de Descarte (a), mostrando sua evolução ao longo do período amostral (b), bem como a variação temporal da área Controle (c) e sua evolução ao longo do estudo.

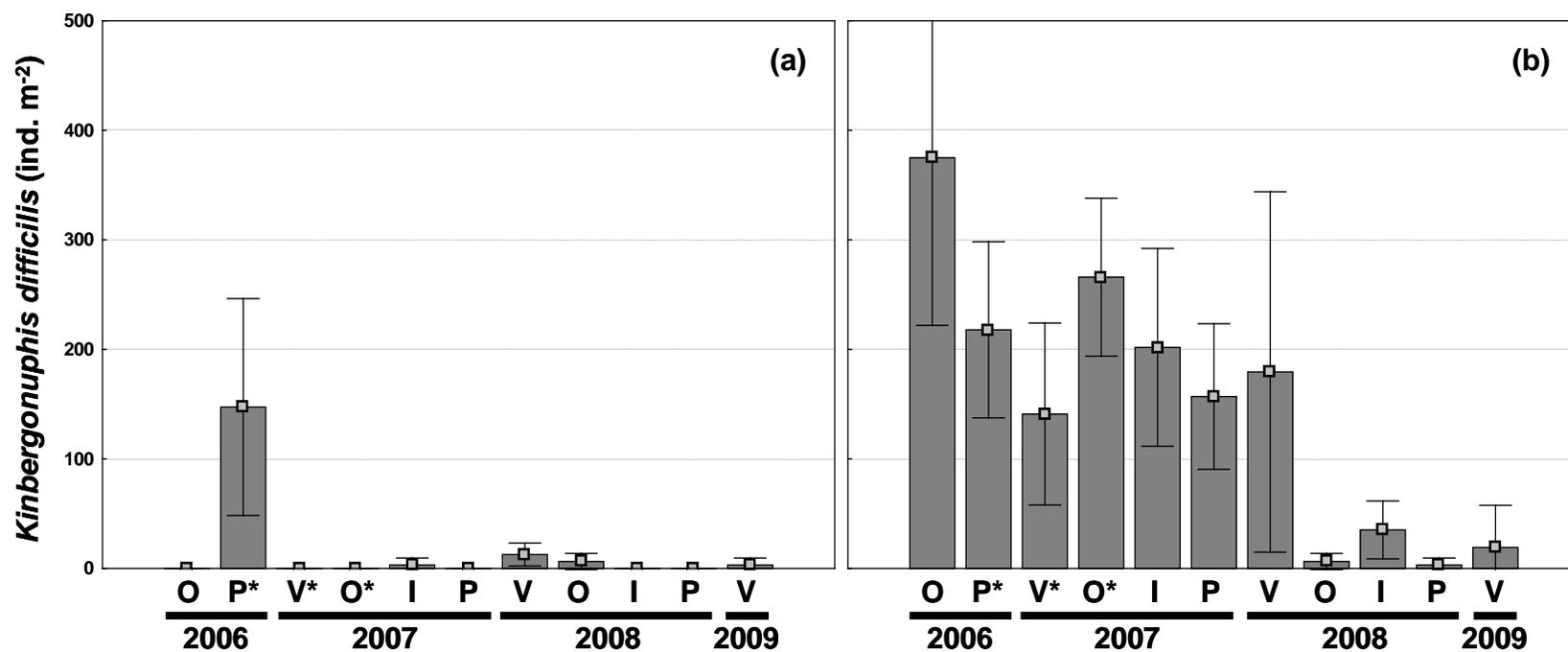


Figura 29. Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Kinbergonuphis difficilis* Fauchald, 1982 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sação em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

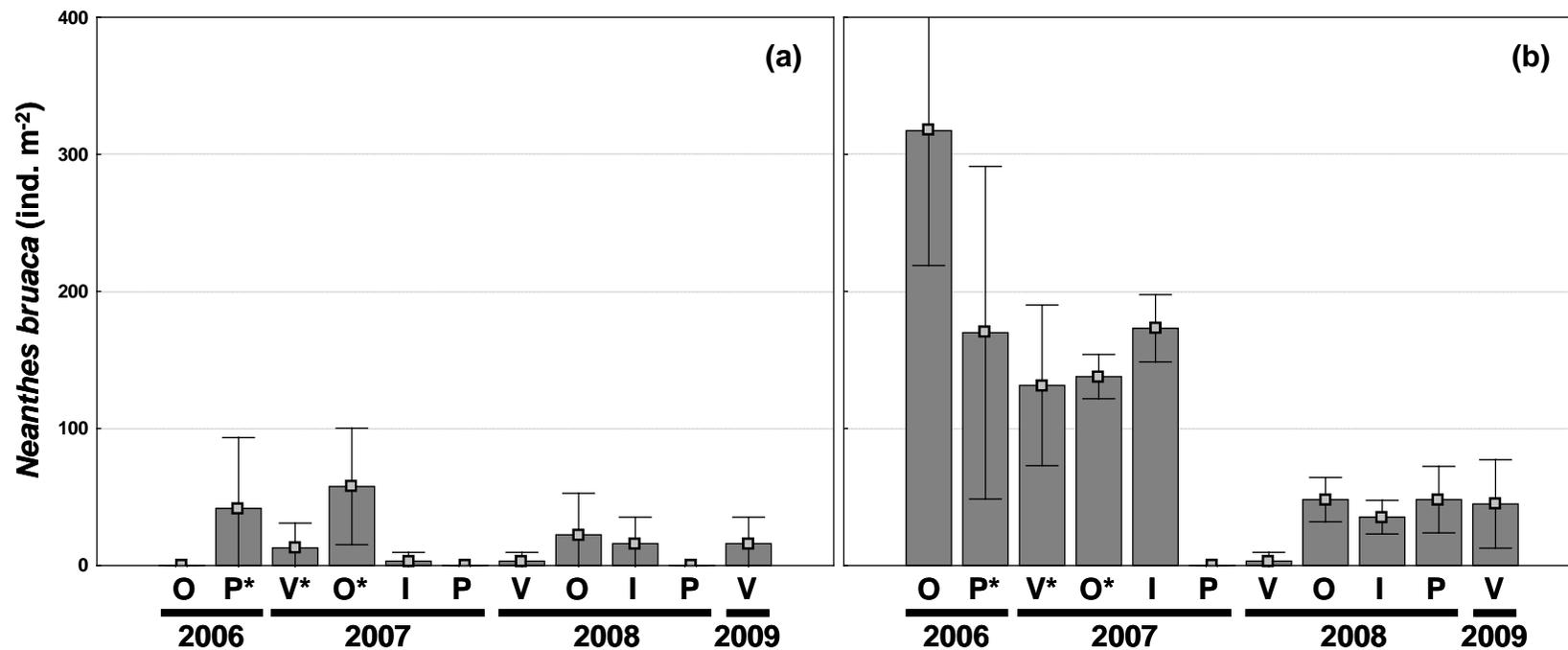


Figura 30. Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Neanthes bruaca* Lana & Sovierzosi, 1987 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sação em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

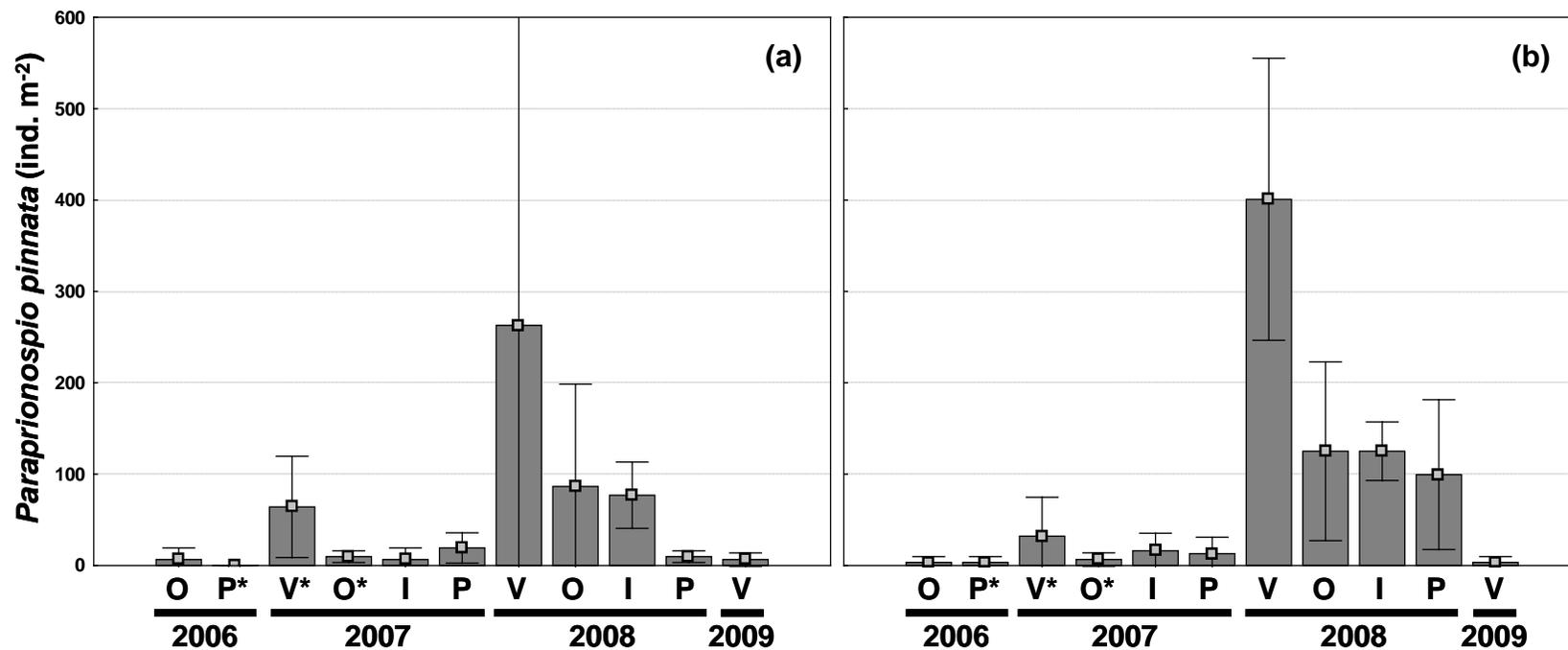


Figura 31. Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Paraprionospio pinnata* Ehlers, 1901 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

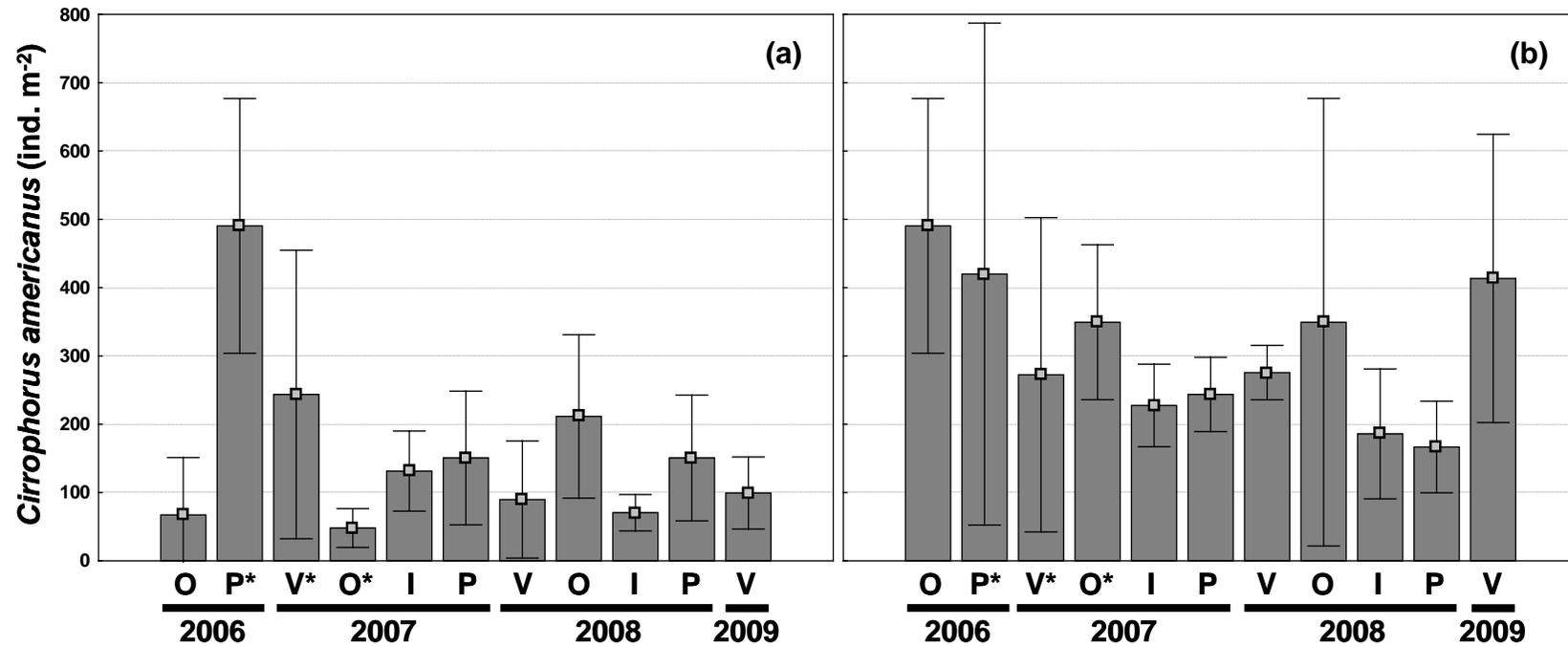


Figura 32. Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Cirrophorus americanus* Strelzov, 1973 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sação em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

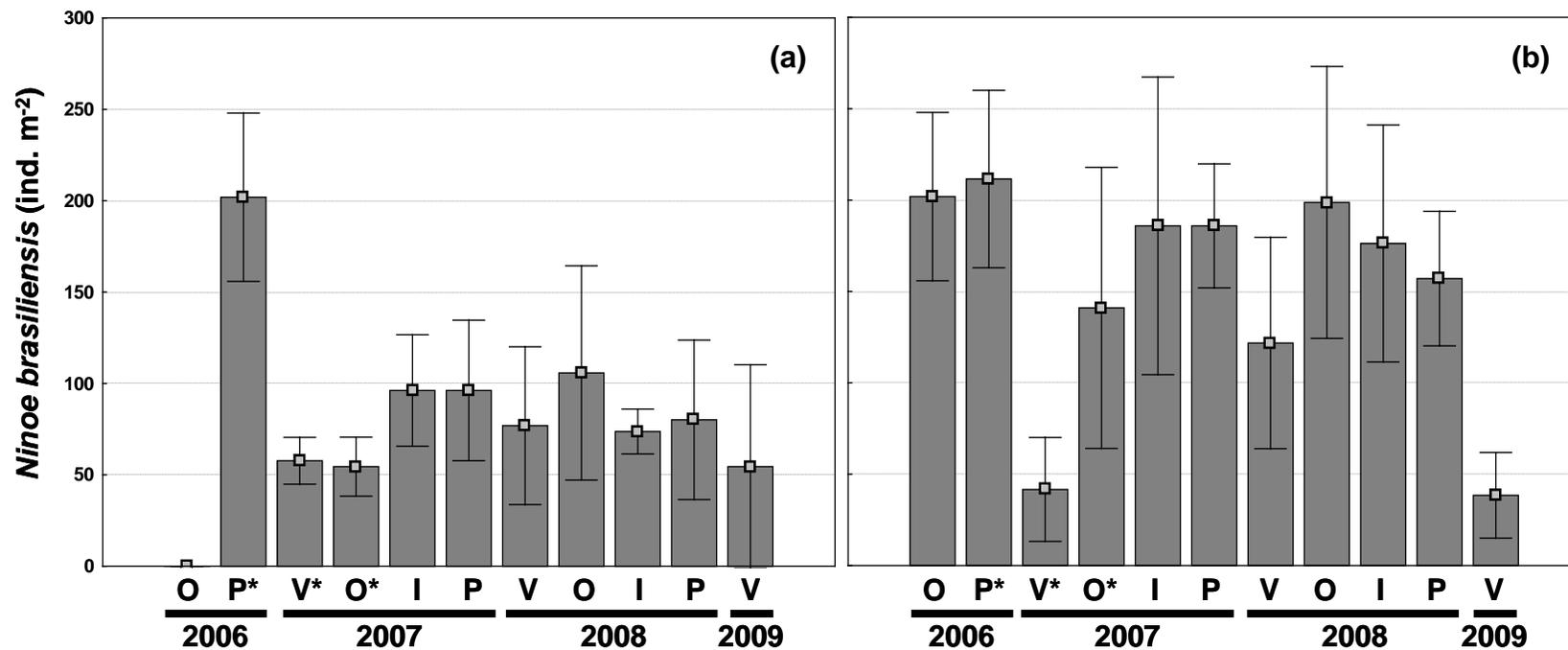


Figura 33. Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Ninoe brasiliensis* Kinberg, 1865 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

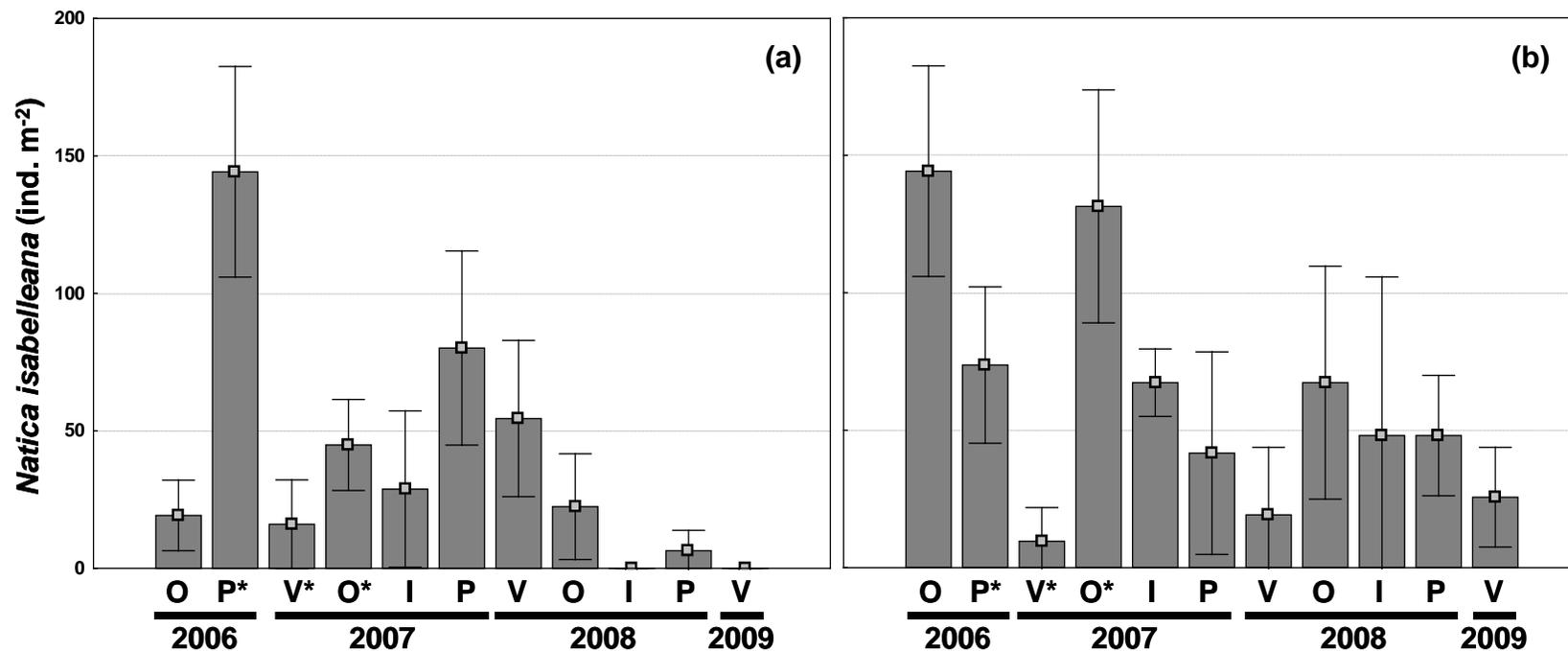


Figura 34. Densidades (média \pm desvio padrão) do gastrópode *Natica isabelleana* Orbigny, 1840 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

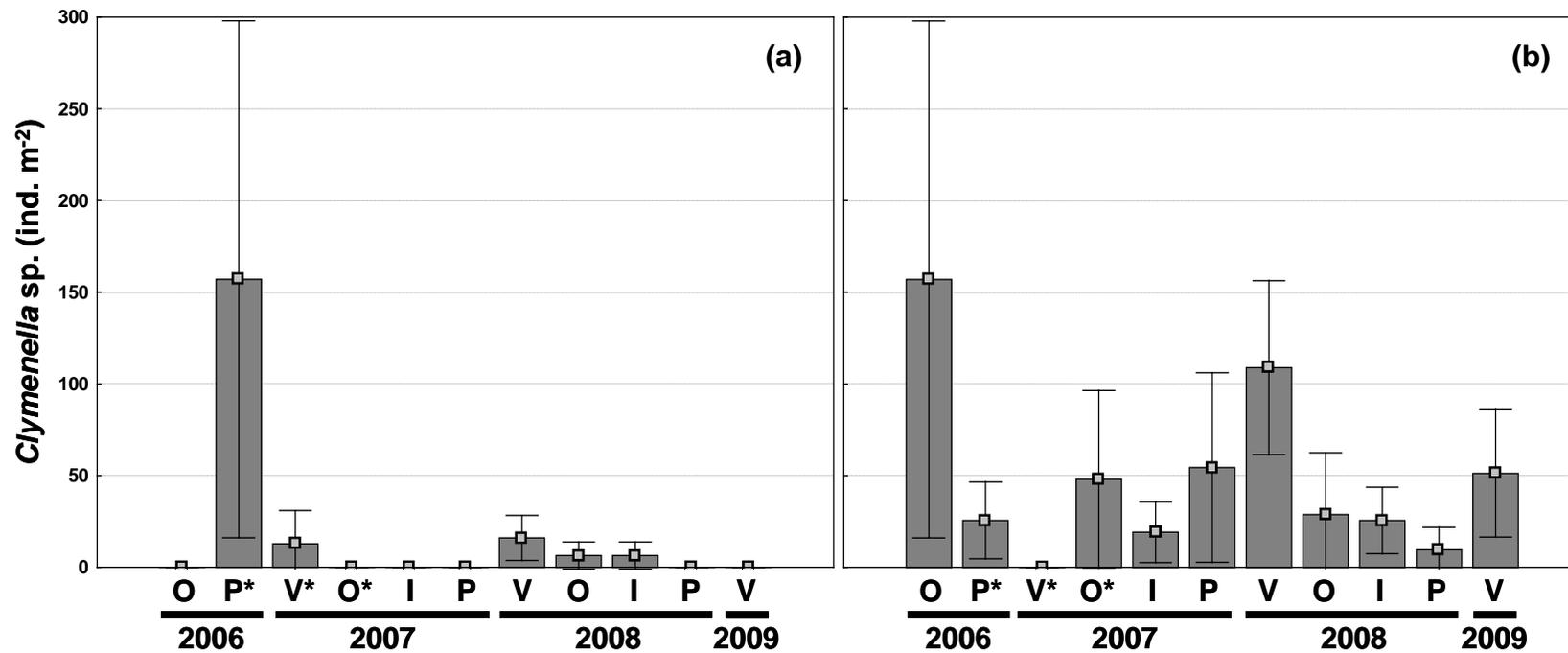


Figura 35. Densidades (média \pm desvio padrão) do poliqueta *Clymenella* sp. registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

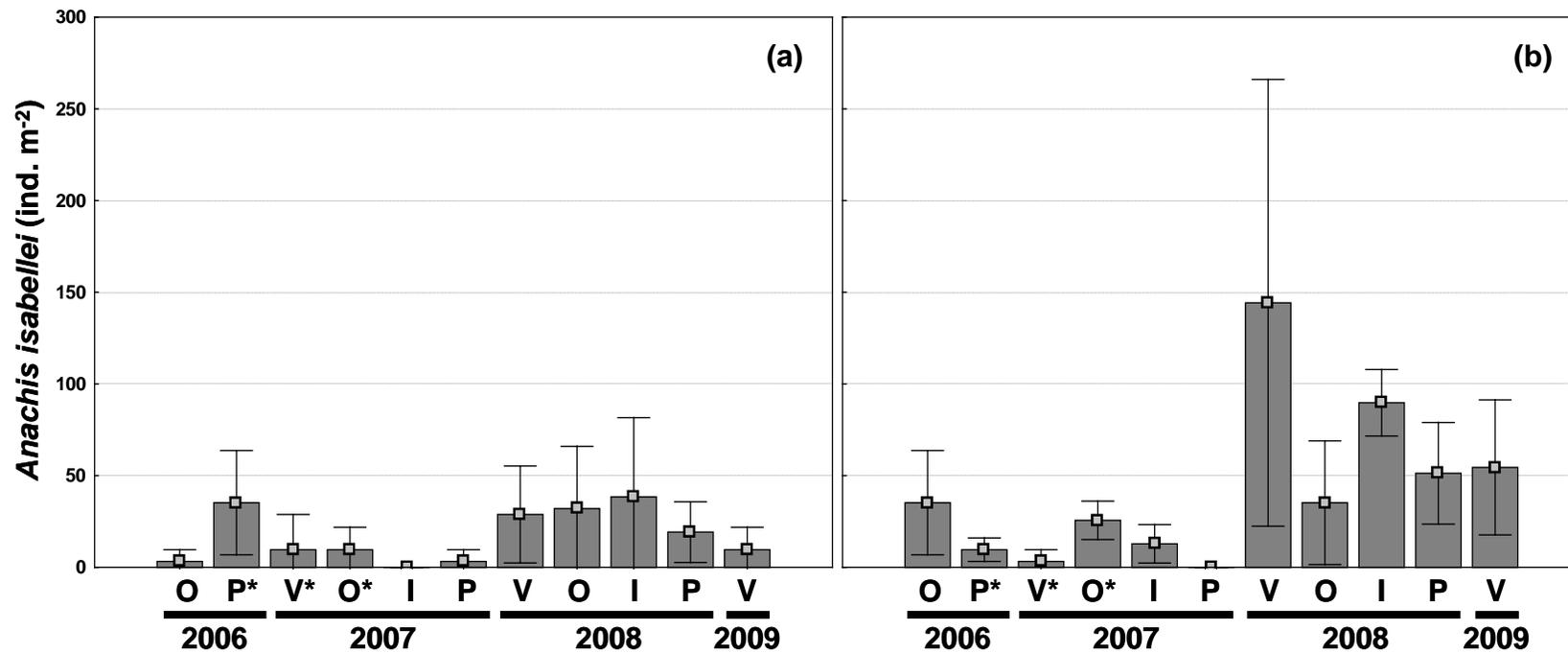


Figura 36. Densidades (média \pm desvio padrão) do gastrópode *Anachis isabellei* Orbigny, 1841 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

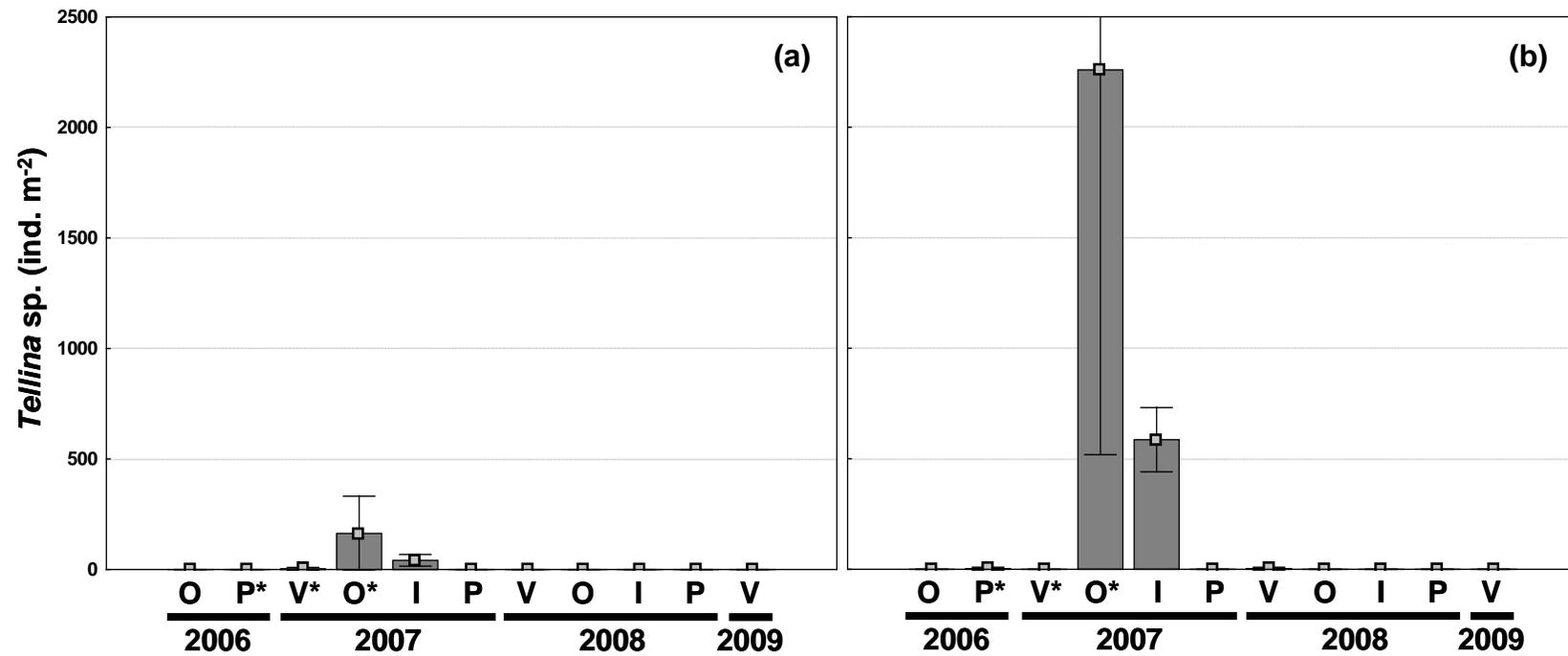


Figura 37. Densidades (média \pm desvio padrão) do bivalvo *Tellina* sp. registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

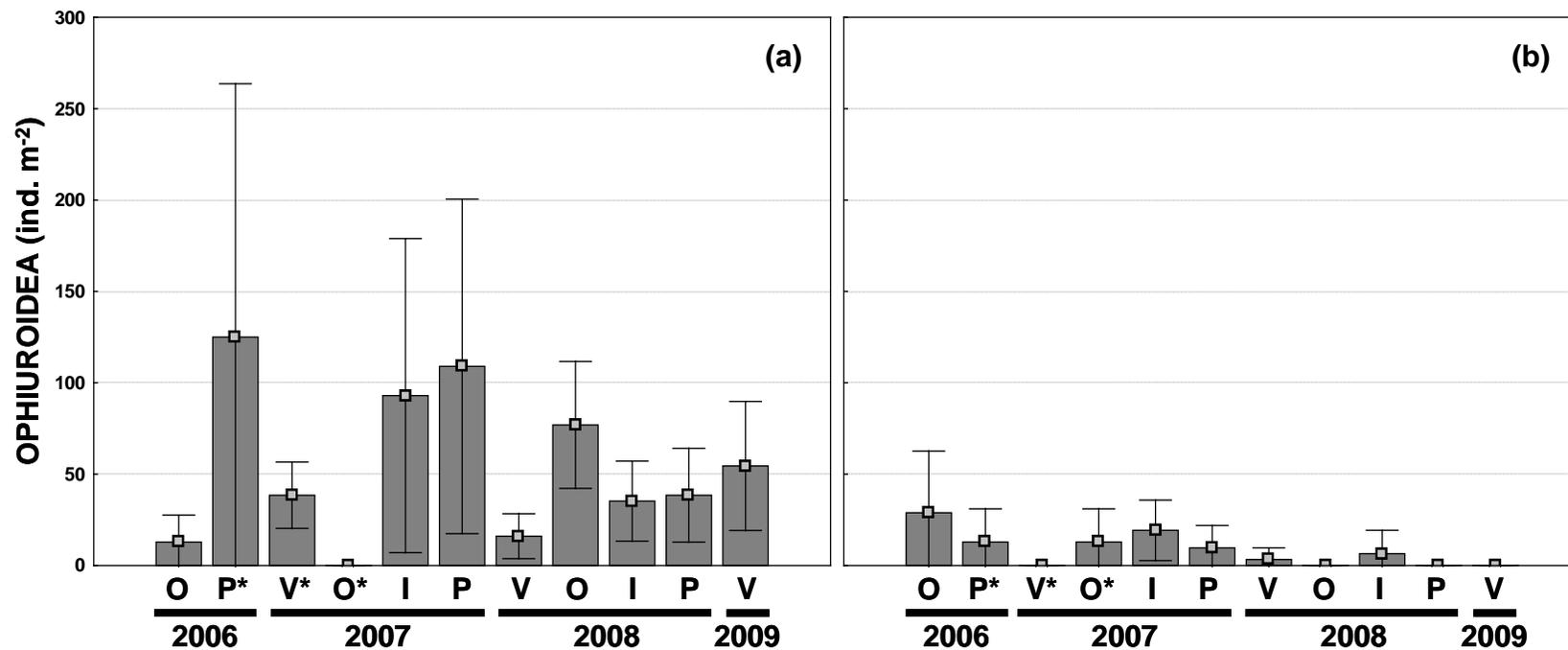


Figura 38. Densidades (média \pm desvio padrão) das espécies de Ophiuroidea registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

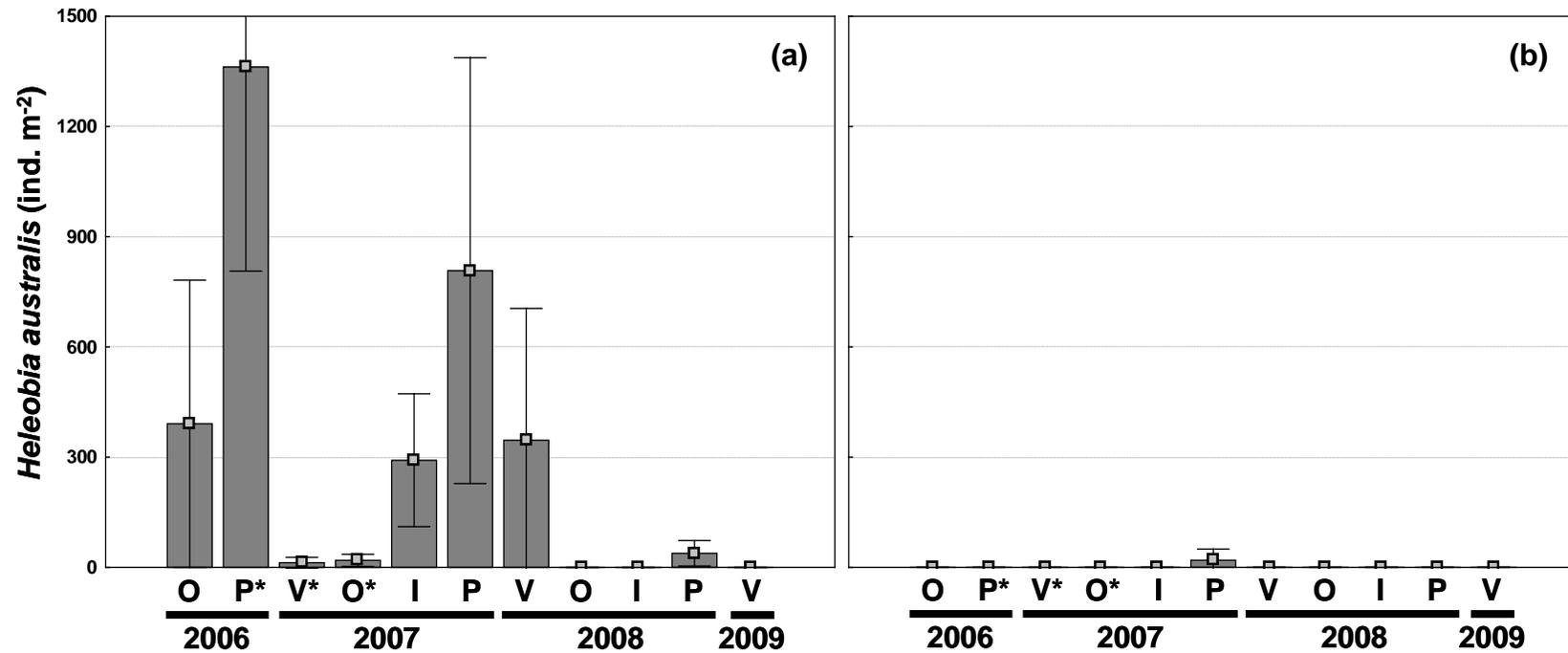


Figura 39. Densidades (média \pm desvio padrão) do gastrópode *Heleobia australis* d'Orbigny 1835 registradas na área de Descarte (a) e na área Controle (b) ao longo do estudo. V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *: sazão em que ocorreu descarte de material dragado no ponto # 11 (Gráfico a).

TABELAS DO CAPÍTULO I

Tabela 1. Pontos monitorados na região de canal da Lagoa dos Patos e suas respectivas coordenadas geográficas. Z: profundidade média ao longo do estudo.

Código do ponto	Coordenadas geográficas (° ' ")		Z (m)
	Lat.	Long.	
# 00	S 31° 58' 19"	W 52° 04' 14"	6
# 0	S 31° 59' 27"	W 52° 03' 45"	6
# 1	S 32° 01' 46"	W 52° 03' 46"	5
# 2	S 32° 02' 04"	W 52° 04' 36"	10
# 3	S 32° 02' 20"	W 52° 04' 28"	9
# 4	S 32° 03' 20"	W 52° 04' 12"	10
# 10	S 32° 03' 38"	W 52° 03' 20"	12
# 5	S 32° 03' 54"	W 52° 04' 32"	8
# 6	S 32° 05' 58"	W 52° 06' 01"	16
# 7	S 32° 08' 00"	W 52° 06' 02"	16
# 8	S 32° 09' 37"	W 52° 05' 27"	12
# 9	S 32° 11' 26"	W 52° 04' 40"	17

Tabela 2. Pontos dragados (# 2 a # 9), volumes de sedimento retirado, tipo de dragagem realizada e o destino do material dragado nos períodos e anos em que ocorreram atividades de dragagem. D₁: dragagem de manutenção de canal; D₂: dragagem de beira de cais; # 11: região de descarte marinho (vide Capítulo II); # 10: região de descarte estuarino.

Ano	Mês	Pontos Dragados								Vol. (m³)	Dragagem	Destino
		# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9			
2006	JUN	■	■							224932	D ₁	# 11
	JUL	■	■							330000	D ₁	# 11
	AGO	■	■							52632	D ₁	# 11
	SET			■	■					52632	D ₁	# 11
	OUT	■	■							50068	D ₁	# 11
	OUT			■	■					276730	D ₁	# 11
	NOV					■				39844	D ₁	# 11
	NOV						■	■		353755	D ₁	# 11
	DEZ						■	■		250000	D ₁	# 11
	JAN						■	■		565382	D ₁	# 11
	FEV						■	■		443921	D ₁	# 11
	MAR						■	■		82373	D ₁	# 11
2007	MAR							■	■	290275	D ₁	# 11
	ABR							■	■	300000	D ₁	# 11
	ABR						■	■		46683	D ₁	# 11
	ABR							■	■	59725	D ₁	# 11
	ABR							■	■	86962	D ₁	# 11
	MAI						■	■		27738	D ₁	# 11
MAI								■	■	87772	D ₁	# 11
2008	JAN 08 à	■	■							80000	D ₂	# 10
2009	MAR 09	■	■									

Fonte: Superintendência do Porto do Rio Grande (SUPRG)

Tabela 3. Valores médios, máximos e mínimos (entre parênteses, respectivamente) das variáveis ambientais registradas *in situ* nos 12 pontos amostrais. Sal: salinidade; T: temperatura; Sec: profundidade de Secchi.

Sazão e Ano	Sal	T (°C)	Sec (m)
Verão 06	18,91 (23 - 15)	24,73 (26 - 24)	1,81 (2,3 - 1,0)
Outono 06	29,27 (35 - 25)	16,91 (17 - 16)	0,86 (1,2 - 0,5)
Inverno 06	12,27 (19 - 6)	15,00 (16 - 14)	1,58 (2,0 - 1,1)
Primavera 06	31,55 (34 - 29)	20,00 (22 - 19)	0,46 (1,5 - 0,2)
Verão 07	11,58 (15 - 10)	25,83 (26 - 25)	1,56 (1,8 - 1,1)
Outono 07	20,58 (31 - 10)	22,17 (23 - 20)	1,24 (2,1 - 0,3)
Inverno 07	5,58 (6 - 5)	10,67 (11 - 10)	0,84 (1,5 - 0,4)
Primavera 07	3,25 (14 - 1)	18,33 (19 - 18)	0,14 (0,5 - 0,1)
Verão 08	11,17 (15 - 9)	26,75 (28 - 23)	1,66 (2,5 - 1,0)
Outono 08	15,58 (18 - 12)	16,08 (18 - 15)	1,38 (2,0 - 1,0)
Inverno 08	7,92 (10 - 6)	12,75 (14 - 12)	0,54 (1,2 - 0,4)
Primavera 08	1,25 (3 - 0)	21,92 (23 - 20)	0,16 (0,2 - 0,1)
Verão 09	2,58 (4 - 2)	23,92 (25 - 23)	0,88 (1,2 - 0,5)

Tabela 4. Resultados das Análises de Variância não paramétricas (Kruskal-Wallis unifatorial, $p < 0,05$) para as variáveis ambientais dentro de cada ano, sazonalmente e interanualmente. Sal: salinidade; T: temperatura; Sec: profundidade de Secchi; Saz. Intra: análise sazonal intra-anual; Saz.: análise sazonal interanual; Inter.: análise interanual; V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; *df*: ($n-1$) graus de liberdade; Dunn: *post-hoc* não paramétrico; *: $p < 0,05$; ---: *post-hoc* não executado ($p > 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas.

Variável	Saz. Intra (<i>df</i> = 3)						Saz. (<i>df</i> = 3)		Inter. (<i>df</i> = 2)	
	2006		2007		2008		p	Dunn	p	Dunn
Sal	*	Oa > Vab > Ibc > Pc	*	Va > Ob > Ic > Pc	*	Oa > Vb > Ib > Pc	*	Oa > Vb > Ib > Pb	*	06a > 07b > 08b
T	*	Va > Pab > Obc > Ic	*	Va > Oab > Pbc > Ic	*	Va > Pab > Obc > Ic	*	Va > Pbc > Ob > Ic	0.92	---
Sec	*	Va > Iac > Obc > Pb	*	Va > Oab > Ibc > Pc	*	Va > Oab > Ibc > Pc	*	Va > Oab > Ib > Pc	0.09	---

Tabela 6. Densidade (ind. m⁻²) das espécies do subfilo Crustacea registradas no infralitoral da região estuarina da Lagoa dos Patos. □: 1 - 99 ind. m⁻²; ■: 100 - 499 ind. m⁻²; ▨: 500 - 999 ind. m⁻²; ■: 1.000 - 4.999 ind. m⁻²; * : 5.000 - 20.000 ind. m⁻²; AMP: Amphipoda; ANO: Anomura; BRA: Brachyura; CUM: Cumacea; DEC: Decapoda; ISO: Isopoda; TAN: Tanaidacea; THA: Thalassinidea.

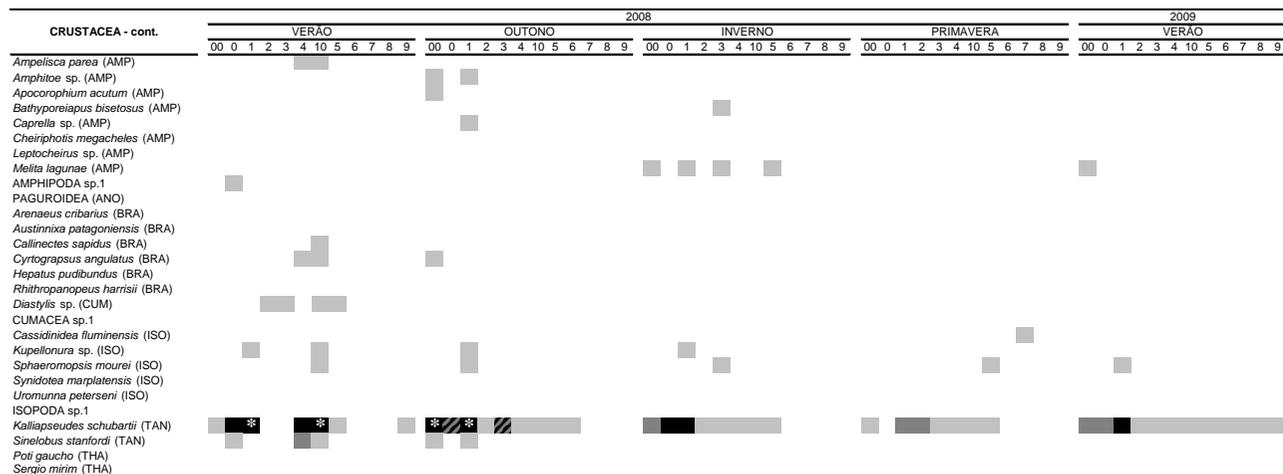
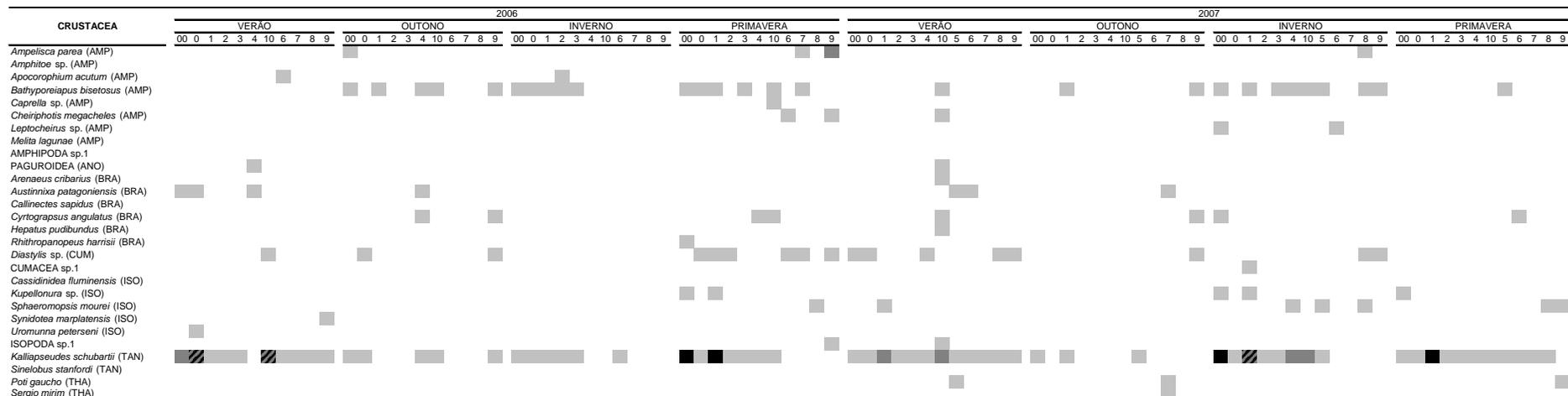


Tabela 7. Densidade (ind. m⁻²) das espécies do filo Mollusca registradas no infralitoral da região estuarina da Lagoa dos Patos. □: 1 - 999 ind. m⁻²; ■: 1.000 - 9.999 ind. m⁻²; ▨: 10.000 - 49.999 ind. m⁻²; ■: 50.000 - 99.999 ind. m⁻²; * : 100.000 - 200.000 ind. m⁻²; BIV: Bivalvia; GAS: Gastropoda.

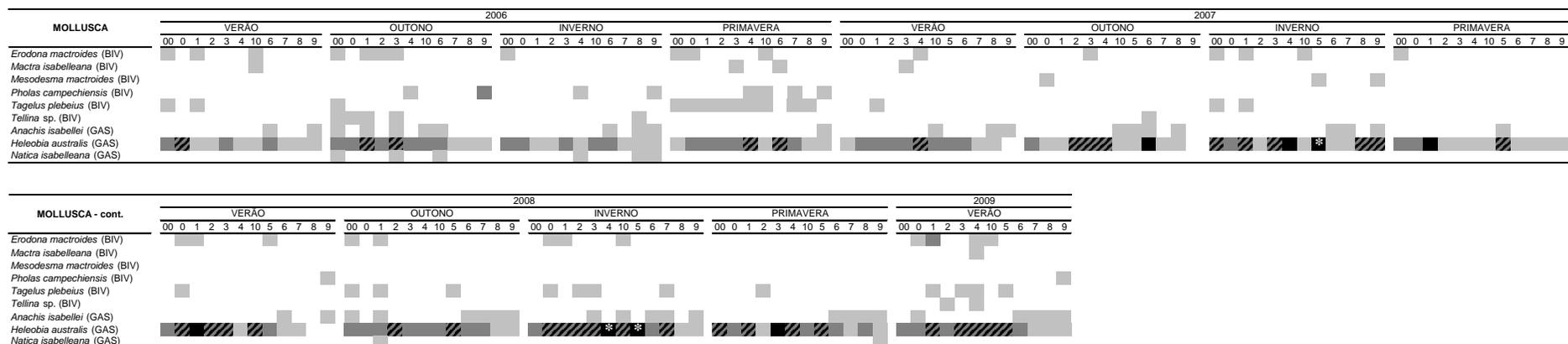


Tabela 8. Densidade (ind. m⁻²) de outros taxa registrados no infralitoral da região estuarina da Lagoa dos Patos. □: 1 - 9 ind. m⁻²; ■: 10 - 19 ind. m⁻²; ▨: 20 - 49 ind. m⁻²; ■: 50 - 200 ind. m⁻²; (*): taxa contendo uma ou mais espécies não identificadas.

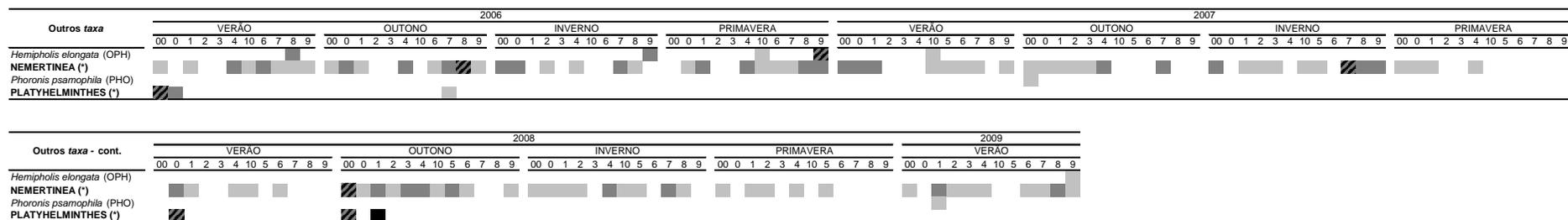


Tabela 9. Resultados de R estatístico (ANOSIM) para as interações entre os pontos amostrais. *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.

	# 0	# 1	# 2	# 3	# 4	# 10	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9
# 00	-0,042	-0,014	0,128	0,080	0,047	0,250 *	0,028	0,377 **	0,579 **	0,416 **	0,626 **
# 0		0,082	0,103	0,048	0,017	-0,004	0,303 *	0,351 **	0,571 **	0,377 **	0,624 **
# 1			0,246 *	0,183	0,085	0,254 *	0,034	0,461 **	0,593 **	0,453 **	0,639 **
# 2				-0,119	-0,020	-0,047	0,251 *	0,110	0,336 *	0,030	0,319 *
# 3					-0,045	0,011	0,198	0,060	0,375 *	0,077	0,366 *
# 4						0,113	-0,030	0,187 *	0,355 **	0,230 *	0,476 **
# 10							0,220 *	0,117	0,270 *	0,083	0,217 *
# 5								0,228 *	0,429 **	0,306 *	0,476 *
# 6									0,172	0,157 *	0,315 **
# 7										-0,039	0,102 *
# 8											0,015

Tabela 10. Resultados ANOSIM e SIMPER para as interações entre os setores formados.

Fatores	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade de Bray-Curtis)
	p	R	
Setor A x Setor B	0,005	0,146	<i>H. australis</i> (12.92%); <i>K. schubartii</i> (12.83%); <i>N. fluviatilis</i> (10.20%); <i>H. similis</i> (9.51%); <i>S. grubii</i> (6.53%); <i>N. succinea</i> (5.57%); <i>A. isabellei</i> (3.92%); NEMERTINEA (3.84%); <i>E. mactroides</i> (3.24%); <i>P. tricuspis</i> (2.69%).
Setor A x Setor C	0,001	0,601	<i>H. australis</i> (17.69%); <i>K. schubartii</i> (10.40%); <i>N. fluviatilis</i> (10.17%); <i>H. similis</i> (8.31%); <i>P. tricuspis</i> (5.24%); <i>S. grubii</i> (4.41%); <i>N. succinea</i> (4.22%); <i>A. isabellei</i> (3.24%); NEMERTINEA (3.17%); <i>K. difficilis</i> (2.61%).
Setor B x Setor C	0,001	0,215	<i>H. australis</i> (19.21%); <i>H. similis</i> (9.72%); <i>N. fluviatilis</i> (8.08%); <i>K. schubartii</i> (6.57%); <i>S. grubii</i> (6.35%); <i>P. tricuspis</i> (6.03%); <i>N. succinea</i> (4.71%); <i>A. isabellei</i> (4.15%); NEMERTINEA (3.35%); <i>K. difficilis</i> (3.27%).

Tabela 11. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações entre os setores, a cada ano. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05).

Fatores	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade de Bray-Curtis)
	p	R	
2006			
Setor A x Setor B	0,628	-0,039	***
Setor A x Setor C	0,001	0,519	<i>H. australis</i> (12.48%); <i>H. similis</i> (7.96%); <i>N. fluviatilis</i> (7.46%); <i>K. schubartii</i> (6.04%); <i>P. tricuspis</i> (4.80%); <i>S. grubii</i> (3.78%); <i>C. americanus</i> (3.75%); <i>P. campechiensis</i> (3.37%); <i>A. isabellei</i> (2.89%); <i>E. mactroides</i> (2.71%)
Setor B x Setor C	0,052	0,150	***
2007			
Setor A x Setor B	0,009	0,248	<i>H. australis</i> (18.49%); <i>N. fluviatilis</i> (13.43%); <i>K. schubartii</i> (12.09%); <i>H. similis</i> (10.61%); <i>S. grubii</i> (8.92%); <i>N. succinea</i> (6.79%); NEMERTINEA (4.40%); <i>A. isabellei</i> (3.92%); <i>P. tricuspis</i> (2.94%)
Setor A x Setor C	0,001	0,533	<i>H. australis</i> (20.80%); <i>K. schubartii</i> (11.07%); <i>N. fluviatilis</i> (9.57%); <i>H. similis</i> (9.04%); <i>P. tricuspis</i> (7.02%); <i>S. grubii</i> (5.44%); <i>N. succinea</i> (5.21%); NEMERTINEA (4.61%); <i>H. olivieri</i> (2.98%); <i>A. isabellei</i> (2.68%)
Setor B x Setor C	0,090	0,132	***
2008			
Setor A x Setor B	0,131	0,115	***
Setor A x Setor C	0,001	0,707	<i>H. australis</i> (19.75%); <i>K. schubartii</i> (16.43%); <i>N. fluviatilis</i> (12.34%); <i>H. similis</i> (8.06%); <i>P. tricuspis</i> (5.30%); <i>N. succinea</i> (5.28%); <i>S. grubii</i> (4.10%); NEMERTINEA (3.55%); <i>A. isabellei</i> (3.31%); <i>K. difficilis</i> (3.29%)
Setor B x Setor C	0,010	0,258	<i>H. australis</i> (24.93%); <i>N. fluviatilis</i> (12.37%); <i>H. similis</i> (12.00%); <i>K. schubartii</i> (8.03%); <i>P. tricuspis</i> (6.68%); <i>S. grubii</i> (6.37%); <i>A. isabellei</i> (4.95%); <i>K. difficilis</i> (4.77%); <i>N. succinea</i> (4.64%); NEMERTINEA (3.07%);

Tabela 12. Resultados da análise ANOSIM para as interações sazonais intra-anuais nos setores B e C. ---: análise não executada pela ausência da sazão de outono.

Fatores	2006		2007		2008	
	p	R	p	R	p	R
Setor B						
Verão x Outono	0,333	1,000	0,100	0,917	1,000	-0,750
Verão x Inverno	0,333	0,750	0,900	-0,167	0,667	-0,250
Verão x Primavera	0,333	0,500	0,500	0,083	1,000	-0,500
Outono x Inverno	0,333	1,000	0,100	0,926	0,667	0,000
Outono x Primavera	0,333	1,000	0,100	0,852	1,000	-0,250
Inverno x Primavera	0,333	1,000	1,000	-0,407	0,667	-0,250
Setor C						
Verão x Outono	0,100	0,778	---	---	0,300	0,333
Verão x Inverno	0,100	0,259	0,250	1,000	0,400	0,111
Verão x Primavera	0,100	0,481	0,250	1,000	0,100	0,370
Outono x Inverno	0,200	0,185	---	---	0,900	-0,407
Outono x Primavera	0,100	0,778	---	---	0,600	0,000
Inverno x Primavera	0,300	0,037	0,100	0,556	0,700	-0,185

Tabela 13. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações sazonais intra-anuais no setor A. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05).

Fatores	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade de Bray-Curtis)
	p	R	
2006			
Verão x Outono	0,002	0,433	<i>H. australis</i> (11.67%); <i>K. schubartii</i> (9.38%); <i>H. similis</i> (8.77%); <i>N. fluviatilis</i> (6.89%); <i>S. grubii</i> (6.72%); <i>E. mactroides</i> (6.00%); <i>Notomastus</i> sp. (3.72%); <i>P. tricuspis</i> (3.53%); <i>Tellina</i> sp. (3.44%); NEMERTINEA (3.42%)
Verão x Inverno	0,481	-0,012	***
Verão x Primavera	0,167	0,191	***
Outono x Inverno	0,033	0,353	<i>H. australis</i> (11.98%); <i>H. similis</i> (11.01%); <i>N. fluviatilis</i> (8.01%); <i>S. grubii</i> (6.07%); <i>K. schubartii</i> (5.72%); <i>B. bisetosus</i> (4.96%); <i>H. olivieri</i> (4.40%); NEMERTINEA (4.31%); <i>Tellina</i> sp. (4.16%); <i>E. mactroides</i> (3.89%)
Outono x Primavera	0,012	0,716	<i>H. similis</i> (13.39%); <i>K. schubartii</i> (13.16%); <i>T. plebeius</i> (7.69%); <i>H. australis</i> (7.03%); <i>N. succinea</i> (6.47%); <i>N. fluviatilis</i> (5.98%); <i>H. olivieri</i> (5.01%); <i>B. bisetosus</i> (4.75%); <i>E. mactroides</i> (3.48%); <i>Kupellonura</i> sp.(3.07%)
Inverno x Primavera	0,086	0,315	***
2007			
Verão x Outono	0,002	0,617	<i>K. schubartii</i> (16.71%); <i>H. australis</i> (14.89%); <i>N. fluviatilis</i> (13.73%); <i>H. similis</i> (13.15%); <i>S. grubii</i> (9.02%); NEMERTINEA (5.66%); <i>N. succinea</i> (4.34%); <i>P. tricuspis</i> (3.97%); <i>H. olivieri</i> (3.75%); <i>Diastylis</i> sp. (3.65%)
Verão x Inverno	0,084	0,176	***
Verão x Primavera	0,431	0,007	***
Outono x Inverno	0,002	0,494	<i>H. australis</i> (17.04%); <i>K. schubartii</i> (16.94%); <i>H. similis</i> (15.37%); <i>N. fluviatilis</i> (13.40%); <i>S. grubii</i> (6.02%); <i>N. succinea</i> (4.24%); NEMERTINEA (3.88%); <i>H. olivieri</i> (3.73%); <i>B. bisetosus</i> (3.59%); <i>T. plebeius</i> (3.49%)
Outono x Primavera	0,002	0,715	<i>K. schubartii</i> (19.40%); <i>H. australis</i> (19.18%); <i>H. similis</i> (17.88%); <i>N. fluviatilis</i> (11.45%); <i>S. grubii</i> (8.21%); <i>N. succinea</i> (4.24%); NEMERTINEA (3.67%); <i>E. mactroides</i> (3.54%); <i>P. tricuspis</i> (3.48%)
Inverno x Primavera	0,134	0,141	***
2008			
Verão x Outono	0,657	-0,083	***
Verão x Inverno	0,086	0,219	***
Verão x Primavera	0,200	0,125	***
Outono x Inverno	0,400	0,042	***
Outono x Primavera	0,114	0,271	***
Inverno x Primavera	0,486	-0,031	***

Tabela 14. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações sazonais interanuais nos setores A, B e C. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05).

Fatores	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade de Bray-Curtis)
	p	R	
Setor A			
Verões x Outonos	0,001	0,230	<i>K. schubartii</i> (14.81%); <i>H. australis</i> (9.42%); <i>H. similis</i> (8.02%); <i>N. fluviatilis</i> (8.02%); <i>S. grubii</i> (5.70%); <i>E. mactroides</i> (4.99%); <i>N. succinea</i> (4.31%); NEMERTINEA (3.74%); <i>P. tricuspis</i> (3.03%); <i>Notomastus</i> sp. (2.52%)
Verões x Invernos	0,220	0,036	***
Verões x Primaveras	0,687	-0,036	***
Outonos x Invernos	0,007	0,155	<i>K. schubartii</i> (14.41%); <i>H. australis</i> (10.84%); <i>H. similis</i> (10.84%); <i>N. fluviatilis</i> (8.88%); <i>N. succinea</i> (5.63%); <i>S. grubii</i> (4.68%); <i>E. mactroides</i> (3.23%); NEMERTINEA (3.21%); <i>B. bisetosus</i> (3.05%); <i>H. olivieri</i> (3.01%)
Outonos x Primaveras	0,003	0,206	<i>K. schubartii</i> (14.26%); <i>H. similis</i> (12.21%); <i>H. australis</i> (11.35%); <i>N. fluviatilis</i> (7.86%); <i>S. grubii</i> (5.86%); <i>N. succinea</i> (5.57%); <i>E. mactroides</i> (3.89%); NEMERTINEA (3.35%); <i>H. olivieri</i> (3.05%); <i>P. tricuspis</i> (2.64%)
Invernos x Primaveras	0,766	-0,032	***
Setor B			
Verões x Outonos	0,085	0,131	***
Verões x Invernos	0,416	0,010	***
Verões x Primaveras	0,305	0,028	***
Outonos x Invernos	0,048	0,228	<i>H. australis</i> (15.83%); <i>H. similis</i> (15.57%); <i>N. fluviatilis</i> (13.63%); <i>S. grubii</i> (11.21%); <i>K. schubartii</i> (8.19%); <i>A. isabellei</i> (6.31%); <i>N. succinea</i> (6.17%); <i>C. americanus</i> (3.85%); NEMERTINEA (2.92%); <i>P. tricuspis</i> (2.91%)
Outonos x Primaveras	0,011	0,388	<i>H. similis</i> (14.52%); <i>H. australis</i> (14.08%); <i>S. grubii</i> (12.61%); <i>N. fluviatilis</i> (11.97%); <i>A. isabellei</i> (6.35%); <i>K. schubartii</i> (6.11%); <i>N. succinea</i> (4.96%); <i>P. tricuspis</i> (3.61%); <i>N. bruaca</i> (3.59%); NEMERTINEA (2.92%)
Invernos x Primaveras	0,655	-0,041	***
Setor C			
Verões x Outonos	0,328	0,043	***
Verões x Invernos	0,014	0,208	<i>H. australis</i> (19.20%); <i>H. similis</i> (7.92%); <i>S. grubii</i> (6.09%); <i>N. succinea</i> (5.67%); <i>P. tricuspis</i> (5.67%); <i>A. isabellei</i> (5.45%); <i>N. fluviatilis</i> (4.49%); <i>C. americanus</i> (4.46%); <i>K. schubartii</i> (3.64%); NEMERTINEA (3.62%)
Verões x Primaveras	0,010	0,236	<i>H. australis</i> (14.75%); <i>H. similis</i> (13.73%); <i>N. fluviatilis</i> (5.85%); <i>S. grubii</i> (5.08%); <i>P. tricuspis</i> (4.40%); <i>N. succinea</i> (4.36%); <i>K. difficilis</i> (4.16%); <i>A. isabellei</i> (3.82%); NEMERTINEA (3.64%); <i>N. bruaca</i> (3.43%)
Outonos x Invernos	0,341	0,038	***
Outonos x Primaveras	0,022	0,294	<i>H. similis</i> (15.03%); <i>H. australis</i> (10.80%); <i>S. grubii</i> (8.01%); <i>N. fluviatilis</i> (6.58%); <i>P. tricuspis</i> (5.09%); <i>P. campechiensis</i> (5.01%); <i>K. difficilis</i> (4.88%); NEMERTINEA (4.65%); <i>N. succinea</i> (3.76%); <i>A. isabellei</i> (3.41%)
Invernos x Primaveras	0,270	0,035	***

Tabela 15. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações interanuais nos setores A, B e C. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05).

Fatores	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade de Bray-Curtis)
	p	R	
Setor A			
2006 x 2007	0,001	0,174	<i>H. australis</i> (13.06%); <i>K. schubartii</i> (11.76%); <i>H. similis</i> (9.80%); <i>N. fluviatilis</i> (8.15%); <i>S. grubii</i> (5.57%); <i>E. mactroides</i> (4.74%); NEMERTINEA (3.97%); <i>H. olivieri</i> (3.70%); <i>B. bisetosus</i> (3.54%); <i>N. succinea</i> (3.53%)
2006 x 2008	0,007	0,152	<i>K. schubartii</i> (15.76%); <i>H. australis</i> (9.76%); <i>H. similis</i> (7.95%); <i>N. fluviatilis</i> (7.13%); <i>N. succinea</i> (6.61%); <i>S. grubii</i> (4.33%); <i>E. mactroides</i> (4.27%); NEMERTINEA (3.28%); <i>L. acuta</i> (3.05%); <i>H. olivieri</i> (2.73%)
2007 x 2008	0,030	0,100	<i>K. schubartii</i> (19.91%); <i>H. australis</i> (13.97%); <i>H. similis</i> (8.86%); <i>N. succinea</i> (8.44%); <i>N. fluviatilis</i> (7.24%); <i>S. grubii</i> (4.09%); <i>L. acuta</i> (4.08%); NEMERTINEA (3.93%); <i>E. mactroides</i> (3.89%); <i>S. stanfordi</i> (3.07%)
Setor B			
2006 x 2007	0,508	-0,015	***
2006 x 2008	0,195	0,059	***
2007 x 2008	0,709	-0,051	***
Setor C			
2006 x 2007	0,214	0,079	***
2006 x 2008	0,001	0,314	<i>H. australis</i> (11.97%); <i>H. similis</i> (10.59%); <i>S. grubii</i> (6.03%); <i>P. tricuspis</i> (5.39%); NEMERTINEA (5.21%); <i>A. isabellei</i> (5.13%); <i>C. americanus</i> (4.84%); <i>P. campechiensis</i> (4.78%); <i>K. difficilis</i> (4.55%); <i>N. succinea</i> (4.38%)
2007 x 2008	0,087	0,132	***

Tabela 16. Resultados da Análise de Correspondência Canônica (ACC) e teste de Permutação de Monte Carlo (999 permutações irrestritas), aplicados às variáveis ambientais de influência significativa sobre o macrobentos em cada ano monitorado, interanualmente e para as 10 espécies de maior densidade no estudo. F: teste exato de Fisher. ***: $p > 0,05$.

Fator	2006		2007		2008		INTERANUAL		Espécies	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Salinidade	1,750	0,022	5,235	0,001		***	4,334	0,001	9,219	0,001
Temperatura	2,859	0,001		***	2,198	0,008	1,747	0,001	2,078	0,044
% Finos		***		***	3,163	0,003	2,188	0,001	3,476	0,003
Dragagens		***	1,811	0,030		***		***		***

Tabela 17. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações temporais referentes às dragagens de manutenção de beira de cais (D_2), no período anterior a estas atividades e durante as mesmas. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05).

Fatores	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade de Bray-Curtis)
	p	R	
# 2			
Antes x D_2	0,001	0,855	<i>H. australis</i> (50.97%); <i>H. similis</i> (20.29%); <i>K. schubartii</i> (10.99%); <i>N. fluviatilis</i> (9.49%); <i>K. difficilis</i> (2.86%); <i>H. olivieri</i> (2.74%); NEMERTINEA (2.66%)
# 3			
Antes x D_2	0,084	0,134	***
# 10			
Antes x D_2	0,003	0,329	<i>H. australis</i> (37.65%); <i>K. schubartii</i> (28.37%); <i>N. fluviatilis</i> (10.28%); <i>H. similis</i> (10.17%); <i>N. succinea</i> (7.44%); NEMERTINEA (3.38%); <i>H. olivieri</i> (2.71%)

Tabela 18. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações temporais referentes às dragagens de manutenção de calado do canal (D₁) no período anterior a estas atividades, durante as mesmas, e no período pós-dragagem. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05).

Fatores	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade de Bray-Curtis)
	p	R	
# 2			
Antes x D ₁	0,486	-0,021	***
D ₁ x Depois	0,080	0,149	***
Antes x Depois	0,070	0,170	***
# 3			
Antes x D ₁	0,001	0,311	<i>H. australis</i> (26.95%); <i>H. similis</i> (19.37%); <i>N. fluviatilis</i> (14.90%); <i>S. grubii</i> (9.32%); <i>K. schubartii</i> (9.11%); <i>Natica limbata</i> (7.47%); <i>Neanthes bruaca</i> (5.18%); <i>B. bisetosus</i> (4.89%); <i>N. succinea</i> (3.51%)
D ₁ x Depois	0,025	0,211	<i>H. australis</i> (36.47%); <i>N. fluviatilis</i> (17.43%); <i>H. similis</i> (12.55%); <i>K. schubartii</i> (10.60%); <i>S. grubii</i> (8.34%); <i>B. bisetosus</i> (5.49%); <i>N. succinea</i> (4.85%); <i>N. bruaca</i> (4.28%)
Antes x Depois	0,179	0,095	***
# 4			
Antes x D ₁	0,051	0,243	***
D ₁ x Depois	0,020	0,772	<i>H. australis</i> (38.17%); <i>H. similis</i> (23.40%); <i>N. fluviatilis</i> (13.65%); <i>K. schubartii</i> (6.69%); <i>S. grubii</i> (5.96%); NEMERTINEA (5.81%); <i>N. succinea</i> (3.13%); <i>P. tricuspis</i> (1.60%); <i>P. campechiensis</i> (1.60%)
Antes x Depois	0,010	0,453	<i>H. australis</i> (46.39%); <i>N. fluviatilis</i> (13.26%); <i>S. grubii</i> (11.74%); NEMERTINEA (6.70%); <i>H. similis</i> (6.64%); <i>K. schubartii</i> (5.91%); <i>P. tricuspis</i> (4.10%); <i>N. succinea</i> (2.83%); <i>P. campechiensis</i> (2.42%)
# 6			
Antes x D ₁	0,020	0,643	<i>N. succinea</i> (26.02%); <i>H. australis</i> (17.74%); <i>H. similis</i> (13.72%); <i>S. grubii</i> (11.00%); <i>N. bruaca</i> (10.01%); <i>N. fluviatilis</i> (10.00%); NEMERTINEA (4.52%); <i>P. tricuspis</i> (4.47%); <i>A. isabellei</i> (2.53%)
D ₁ x Depois	0,319	0,039	***
Antes x Depois	0,011	0,291	<i>H. australis</i> (41.94%); <i>H. similis</i> (16.55%); <i>S. grubii</i> (14.73%); <i>N. fluviatilis</i> (8.93%); <i>N. bruaca</i> (8.75%); <i>A. isabellei</i> (4.64%); <i>N. succinea</i> (2.60%); <i>P. tricuspis</i> (0.95%); NEMERTINEA (0.90%)
# 7			
Antes x D ₁	0,053	0,256	***
D ₁ x Depois	0,020	0,732	<i>H. australis</i> (27.20%); <i>S. grubii</i> (23.25%); <i>N. succinea</i> (16.69%); <i>H. similis</i> (7.11%); <i>K. schubartii</i> (6.69%); <i>P. tricuspis</i> (6.19%); NEMERTINEA (5.40%); <i>C. americanus</i> (2.63%); <i>N. fluviatilis</i> (2.28%)
Antes x Depois	0,040	0,420	<i>H. australis</i> (19.51%); <i>S. grubii</i> (18.23%); <i>C. americanus</i> (12.58%); <i>H. similis</i> (11.50%); <i>Scolecipis</i> sp. (6.87%); <i>P. tricuspis</i> (6.25%); <i>N. bruaca</i> (5.99%); NEMERTINEA (5.05%); <i>N. fluviatilis</i> (4.16%)
# 8			
Antes x D ₁	0,020	0,704	<i>H. australis</i> (21.72%); <i>H. similis</i> (13.95%); <i>C. americanus</i> (13.59%); <i>P. tricuspis</i> (10.40%); <i>S. grubii</i> (7.60%); NEMERTINEA (5.59%); <i>Scoloplos rubra</i> (4.65%); <i>H. olivieri</i> (4.65%); <i>N. succinea</i> (4.40%)
D ₁ x Depois	0,210	0,105	***
Antes x Depois	0,009	0,343	<i>H. australis</i> (27.99%); <i>H. similis</i> (13.49%); <i>C. americanus</i> (11.27%); <i>S. grubii</i> (7.46%); <i>P. tricuspis</i> (7.34%); <i>N. fluviatilis</i> (6.43%); NEMERTINEA (4.30%); <i>S. rubra</i> (3.97%); <i>H. olivieri</i> (3.95%)
# 9			
Antes x D ₁	0,109	0,184	***
D ₁ x Depois	0,002	0,625	<i>H. australis</i> (37.59%); <i>P. tricuspis</i> (9.25%); <i>N. fluviatilis</i> (8.13%); <i>H. similis</i> (7.29%); <i>N. succinea</i> (6.76%); <i>B. bisetosus</i> (6.54%); <i>K. difficilis</i> (5.36%); <i>N. bruaca</i> (5.36%); <i>Diastylis</i> sp. (4.42%)
Antes x Depois	0,025	0,213	<i>H. australis</i> (31.02%); <i>P. tricuspis</i> (9.10%); <i>N. fluviatilis</i> (8.27%); <i>N. succinea</i> (7.77%); <i>N. bruaca</i> (6.34%); <i>H. similis</i> (6.31%); NEMERTINEA (5.55%); <i>Hemipholis elongata</i> (5.54%)

Tabela 19. Resultados ANOSIM e SIMPER para as interações dos pontos sujeitos a dragagens. ND: pontos não dragados; D: pontos dragados; PD: pontos pós-dragagem; ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05).

Fatores	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade de Bray-Curtis)
	p	R	
ND x D	0,930	-0,080	***
D x PD	0,890	-0,060	***
ND x PD	0,020	0,045	<i>H. australis</i> (15.80%); <i>K. schubartii</i> (10.57%); <i>H. similis</i> (9.07%); <i>N. fluviatilis</i> (9.04%); <i>S. grubii</i> (5.55%); <i>N. succinea</i> (5.14%); <i>P. tricuspis</i> (4.22%); NEMERTINEA (3.66%); <i>A. isabellei</i> (3.38%); <i>K. difficilis</i> (2.63%); <i>E. mactroides</i> (2.46%)

TABELAS DO CAPÍTULO II

Tabela 20. Pontos monitorados na região de Plataforma Interna e suas respectivas coordenadas geográficas. Z: profundidade local.

Código do ponto	Coordenadas geográficas (° ' ")		Z (m)
	Lat.	Long.	
# 11	S 32° 15' 18"	W 51° 59' 23"	19
# 12	S 32° 15' 49"	W 51° 58' 51"	20

Tabela 21. Registros das variáveis ambientais nos pontos monitorados. # 11: Descarte; # 12: Controle; Sal: salinidade; T: temperatura.

Sazão e Ano	Sal		T (°C)	
	# 11	# 12	# 11	# 12
Outono 06	35	35	16	16
Primavera 06	35	35	20	18
Verão 07	30	30	25	26
Outono 07	34	34	25	24
Inverno 07	18	21	11	11
Primavera 07	26	34	20	17
Verão 08	35	34	24	25
Outono 08	25	25	18	18
Inverno 08	35	35	12	12
Primavera 08	35	35	20	19
Verão 09	30	28	24	24

Tabela 22. Porcentuais granulométricos do substrato dos pontos amostrais. Bio: biodetritos > 2 mm; Are: areia; Sil: silte; Arg: Argila; MO: matéria orgânica.

Sazão e Ano	# 11 (Descarte)					# 12 (Controle)				
	% Bio	% Are	% Sil	% Arg	% MO	% Bio	% Are	% Sil	% Arg	% MO
Outono 06	0,93	94,08	1,75	3,25	0,95	0,36	63,94	23,05	12,65	4,15
Primavera 06	0,59	65,91	19,00	14,50	4,20	0,42	64,19	19,10	16,30	4,70
Verão 07	1,17	59,64	23,25	15,95	4,70	0,09	49,07	29,10	21,75	12,65
Outono 07	0,81	41,19	25,90	32,10	5,20	0,09	23,62	39,35	36,95	12,40
Inverno 07	0,07	56,54	14,45	28,95	3,25	0,14	41,36	30,95	27,55	5,40
Primavera 07	0,39	89,17	6,45	4,00	1,65	0,00	51,45	38,85	9,70	5,60
Verão 08	0,85	88,76	4,10	6,30	1,70	1,06	39,59	32,30	27,05	5,00
Outono 08	0,72	46,78	19,30	33,20	6,05	0,75	36,76	29,05	33,45	13,20
Inverno 08	0,30	45,76	16,85	37,10	7,05	0,16	41,55	27,45	30,85	8,85
Primavera 08	0,26	82,50	4,30	12,95	3,35	1,27	43,64	15,25	39,85	7,30
Verão 09	1,50	69,56	17,05	11,90	8,85	0,05	45,76	30,15	24,05	11,35

Tabela 23. Densidades (ind. m⁻²) das espécies macrozoobentônicas registradas na área de Descarte (# 11) e na área Controle (# 12). V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera; □: 1 - 49 ind. m⁻²; ■: 50 - 199 ind. m⁻²; ▨: 200 - 499 ind. m⁻²; ■: 500 - 999 ind. m⁻²; * : 1.000 - 2.500 ind. m⁻²; POL: Polychaeta; AMP: Amphipoda; ANO: Anomura; BRA: Brachyura; CUM: Cumacea; DEC: Decapoda; ISO: Isopoda; TAN: Tanaidacea; THA: Thalassinidea; BIV: Bivalvia; GAS: Gastropoda; ECH: Echinoidea; OPH: Ophiuroidea; *: espécie ausente; (**): taxa contendo uma ou mais espécies não identificadas.

MACROZOOBENTOS (# 11)	06				07				08				09			
	O	P	V	O	O	P	V	O	O	P	V	O	O	P	V	O
<i>Amphicteis</i> sp. (POL)																
<i>Arabella</i> sp. (POL)																
<i>Aricidea</i> sp. (POL)																
<i>Axiothella</i> sp. (POL)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Capitella capitata</i> (POL)																
<i>Cirrophorus americanus</i> (POL)																
<i>Clymenella</i> sp. (POL)																
<i>Diopatra viridis</i> (POL)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Euclymene</i> sp. (POL)																
<i>Glycera americana</i> (POL)																
<i>Goniada littorea</i> (POL)																
<i>Gymnonereis crosslandi</i> (POL)																
<i>Hemipodus olivieri</i> (POL)																
<i>Hyalinocoeia</i> sp. (POL)																
<i>Kinbergonuphis difficilis</i> (POL)																
<i>Kinbergonuphis</i> sp. 2 (POL)																
<i>Laonice branchiata</i> (POL)																
<i>Lumbrineris</i> sp. (POL)																
<i>Magelona postereolongata</i> (POL)																
<i>Magelona riojai</i> (POL)																
<i>Magelona variolamellata</i> (POL)																
<i>Myriochelle oculata</i> (POL)																
<i>Neanthes brucea</i> (POL)																
<i>Neanthes succinea</i> (POL)																
<i>Nephtys</i> sp. (POL)																
<i>Nereis</i> sp. (POL)																
<i>Nicon</i> sp. (POL)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ninoe brasiliensis</i> (POL)																
<i>Notomastus</i> sp. (POL)																
<i>Notoproctus</i> sp. (POL)																
<i>Onuphis</i> sp. (POL)																
<i>Owenia fusiformes</i> (POL)																
<i>Paranatis</i> sp. (POL)																
<i>Parandalia tricuspis</i> (POL)																
<i>Paraprionospio pinnata</i> (POL)																
<i>Pectinaria laevis</i> (POL)																
<i>Pherusa</i> sp. (POL)																
<i>Pholoe</i> sp. (POL)																
<i>Schistomeringus</i> sp. (POL)																
<i>Scoloplos rubra</i> (POL)																
<i>Sigalion cirriferum</i> (POL)																
<i>Sigambra grubii</i> (POL)																
<i>Spiophanes</i> sp. (POL)																
<i>Sthenolepis</i> sp. (POL)																
<i>Syllis</i> sp. (POL)																
<i>Terebellides</i> sp. (POL)																
ORBINIIDAE sp. 1 (POL)																
ORBINIIDAE sp. 2 (POL)																
TEREBELLIDAE sp. 1 (POL)																
TEREBELLIDAE sp. 2 (POL)																
POLYCHAETA sp. 1																
POLYCHAETA sp. 2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
POLYCHAETA sp. 3																
POLYCHAETA sp. 6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
POLYCHAETA sp. 7																
POLYCHAETA sp. 8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
POLYCHAETA sp. 9																
POLYCHAETA sp. 10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
POLYCHAETA sp. 11																
POLYCHAETA sp. 12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
POLYCHAETA sp. 13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
POLYCHAETA sp. 14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ampelisca parea</i> (AMP)																
<i>Bathyporeia bisetosus</i> (AMP)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cheiriphotis megacheles</i> (AMP)																
AMPHIPODA sp. 2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
AMPHIPODA sp. 3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
AMPHIPODA sp. 4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PAGUROIDEA (ANO)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Austinnixa patagoniensis</i> (BRA)																
<i>Hepatus pudibundus</i> (BRA)																
<i>Diastylis</i> sp. (CUM)																
<i>Leptocuma kinbergi</i> (CUM)																
CARIDEA (DEC)																
<i>Ancinus</i> sp. (ISO)																
<i>Cirratina</i> sp. (ISO)																
<i>Kupellonura</i> sp. (ISO)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ISOPODA sp. 2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ISOPODA sp. 3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hemikallipseudes</i> sp. (TAN)																
<i>Poti gauchoi</i> (THA)																
<i>Sergio mirim</i> (THA)																
<i>Mactra isabelleana</i> (BIV)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Mesodesma mactroides</i> (BIV)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Tellina</i> sp. (BIV)																
<i>Anachis isabellei</i> (GAS)																
<i>Buccinanops duartei</i> (GAS)																
<i>Hastula</i> sp. (GAS)																
<i>Heleobia australis</i> (GAS)																
<i>Natica limbata</i> (GAS)																
<i>Olivancillaria urceus</i> (GAS)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Olivella</i> sp. (GAS)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Encope emarginata</i> (ECH)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Amphiodia planispina</i> (OPH)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Amphioptus lucyae</i> (OPH)																
<i>Amphipholis squamata</i> (OPH)																
<i>Amphura joubini</i> (OPH)																
<i>Hemipholis elongata</i> (OPH)																
NEMERTINEA (**)																
PLATYHELMINTHES (**)																

Tabela 24. Resultados da ANOVA e *post-hoc* de Tukey (Unequal *n* HSD) executadas aos atributos das associações bentônicas da área de Descarte (# 11) e no Controle (# 12). Letras diferentes denotam diferenças estatísticas. ---: *post-hoc* não executado ($p > 0,05$).

Fator	# 11		# 12	
	p	Tukey (Unequal <i>n</i> HSD)	p	Tukey (Unequal <i>n</i> HSD)
Densidade	0.568	---	0.036	Antes ^a = Durante ^a > Depois ^b
Número de espécies	0.004	Durante ^b > Depois ^b > Antes ^a	0.080	---
Diversidade (H')	0.001	Depois ^b > Durante ^b > Antes ^a	0.274	---

Tabela 25. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER referentes à variação espacial da área de Descarte e do Controle nos períodos: ANTES, DURANTE e DEPOIS dos descartes de material dragado, bem como sua diferenciação GERAL ao longo do trabalho.

Fatores	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade de Bray-Curtis)
	p	R	
ANTES			
Descarte x Controle	0,029	1,000	<i>K. difficilis</i> (9.61%); <i>N. bruaca</i> (9.13%); <i>H. australis</i> (9.04%); <i>N. brasiliensis</i> (7.99%); <i>Clymenella</i> sp. (6.10%); <i>C. americanus</i> (6.00%); <i>N. isabelleana</i> (4.77%); <i>M. posterelongata</i> (4.29%); <i>M. variolamellata</i> (3.55%); <i>Kinbergonuphis</i> sp. 2 (3.47%)
DURANTE			
Descarte x Controle	0,001	0,487	<i>K. difficilis</i> (7.45%); <i>Tellina</i> sp. (6.05%); <i>H. australis</i> (5.59%); <i>N. bruaca</i> (4.69%); <i>Kinbergonuphis</i> sp. 2 (4.12%); <i>C. americanus</i> (3.90%); <i>M. posterelongata</i> (3.86%); <i>D. viridis</i> (3.30%); <i>N. isabelleana</i> (3.24%); <i>P. tricuspis</i> (3.16%)
DEPOIS			
Descarte x Controle	0,001	0,568	<i>H. australis</i> (6.52%); <i>P. pinnata</i> (5.29%); <i>K. difficilis</i> (4.56%); <i>M. isabelleana</i> (4.49%); <i>N. bruaca</i> (4.17%); <i>A. isabellei</i> (3.94%); <i>Clymenella</i> sp. (3.87%); <i>N. isabelleana</i> (3.70%); <i>C. americanus</i> (3.26%); <i>N. brasiliensis</i> (3.02%)
GERAL			
Descarte x Controle	0,001	0,560	<i>H. australis</i> (6.61%); <i>K. difficilis</i> (6.02%); <i>N. bruaca</i> (4.98%); <i>P. pinnata</i> (4.33%); <i>C. americanus</i> (3.77%); <i>N. brasiliensis</i> (3.62%); <i>N. isabelleana</i> (3.55%); <i>Clymenella</i> sp. (3.54%); <i>A. isabellei</i> (3.33%); <i>Tellina</i> sp. (3.33%)

Tabela 26. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações temporais na área de Descarte no período anterior aos descartes, durante os mesmos e após o encerramento dos descartes de material dragado.

Fatores	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade de Bray-Curtis)
	p	R	
DESCARTE			
Antes x Durante	0,003	0,580	<i>H. australis</i> (12.53%); <i>N. brasiliensis</i> (8.87%); <i>N. bruaca</i> (5.78%); <i>P. tricuspis</i> (5.77%); <i>C. americanus</i> (5.56%); <i>Tellina</i> sp. (5.42%); <i>P. pinnata</i> (4.24%); <i>N. isabelleana</i> (4.04%); <i>Notomastus</i> sp. (3.85%); <i>A. joubini</i> (3.00%)
Durante x Depois	0,003	0,225	<i>H. australis</i> (8.55%); <i>P. pinnata</i> (4.56%); <i>Tellina</i> sp. (4.56%); <i>N. isabelleana</i> (4.52%); <i>P. tricuspis</i> (4.50%); <i>N. bruaca</i> (4.42%); <i>S. rubra</i> (3.83%); <i>Notomastus</i> sp. (3.56%); <i>C. americanus</i> (3.52%); <i>H. elongata</i> (3.43%)
Antes x Depois	0,005	0,433	<i>H. australis</i> (11.99%); <i>N. brasiliensis</i> (11.54%); <i>C. americanus</i> (6.48%); <i>P. pinnata</i> (5.77%); <i>N. isabelleana</i> (4.90%); <i>S. rubra</i> (4.58%); <i>H. elongata</i> (3.72%); <i>A. isabellei</i> (3.64%); <i>A. planispina</i> (3.26%); <i>M. oculata</i> (3.20%)

Tabela 27. Resultados das análises ANOSIM e SIMPER para as interações temporais na área Controle no período anterior aos descartes, durante os mesmos e após o encerramento dos descartes de material dragado. ***: análise não executada (ANOSIM > 0,05).

Fatores	ANOSIM		SIMPER (Dissimilaridade de Bray-Curtis)
	p	R	
CONTROLE			
Antes x Durante	0,701	-0,098	***
Durante x Depois	0,001	0,415	<i>Tellina</i> sp. (6.03%); <i>K. difficilis</i> (5.72%); <i>P. pinnata</i> (5.08%); <i>N. bruaca</i> (4.75%); <i>M. posterelongata</i> (4.38%); <i>M. isabelleana</i> (4.27%); <i>Kinbergonuphis</i> sp. 2 (3.90%); <i>A. isabellei</i> (3.57%); <i>Clymenella</i> sp. (3.49%); <i>D. viridis</i> (3.45%)
Antes x Depois	0,021	0,248	<i>K. difficilis</i> (7.07%); <i>N. bruaca</i> (6.72%); <i>P. pinnata</i> (5.13%); <i>Clymenella</i> sp. (4.61%); <i>M. isabelleana</i> (4.11%); <i>M. variolamellata</i> (4.05%); <i>N. isabelleana</i> (3.98%); <i>A. parea</i> (3.89%); <i>M. posterelongata</i> (3.88%); <i>Kinbergonuphis</i> sp. 2 (3.16%)