

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LEONARDO SANDRINI NETO

**EFEITOS DA COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DO SUBSTRATO SOBRE A  
RECOLONIZAÇÃO MACROBÊNTECA EM UMA PLANÍCIE DE MARÉ  
SUBTROPICAL (PARANÁ, BRASIL)**

PONTAL DO PARANÁ  
2010

LEONARDO SANDRINI NETO

**EFEITOS DA COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DO SUBSTRATO SOBRE A  
RECOLONIZAÇÃO MACROBÊNICA EM UMA PLANÍCIE DE MARÉ  
SUBTROPICAL (PARANÁ, BRASIL)**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Paulo da Cunha Lana

PONTAL DO PARANÁ  
2010

S219 Sandrini Neto, Leonardo, 1984-  
Efeitos da complexidade estrutural do substrato sobre a recolonização  
macrobêntica em uma planície de maré subtropical ( Paraná, Brasil) /  
Leonardo Sandrini Neto - Pontal do Paraná, 2010.  
55 f.: il. (algumas color.); 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Paulo da Cunha Lana.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em  
Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor de  
Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

1. Oceanografia biológica. 2. Macrofauna. 3. Recolonização.  
4. Conchas. 5. Paranaguá, Baía de (PR). I. Título. II. Paulo da Cunha  
Lana III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 574.52638

## TERMO DE APROVAÇÃO

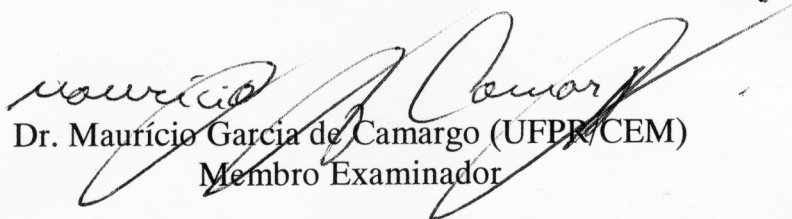
Leonardo Sandrini Neto

***“Efeitos da complexidade estrutural do substrato sobre a recolonização  
macrobêntica em uma planície de maré subtropical (PARANÁ, BRASIL)”.***

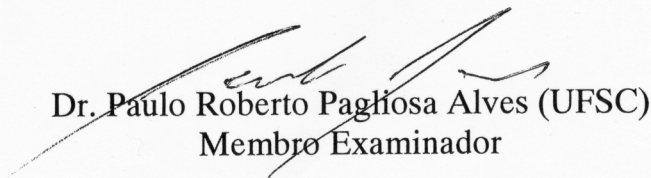
Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de  
Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos, da Universidade Federal do  
Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



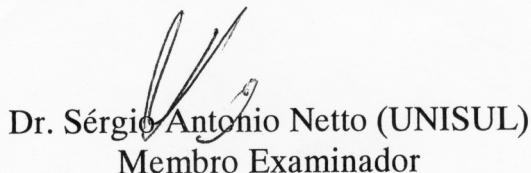
Dr. Paulo da Cunha Lana (UFPR/CEM)  
Orientador e Presidente



Dr. Mauricio Garcia de Camargo (UFPR/CEM)  
Membro Examinador



Dr. Paulo Roberto Pagliosa Alves (UFSC)  
Membro Examinador



Dr. Sérgio Antonio Netto (UNISUL)  
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 24 de março de 2010.

*“Efeitos da complexidade estrutural do substrato sobre a recolonização  
macrobêntica em uma planície de maré subtropical (PARANÁ,  
BRASIL)”*

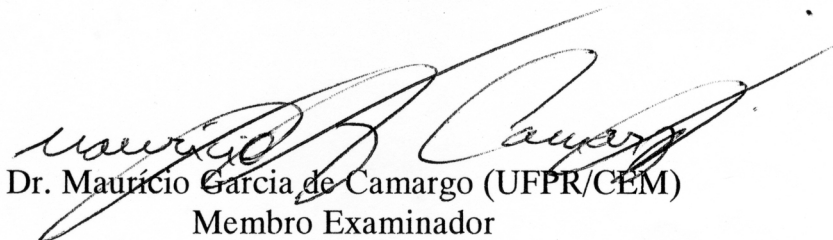
POR

Leonardo Sandrini Neto

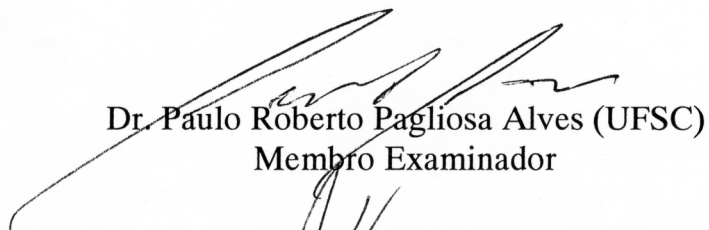
Dissertação nº 58 aprovada como requisito parcial do grau de Mestre no  
Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos da  
Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos  
professores:



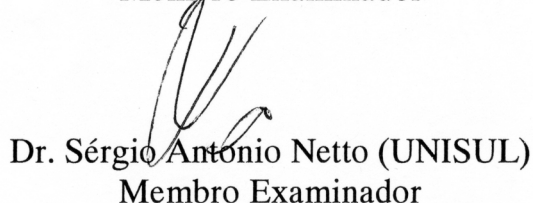
Dr. Paulo da Cunha Lana (UFPR/CEM)  
Orientador e Presidente



Dr. Maurício Garcia de Camargo (UFPR/CEM)  
Membro Examinador



Dr. Paulo Roberto Pagliosa Alves (UFSC)  
Membro Examinador



Dr. Sérgio Antonio Netto (UNISUL)  
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 24 de março de 2010.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Leonardo e Rita, e irmãos Renato e Débora, pelo amor, confiança e contínuo apoio à minha formação acadêmica.

Ao grande amigo e orientador professor Paulo Lana pela seriedade, brilhantismo, profissionalismo, e dedicação durante todas as etapas da realização desse trabalho e da minha formação intelectual e científica.

Aos professores Paulo Pagliosa, Sergio Antonio Netto e Mauricio Camargo pela disponibilidade e interesse em compor a banca avaliadora desse trabalho.

Ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos (PGSISCO) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida.

A todos que participaram dos inúmeros “passeios” à Ilha do Mel para demarcação dos locais, retirada dos sedimentos, instalação do experimento e posteriores coletas. Muito obrigado Wagner, Marcelo, Madeira, Kalina, Marco, Carlos e Manu. A ajuda de vocês foi decisiva para o sucesso do experimento.

À Verônica pela ajuda mais do que bem vinda na identificação das espécies macrofaunais.

Aos colegas do Laboratório de Bentos pelo enriquecedor e, ao mesmo tempo, descontraído ambiente de trabalho, que sempre proporcionou inspiradas discussões científicas e impagáveis momentos lúdicos.

Ao amigo Maikon Di Domenico por ter gentilmente disponibilizado seu forno microondas para a defaunação do sedimento.

À amiga Kalina pela gentileza de emprestar seu freezer para defaunação e estocagem do sedimento.

Ao professor Marcelo Lamour e seus alunos pela realização das análises granulométricas.

Aos funcionários do Centro de Estudo do Mar pelas diversas facilidades logísticas, em especial aos barqueiros Abraão, Josias, Ronei e Zezé pelas excursões à Ilha do Mel.

A todos os amigos e amigas de Pontal do Sul pelos inúmeros momentos de descontração e divertimento nas festas, churrascos e partidas de poker.

Ao Boris, meu fiel amigo canino, pelas brincadeiras e companheirismo.

À Manu pelo amor, carinho, paciência e dedicação durante o maravilhoso tempo que estamos juntos.

## RESUMO

O acúmulo de conchas de moluscos introduz complexidade e heterogeneidade aos sedimentos marinhos e pode regular a estrutura e o funcionamento das associações bênticas. A planície de maré do Saco do Limoeiro na Ilha do Mel, localizada na desembocadura sul da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil), apresenta duas áreas com substratos e associações macrofaunais muito distintos. A área central da planície possui sedimentos mais complexos do que a externa devido à presença de conchas vazias do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliiana*. Este trabalho avaliou a importância dessa matriz biogênica na regulação da macrofauna bêntica local através de um experimento manipulativo, com 90 dias de duração, envolvendo o transplante recíproco de sedimento defaunado entre as áreas com conchas e sem conchas. Três hipóteses foram testadas para diferenciar as possíveis causas de variabilidade da macrofauna: (i) se a presença de conchas no sedimento é responsável pelas diferenças entre as duas áreas, então associações que se desenvolverem nos sedimentos transplantados serão similares aos controles da área de origem (porque o sedimento é o mesmo) e diferentes da área de destino; (ii) se características específicas de cada área são responsáveis pelas diferenças, então associações dos sedimentos transplantados serão similares aos controles da área de destino e diferentes da área de origem; (iii) se uma interação desses fatores é responsável pelas diferenças, então associações que ocuparem os sedimentos transplantados apresentarão estrutura distinta tanto dos controles da área de origem como da área de destino. O experimento revelou que a presença das valvas vazias não explica as grandes diferenças nas associações macrofaunais entre as duas áreas. Associações que recolonizaram os sedimentos transplantados apresentaram a mesma estrutura das existentes nos controles da área de destino, mas diferiram das associações dos controles da área de origem. Isto mostra que fatores e processos específicos de cada área, particularmente as estratégias de mobilidade e reprodução das associações locais, foram responsáveis pelas diferenças existentes. O processo de recolonização foi fortemente dependente da migração de adultos presentes nos sedimentos adjacentes às unidades experimentais, que não distinguiram substratos com diferentes graus de complexidade estrutural. Os padrões e tendências de variabilidade macrofaunal devem-se primariamente à contribuição do tanaidáceo *Kalliapseudes schubarti*, que dominou numericamente as associações e exibiu diferenças consistentes entre tratamentos. Fatores biológicos como a ausência de fases de desenvolvimento larval no plâncton, reprodução contínua e a elevada fecundidade dessa espécie foram determinantes para a rápida ocupação dos sedimentos defaunados, independentemente das características do substrato. Padrões de recolonização dos demais táxons foram extremamente variáveis, tornando difícil definir com clareza os processos que regulam a sua distribuição. Contudo, deve-se considerar que os padrões e tendências de variação descritos aplicam-se somente às escalas de espaço (centímetros) e tempo (meses) adotadas no experimento. Os efeitos do acúmulo de conchas parecem ser determinantes das associações bênticas em escalas espaciais mais amplas, enquanto processos biológicos, como as estratégias de mobilidade e reprodução, são mais importantes na determinação de padrões em escalas menores.

Palavras-chave: Recolonização; Macrofauna; Transplante recíproco; Complexidade estrutural; Banco de conchas; Baía de Paranaguá

## ABSTRACT

Mollusk shells may regulate the structure and functioning of benthic assemblages by introducing heterogeneity into marine sediments. Two areas of an unvegetated tidal flat in Mel Island (Paranaguá Bay, Paraná, S Brazil) largely differ in substrata and macrofaunal assemblages. The inner area is more complex than the outer due to the presence of empty shells of the bivalve *Anomalocardia brasiliiana*. The effects of this biogenic matrix on macrofaunal recolonization patterns were assessed through a reciprocal transplantation experiment of defaunated sediment between these areas. Three hypotheses were tested to distinguish possible causes of variation: (i) if the presence of shells are responsible for differences between the two areas, then assemblages in transplanted cores will develop similarly to those in origin controls (because the sediment is the same) and differently from those in the destination controls; (ii) if intrinsic properties of each area are relevant, then assemblages in transplanted sediments will be similar to those in the destination controls and different from those in the origin; (iii) if an interaction of these factors are responsible for the differences, then assemblages in transplanted sediments will develop differently from those in the inner and outer controls. The experiment has shown that the presence of *A. brasiliiana* empty shells does not explain the large differences of macrofaunal assemblages between areas. Assemblages that colonized transplanted cores were similar to those in destination controls, but differed from those in origin controls. This shows that specific factors and processes of each area, particularly the strategies of dispersion and reproduction of local assemblages, are responsible for the differences, despite the presence of shells. The recolonization was strongly dependent on adult migration from sediments around the experimental cores, rather than associated with structural complexity. The main patterns and trends of macrofaunal variability were primarily attributed to the tanaid *Kalliapseudes schubarti*, which numerically dominated the assemblages and showed consistent differences among treatments. Biological features such as the lack of larval development, continuous reproduction and high fecundity of this species were determinant to the rapid occupation of defaunated sediments, independently of its characteristics. Recolonization processes of other species were extremely variable and complex to clearly define the factors regulating their distribution. However, it should be stressed that described patterns are only valid for scales of space (centimeters) and time (months) applied to the experiment. The effects of structural complexity provided by mollusk shells seems to be determinant at larger spatial scales, while biological processes such as dispersal and reproductive strategies are more important at smaller scales.

Keywords: Recolonization; Macrofauna; Reciprocal transplantation; Structural complexity; Shell beds; Paranaguá Bay



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>11</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	11
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	12
2.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS .....	13
2.3.1 Delineamento experimental e processamento das amostras .....	13
2.3.2 Análise dos dados.....	15
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>17</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	17
3.2 DIFERENÇAS NA MATRIZ BIOGÊNICA DO SEDIMENTO.....	20
3.3 EFEITOS DOS TRANSPLANTES NAS ASSOCIAÇÕES MACROFAUNAIS APÓS 27 DIAS DE RECOLONIZAÇÃO .....	21
3.4 EFEITOS DOS TRANSPLANTES NAS ASSOCIAÇÕES MACROFAUNAIS APÓS 59 DIAS DE RECOLONIZAÇÃO .....	24
3.5 EFEITOS DOS TRANSPLANTES NAS ASSOCIAÇÕES MACROFAUNAIS APÓS 92 DIAS DE RECOLONIZAÇÃO .....	27
3.6 EFEITOS DOS TRANSPLANTES NAS ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES NA ÁREA SEM CONCHAS .....	29
3.7 EFEITOS DOS TRANSPLANTES NAS ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES NA ÁREA COM CONCHAS.....	35
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	<b>42</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>48</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A relação entre a estrutura das associações bênticas de fundos inconsolidados e a textura dos sedimentos é um fenômeno amplamente reconhecido (ANDERSON, 2008). Padrões de abundância e diversidade de invertebrados bênticos são frequentemente associados a parâmetros granulométricos do sedimento, como o tamanho médio do grão (YSEBAERT *et al.*, 2002; NANAMI *et al.*, 2005; COSENTINO & GIACOBBE, 2008). A seleção ativa de habitats para o assentamento larval e o processo de recolonização também são afetados pela natureza do substrato (WU & SHIN, 1997; BOLAM *et al.*, 2004; FARACO & LANA, 2006; GUERRA-GARCÍA & GARCÍA-GOMES, 2006, 2009). Apesar das generalizações de que distintas associações dependem de tipos específicos de sedimento, outros fatores como a predação, competição, bioturbação e distúrbios ambientais podem exercer importante papel na manutenção da heterogeneidade espacial e temporal do bentos (SNELGROVE & BUTMAN, 1994; NEWELL *et al.*, 2001; ANDERSON, 2008).

A criação, modificação ou manutenção de habitats por alguns organismos de substratos inconsolidados controla, direta ou indiretamente, a disponibilidade de recursos utilizados por outras espécies, podendo exercer tanto efeitos positivos como negativos (JONES *et al.*, 1997; GUTIÉRREZ *et al.*, 2003; COMMITO *et al.*, 2005). Estes organismos, conhecidos como bioengenheiros (JONES *et al.*, 1994, 1997), são reconhecidos por sua capacidade de transformar a própria matriz sedimentar e assim condicionar a estrutura das associações bênticas (REISE, 2002; VOLKENBORN *et al.*, 2009).

A presença de partes rígidas de organismos mortos (principalmente conchas calcárias) é uma das formas de alteração da estrutura dos sedimentos marinhos. Apesar de frequentemente ignorada ou pouco estudada, a produção de conchas por moluscos constitui um importante processo de bioengenharia nos ambientes costeiros (GUTIÉRREZ *et al.*, 2003). O acúmulo dessas estruturas forma uma matriz que aumenta a estabilidade do substrato (GUTIÉRREZ & IRIBARNE, 1999) e modifica a hidrodinâmica na interface sedimento-água (REISE, 2002; FRIEDRICHS & GRAF, 2009), afetando taxas de deposição de matéria orgânica, a profundidade da camada redox e o fluxo de nutrientes (HEWITT *et al.*, 2005). Agregados de conchas também aumentam a complexidade e heterogeneidade dos substratos inconsolidados, constituindo elementos estruturadores de populações e associações bênticas (GRAY,

2002; GUTIÉRREZ *et al.*, 2003; HEWITT *et al.*, 2005; COMMITO *et al.*, 2008). Bancos de conchas servem como substrato para epibiontes e provêm refúgio para a infauna contra a predação e distúrbios (GUTIÉRREZ & IRIBARNE, 1999; REISE, 2002; GUTIÉRREZ *et al.*, 2003; NORKKO *et al.*, 2006; COMMITO *et al.*, 2008).

Processos como a recolonização e recrutamento também podem ser influenciados por essa matriz, uma vez que a modificação do fluxo de água decorrente do acúmulo de conchas no sedimento pode reter larvas planctônicas, além de partículas em suspensão (COMMITO *et al.*, 2008). Além disso, larvas e adultos de muitas espécies bênticas selecionam ativamente habitats estruturalmente mais complexos (FERNANDEZ *et al.*, 1994; OCHWADA *et al.*, 2009).

Ao contrário da grande maioria das estruturas biogênicas presentes nos sedimentos marinhos, aparentes apenas em pequena escala espacial e temporal (HEWITT *et al.*, 2005), bancos de conchas podem persistir por longos períodos de tempo, mesmo na escala geológica (GUTIÉRREZ *et al.*, 2003). A durabilidade das conchas e a sua ocorrência em altas densidades são características que contribuem para a complexidade estrutural do habitat em escalas de tempo e espaço tipicamente maiores que as observadas para as demais estruturas biogênicas em substratos inconsolidados.

*Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1971) é um molusco bivalve amplamente distribuído ao longo da costa brasileira, particularmente em regiões abrigadas como enseadas, baías e estuários (BOEHS *et al.*, 2008). Esta espécie forma extensos bancos com densidades superiores a 2000 indivíduos m<sup>-2</sup> (PEZZUTO & ECHTERNACHT, 1999). *A. brasiliiana* compõe até 62% da malacofauna das planícies de maré da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil), com densidades que atingem 700 indivíduos m<sup>-2</sup> (BOEHS *et al.*, 2004). Além dos bancos de organismos vivos, as planícies de maré da região apresentam extensas áreas recobertas com valvas vazias desse molusco. Diferenças na estrutura das associações macrofaunais entre áreas com e sem estruturas biogênicas já haviam sido observadas (*e.g.* COUTO *et al.*, 1995), porém nunca testadas experimentalmente.

A planície de maré do Saco do Limoeiro, localizada na desembocadura sul da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil), apresenta duas áreas com substratos e associações macrofaunais muito distintos. A porção central da planície possui sedimentos mais complexos do que a externa devido à presença de conchas vazias do molusco bivalve *A. brasiliiana* (COUTO *et al.*, 1995; COUTO, 1996; COUTO & SAVIAN,

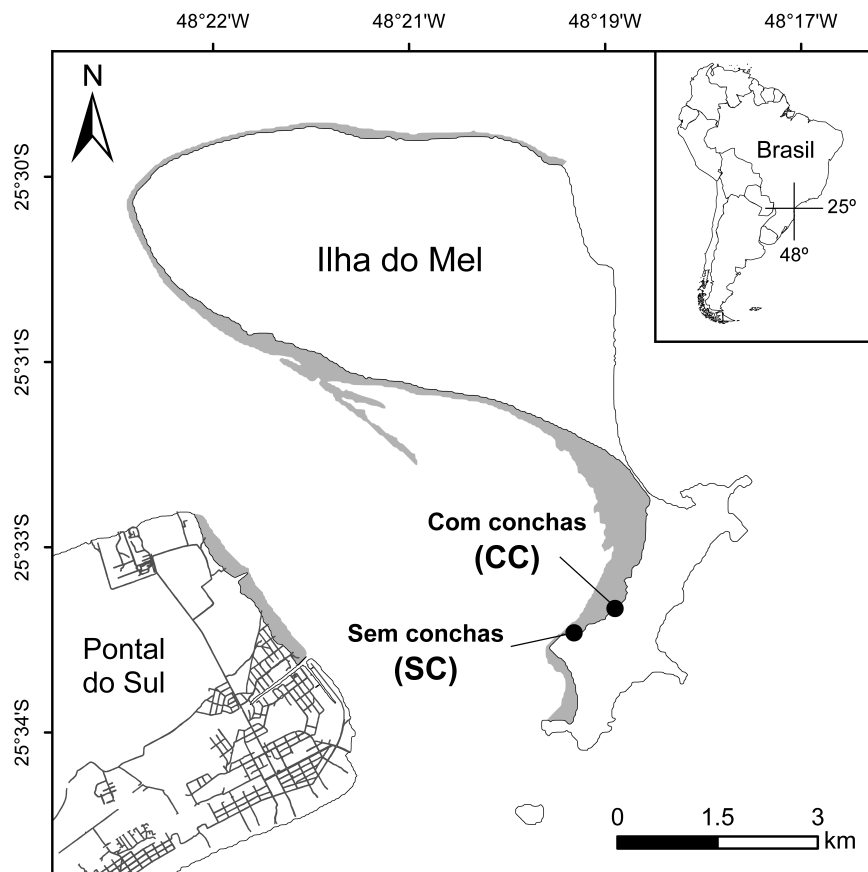
1998). Três modelos conceituais podem explicar as diferenças observadas na estrutura das associações macrofaunais entre as áreas com conchas e sem conchas. Como a quantidade de valvas vazias de *A. brasiliiana* varia entre as duas áreas, é possível que diferenças nas associações bênticas resultem da heterogeneidade espacial proporcionada pela presença dessas estruturas biogênicas (Modelo 1). Alternativamente, diferenças na composição e abundância da macrofauna podem ser geradas por processos físicos e biológicos intrínsecos a cada uma das áreas (Modelo 2). Finalmente, diferenças podem ser causadas pelo efeito combinado da complexidade estrutural e dos fatores específicos de cada área (Modelo 3).

Este trabalho avalia o papel desempenhado pelas conchas vazias de *A. brasiliiana* nos processos de recolonização e estruturação das associações macrobênticas locais através de um experimento manipulativo envolvendo o transplante recíproco de sedimento defaunado entre as áreas com conchas e sem conchas. Hipóteses derivadas dos três modelos conceituais acima foram testadas. Se diferenças na complexidade estrutural do habitat proporcionadas pela presença ou ausência de conchas são responsáveis pelas variações da macrofauna observadas, então associações macrofaunais que se desenvolverem nos sedimentos transplantados serão similares às existentes na área de origem (porque o sedimento é o mesmo) e diferentes da área de destino (Hipótese 1). Por outro lado, se características físicas e biológicas específicas de cada área são responsáveis pelas diferenças, então associações macrofaunais nos sedimentos transplantados serão similares às naturais da área de destino e diferentes da área de origem (Hipótese 2). Se uma interação desses fatores é responsável pelas diferenças, então associações que ocuparem os sedimentos transplantados apresentarão estrutura distinta tanto da área de origem como da área de destino (Hipótese 3).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi realizado em uma planície de maré não vegetada no Saco do Limoeiro, uma ampla enseada localizada na margem sudoeste da Ilha do Mel (Figura 1), na desembocadura da Baía de Paranaguá, Paraná (25°30'S, 48°25'W) (ARAÚJO, 2001). O trecho considerado possui aproximadamente 400 m de largura por 800 m de extensão e inclinação máxima de 0,6%, permanecendo totalmente exposto durante a maré baixa (COUTO & SAVIAN, 1998). As marés locais apresentam um padrão semi-diurno com desigualdades diurnas e possuem amplitudes de sizígia inferiores a dois metros (LANA & GUISS, 1991; COUTO & SAVIAN, 1998).



**Figura 1.** Localização das áreas experimentais na planície de maré do Saco do Limoeiro (Ilha do Mel).

De maneira geral, o sedimento superficial (0-5 cm) é bastante homogêneo, sendo predominantemente composto por areia fina a muito fina com baixos teores de

silte-argila (COUTO *et al.*, 1995; COUTO, 1996; COUTO & SAVIAN, 1998). A planície é limitada na porção superior por um manguezal pouco desenvolvido dominado por *Laguncularia racemosa* e faixas descontínuas de *Spartina alterniflora* (COUTO, 1996). Na porção inferior predominam pradarias de *Halodule wright* (SORDO, 2008).

A porção central da planície apresenta sedimentos com quantidades significativamente maiores de conchas vazias do bivalve *Anomalocardia brasiliana* do que a externa, onde essas estruturas biogênicas praticamente inexistem (COUTO *et al.*, 1995). A estrutura das associações macrofaunais e a densidade de algumas espécies também variam de forma consistente entre essas áreas, padrão primariamente atribuído à heterogeneidade espacial do substrato proporcionado pela presença das conchas (COUTO *et al.*, 1995).

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Uma amostragem piloto foi realizada no dia 7 de agosto de 2008 para demarcar a posição exata dos locais para o experimento e avaliar a consistência das diferenças na quantidade de conchas vazias e na estrutura das associações macrofaunais mencionadas na literatura (COUTO *et al.*, 1995; COUTO, 1996). Em cada uma das áreas (com conchas e sem conchas, distantes 800 m entre si) foram determinados três pontos (distando 10 m entre si) no mesmo nível de maré, em uma faixa imediatamente anterior a franja de *S. alterniflora*. Cinco amostras ( $\varnothing$  10 cm; 10 cm de profundidade) distanciadas 1 m entre si foram tomadas aleatoriamente em cada ponto. Foi também coletada uma amostra de sedimento ( $\varnothing$  4,6 cm; 10 cm de profundidade) por ponto para análise granulométrica e estimativa dos teores de matéria orgânica e carbonato de cálcio.

As amostras da macrofauna foram fixadas em formalina 10% e após 72 horas, lavadas em peneiras de malha 0,05 mm e conservadas em álcool 70%. No processo de lavagem foram separadas as valvas vazias e fragmentos de conchas de *A. brasiliana*. Os organismos foram separados, identificados e contados sob microscópio estereoscópico. As valvas vazias e fragmentos de conchas de *A. brasiliana* separados na lavagem foram pesados após secagem em uma estufa por 24 horas a 40° C. A granulometria foi analisada por pipetagem e peneiramento, com obtenção dos parâmetros estatísticos do sedimento pelo software SYSGRAN, versão 3.0 (CAMARGO, 2006). A quantidade de matéria orgânica foi medida pela diferença entre

os pesos inicial e final após queima de cinco gramas de sedimento a 550 °C durante 1 hora. O teor de carbonato de cálcio foi obtido pela diferença de pesos após acidificação de 10 gramas de sedimento em HCl a 10 %.

Tendências de variação das associações macrofaunais entre áreas (2 níveis, aleatório) e pontos (3 níveis, aleatório e nested em áreas) foram visualizadas pelo nMDS e testadas por uma análise de variância multivariada permutacional (ANDERSON, 2001) com aplicação do programa PERMANOVA, versão 1.6 (ANDERSON, 2005). Essas análises foram geradas sobre uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis calculada com dados não transformados.

Diferenças na massa de valvas vazias e na densidade dos táxons numericamente dominantes nas duas áreas foram testadas por uma análise de variância hierárquica. Componentes de variância foram extraídos para cada fonte de variação da ANOVA pelo método da máxima verossimilhança residual (Residual Maximum Likelihood), que não apresenta problemas relacionados com estimativas negativas. Assim, o procedimento "pool-the-minimum-violator" (FLETCHER & UNDERWOOD, 2002) para retirada apropriada de componentes negativos não foi necessário. A heterogeneidade de variâncias (teste de Cochran,  $p < 0,05$ ) foi removida com as transformações para raiz quadrada, raiz quarta ou  $\ln(x+1)$ , conforme a variável dependente considerada.

Todas as análises estatísticas (exceto a PERMANOVA) e gráficos foram produzidos na linguagem e ambiente computacional R (R Development Core Team, 2009), com auxílio dos pacotes "nlme" (PINHEIRO *et al.*, 2009), "vegan" (OKSANEN *et al.*, 2009), "outliers" (KOMSTA, 2007) e "lattice" (SARKAR, 2009).

## 2.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

### 2.3.1 Delineamento experimental e processamento das amostras

Um experimento envolvendo o transplante recíproco de sedimento defaunado foi conduzido para distinguir o efeito da presença de conchas e das características intrínsecas das áreas nos processos de recolonização e estruturação da macrofauna bêntica. Para isso, em cada área foram demarcados dois locais de 7 × 9 m, situados em um nível imediatamente anterior a faixa de *S. alterniflora*. Em cada local, 45 quadrats de 1 m<sup>2</sup> foram dispostos em cinco linhas paralelas. Vias para locomoção entre

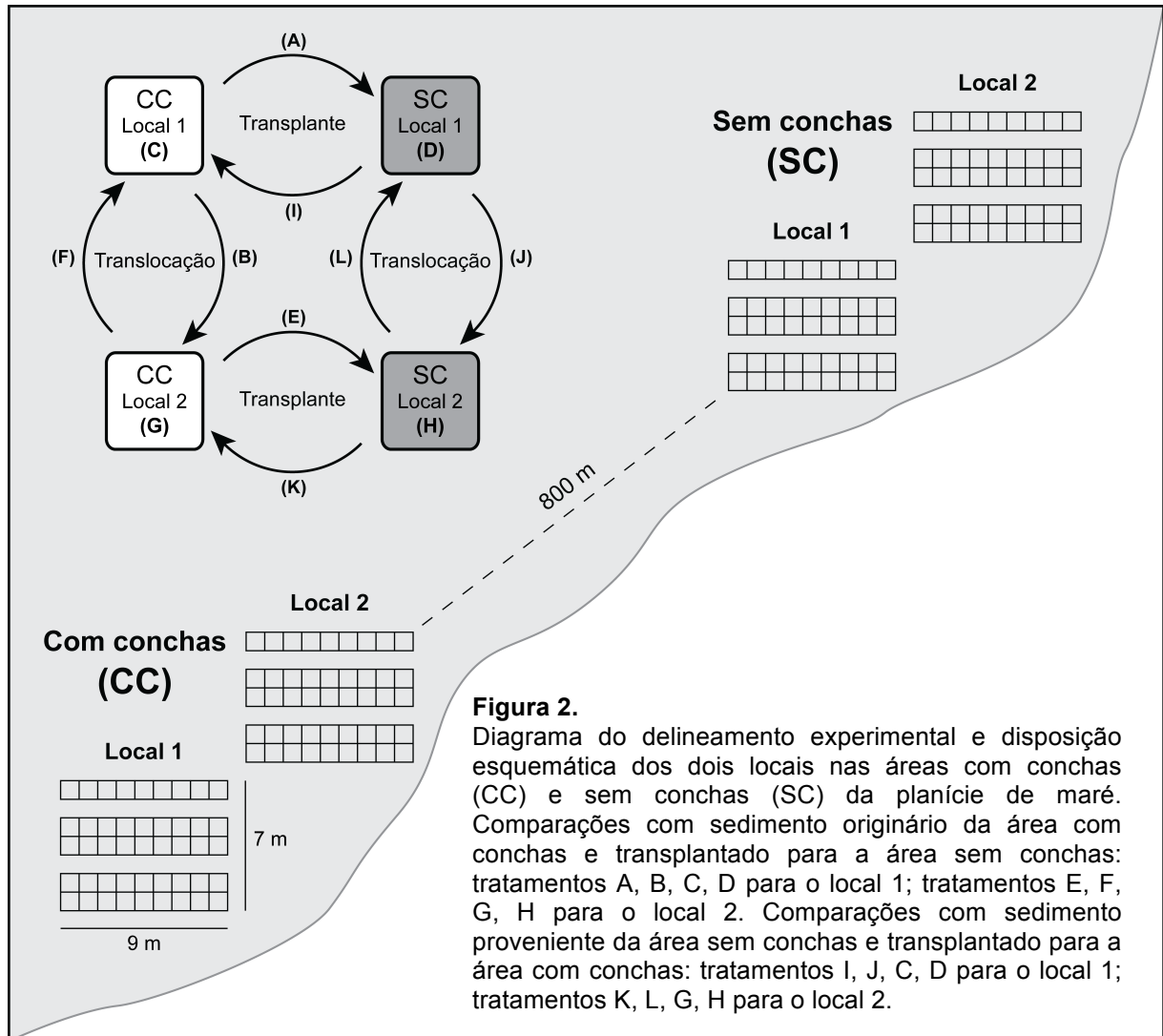
essas linhas foram delimitadas para reduzir os impactos do pisoteio e manter a integridade da área experimental (Figura 2).

O experimento compreendeu tratamentos manipulados de sedimento defaunado e controles intocados dispostos aleatoriamente no centro de cada quadrat (Figura 2). Este arranjo permitiu que cada amostra permanecesse a uma distância aproximada de um metro das demais, o suficiente para garantir a existência de fauna no seu entorno e assegurar que fossem recolonizadas de forma independente (NEGRELLO FILHO *et al.*, 2006). Amostras de sedimento defaunado provenientes da área com conchas foram transplantadas para a área sem conchas e *vice-versa*. Como eventuais diferenças entre tratamentos podem ser decorrentes dos métodos experimentais utilizados, amostras de sedimento defaunado também foram reciprocamente translocadas (*i.e.* movidas entre locais). Para cada tratamento manipulado, 15 amostras de sedimento foram aleatoriamente retiradas de cada local com um corer cilíndrico ( $\varnothing$  15 cm; 10 cm de profundidade). Cada amostra foi aquecida em forno microondas por 15 minutos na potência máxima e, em seguida, congelada por pelo menos três dias. Esse processo garantiu uma defaunação bastante eficiente, sendo particularmente visível nos moluscos bivalves logo após a exposição ao forno microondas.

O sedimento foi recolocado no centro de cada quadrat no dia 30 de outubro de 2008, conforme disposição previamente aleatorizada dos tratamentos. Foram retiradas cinco amostras de cada tratamento (transplante, translocação e controle) por local em ambas as áreas após 27, 59 e 92 dias. As amostras foram coletadas no centro da unidade experimental com um corer cilíndrico ( $\varnothing$  10 cm; 10 cm de profundidade). O menor diâmetro desse amostrador teve a finalidade de evitar possíveis efeitos de borda relacionados a realocação dos sedimentos defaunados.

As amostras foram lavadas através de malha de 0,5 mm, fixadas em formalina a 10% e conservadas em álcool 70%. Os organismos foram separados, contados e identificados até o menor nível taxonômico possível, sob microscópio estereoscópico. Valvas vazias e fragmentos de conchas de *A. brasiliiana* separados durante o processo de lavagem do sedimento foram pesados após secagem em estufa por 24 horas a 40° C. A análise da variação da massa das conchas entre tratamentos (detalhada na seção 2.3.2) permitiu avaliar se as amostras manipuladas experimentalmente foram efetivamente localizadas no campo e recuperadas com sucesso.





### 2.3.2 Análise dos dados

As análises estatísticas foram divididas em duas categorias, dependendo da origem do sedimento: (i) comparações com sedimento proveniente da área com conchas e transplantado para a área sem conchas e (ii) comparações com sedimento originário da área sem conchas e transplantado para a área com conchas. Além disso, as análises foram realizadas separadamente para os períodos de 27, 59 e 92 dias. O desenho experimental utilizado nas análises univariadas e multivariadas incluiu dois fatores e apresentou a seguinte estrutura: tratamento (4 níveis; fixo; transplante, translocação, controle da área com conchas e controle da área sem conchas) e local (2 níveis; aleatório e ortogonal com tratamento).

Diferenças nas associações macrofaunais foram testadas pela análise de variância multivariada permutacional (ANDERSON, 2001) com a aplicação do

programa PERMANOVA, versão 1.6 (ANDERSON, 2005). Esta análise permite aplicar o mesmo modelo aditivo da análise de variância sobre uma matriz de distância qualquer e testar o efeito dos fatores através de permutações. Como variações na dispersão multivariada entre grupos podem afetar a interpretação da PERMANOVA, testes de homogeneidade foram realizados com o programa PERMDISP (ANDERSON, 2004). Dispersões não apresentaram diferenças significativas, indicando que o efeito dos tratamentos pode modificar a estrutura das associações macrofaunais, mas não torna essas associações mais ou menos variáveis. Quando apropriado, comparações pareadas *a posteriori* foram realizadas. Os resultados dos testes foram sustentados pela avaliação visual dos padrões nos gráficos nMDS. Todas as análises multivariadas utilizaram o coeficiente de dissimilaridade de Bray-Curtis com dados transformados para raiz quadrada. Organismos que ocorreram em menos de duas réplicas não foram incluídos.

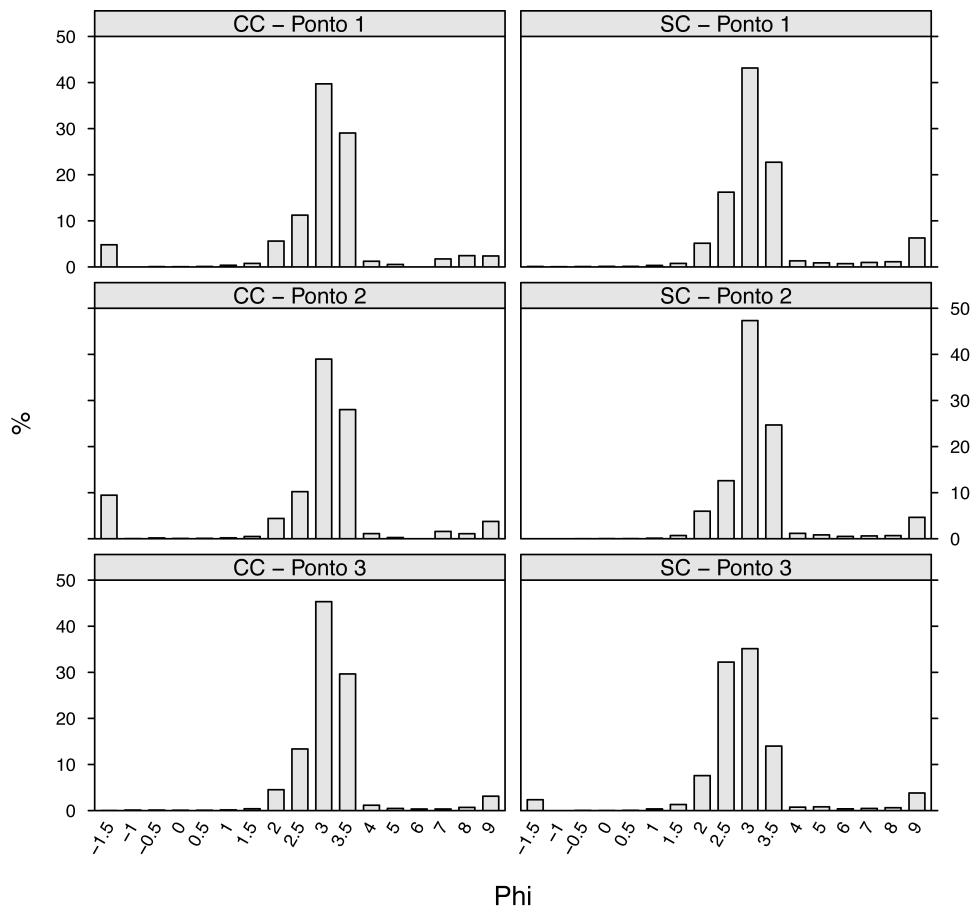
Hipóteses sobre diferenças na massa das valvas vazias de *A. brasiliiana* e na densidade dos quatro táxons mais abundantes em cada uma das áreas foram individualmente testadas pela análise de variância (ANOVA). Termos significativos do modelo ( $\alpha=0,05$ ) tiveram médias comparadas pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK). A heterogeneidade das variâncias (teste de Cochran,  $p<0,05$ ) foi removida com as transformações  $(x+1)^{0,5}$  ou  $\ln(x+1)$ . Todas as análises univariadas foram feitas no programa GMAV5 (UNDERWOOD & CHAPMAN, 1998). Gráficos foram produzidos na linguagem R (R Development Core Team, 2009), com auxílio dos pacotes “lattice” (SARKAR, 2009) e “vegan” (OKSANEN *et al.*, 2009).

### 3 RESULTADOS

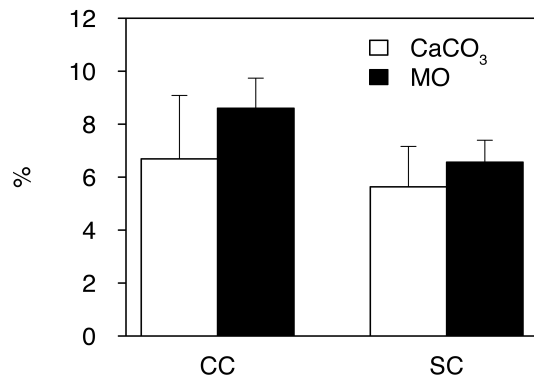
#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Ao todo, 151802 indivíduos de 87 táxons diferentes foram contados e identificados (Anexo). O tanaidáceo *Kalliapseudes schubarti* foi o organismo mais abundante, contribuindo com 60,8% do total de indivíduos, seguido pelo anfípoda *Monocorophium acherusicum* (12,5%), por um morfotipo não identificado de oligoqueta (8,4%) e pelo poliqueta *Laeonereis culveri* (5,2%).

O sedimento das duas áreas foi bastante homogêneo (Figura 3), com predomínio de areia fina (phi ~ 3) variando de moderadamente a pobremente selecionada ( $0,5 < \text{grau de seleção} < 1,5$ ). Teores de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e matéria orgânica (MO) também foram pouco variáveis, apesar de ligeiramente maiores na área com conchas (Figura 4).

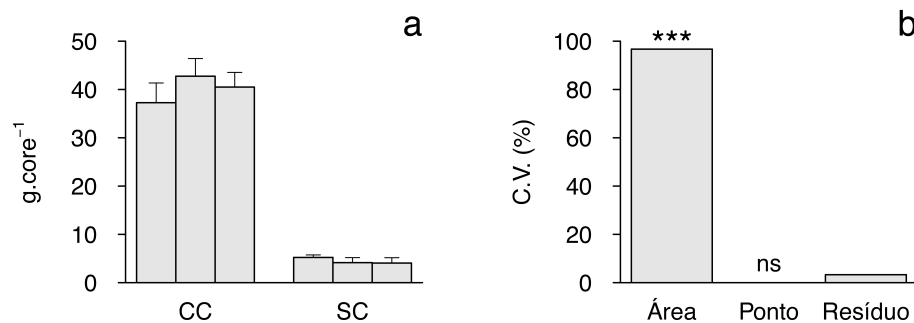


**Figura 3.** Tamanho médio do grão nos três pontos da área com conchas (CC, à esquerda) e sem conchas (SC, à direita).



**Figura 4.** Teores (média+E.P.; n=3) de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e matéria orgânica (MO) nos sedimentos das áreas com conchas (CC) e sem conchas (SC).

Sedimentos da área com conchas apresentaram quantidades significativamente maiores de valvas vazias de *A. brasiliana* (Figura 5a,b). A diferença entre as duas áreas contribuiu com aproximadamente 95% da variação total na massa de conchas (Figura 5b), indicando que a heterogeneidade na complexidade do substrato concentra-se nessa escala espacial.



**Figura 5.** Massa de valvas vazias (média+E.P.; n=5) de *A. brasiliana* entre as áreas (CC: com conchas, SC: sem conchas) e pontos (a) e componentes de variância (C.V.) em porcentagem (b). ANOVA realizada com dados transformados para raiz quadrada. \*\*\*p<0,001; ns: p>0,05.

Assim como a massa de valvas, a estrutura das associações macrofaunais apresentou uma marcada variabilidade entre áreas (Figura 6; Tabela 1). Diferenças na densidade de alguns táxons (Figura 7) e na composição específica da macrofauna entre as áreas com conchas e sem conchas foram as principais causas desse padrão. As densidades do poliqueta *L. culveri*, do bivalve *A. brasiliana*, do isópode *Kupellonura* sp. e do morfotipo não identificado de oligoqueta foram significativamente maiores na área com conchas (Figura 7,8). Por outro lado, o tanaidáceo *K. schubarti*, o anfípoda *M. acherusicum* e os poliquetas *Exogone* sp. e *Mediomastus* sp. apresentaram maiores densidades na área sem conchas (Figura 7,8). Diferenças nas escalas espaciais de

ponto e réplica (*i.e.* resíduo) não contribuíram significativamente para a variação total observada (Figura 8).

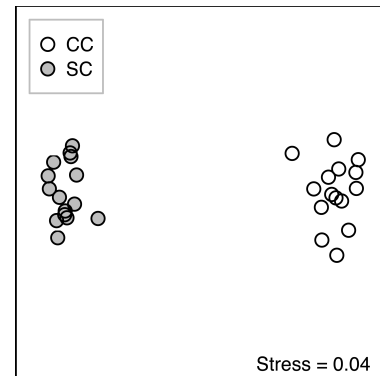
Estes resultados demonstraram que a quantidade de conchas e a estrutura das associações bênticas apresentam diferenças consistentes entre as duas áreas da planície, confirmando padrões já descritos na região (COUTO *et al.*, 1995; COUTO, 1996) e sustentando os modelos e testes de hipótese propostos.

**Tabela 1**

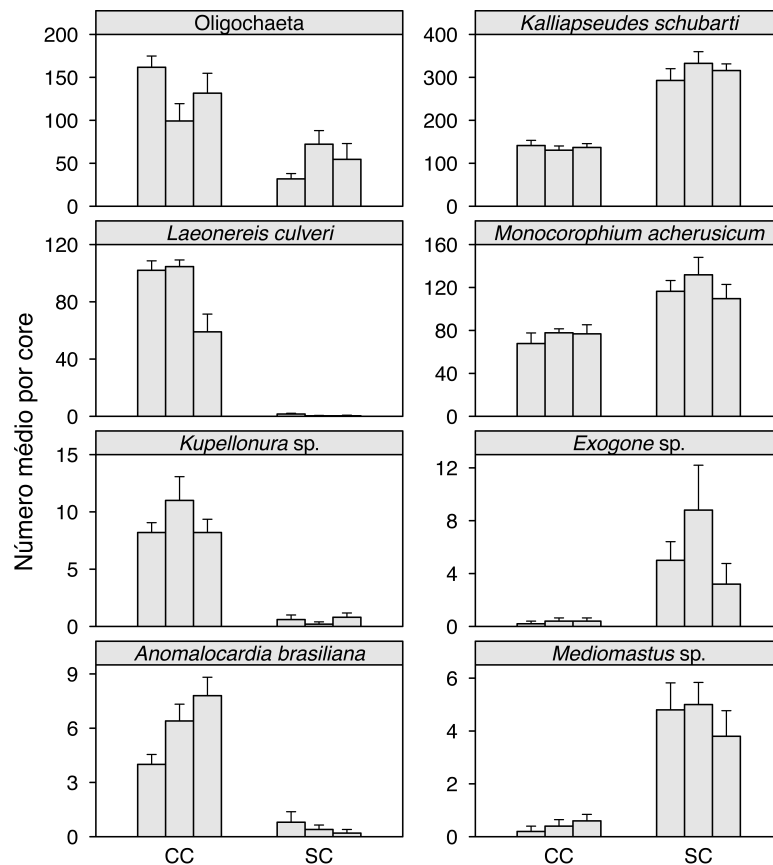
Comparação das associações macrofaunais entre as áreas com conchas e sem conchas.

PERMANOVA (n=5, 9999 permutações utilizadas)

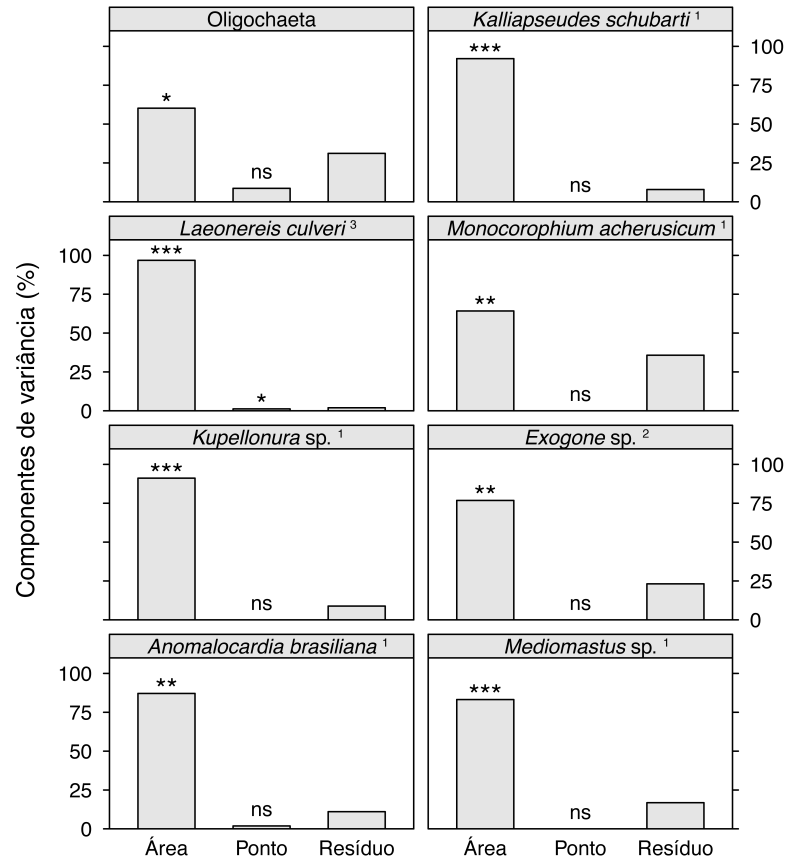
	gl	QM	F	p
Área	1	13663,263	60,94	< 0,001
Ponto (Área)	4	224,214	1,59	0,170
Resíduo	24	140,726		



**Figura 6.** nMDS comparando as associações macrofaunais entre as áreas com conchas (CC) e sem conchas (SC).



**Figura 7.** Densidade dos táxons (média+E.P.; n=5) numericamente dominantes nas áreas com conchas (CC, à esquerda) e sem conchas (SC, à direita).



**Figura 8.** Componentes de variância dos táxons numericamente dominantes nas áreas com conchas (à esquerda) e sem conchas (à direita). \*Fontes de variação significativa da ANOVA: \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ ; ns:  $p > 0,05$ . Análises realizadas com as transformações para <sup>1</sup>raiz quadrada, <sup>2</sup>raiz quarta e <sup>3</sup> $\ln(x+1)$ .

### 3.2 DIFERENÇAS NA MATRIZ BIOGÊNICA DO SEDIMENTO

Nos três períodos considerados, a massa de valvas vazias de *A. brasiliiana* nos sedimentos com conchas transplantados para a área sem conchas foi significativamente maior do que nos controles da área sem conchas, não diferindo da quantificada nos sedimentos translocados e nos controles da área com conchas (Tabela 2(i)a,b,c; Figura 9(i)a,b,c).

A massa de valvas vazias nos sedimentos sem conchas transplantados para a área com conchas foi significativamente menor do que nos controles da área com conchas (Tabela 2(ii)a,b,c; Figura 9(ii)a,b,c), contudo diferiu dos sedimentos translocados e dos controles da área sem conchas nos períodos de 27 (Tabela 2(ii)a) e 92 dias (Tabela 2(ii)c), respectivamente. Essas diferenças decorrem da distribuição ligeiramente heterogênea das valvas de *A. brasiliiana* e não representam um problema de manipulação experimental, uma vez observado o consistente padrão entre as

médias dos tratamentos (Figura 9(ii)a,b,c).

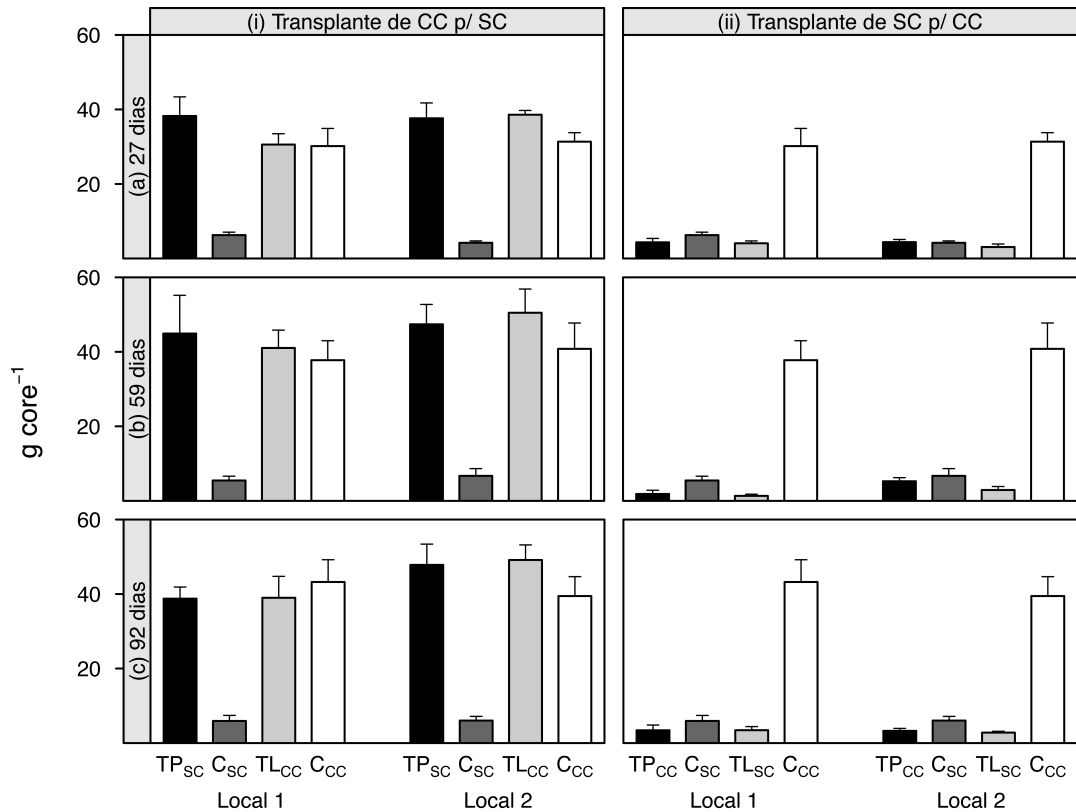
**Tabela 2**

Análise de variância comparando a massa de valvas vazias de *A. brasiliiana* entre tratamentos nos períodos de 27, 59 e 92 dias depois da instalação do experimento. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. Testes SNK: (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>), controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima). “<” indica  $p < 0,05$  e “=” indica  $p > 0,05$ . Termos significativos de interesse ( $\alpha = 0,05$ ) estão destacados em negrito.

	gl	(i) Transplante de CC p/ SC			(ii) Transplante de SC p/ CC		
		QM	F	p	QM	F	p
<b>(a) 27 dias</b>							
Tratamento = T	3	2767,584	33,23	<b>0,008</b>	12,759	289,36	<b>&lt; 0,001</b>
Local = L	1	56,335	0,76	0,389	0,110	0,23	0,637
T × L	3	83,279	1,13	0,353	0,044	0,09	0,965
Resíduo	32	73,999			0,485		
SNK		T: C <sub>SC</sub> < TP <sub>SC</sub> = C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub>			T: TL <sub>SC</sub> < TP <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub>		
<b>(b) 59 dias</b>							
Tratamento = T	3	3642,510	107,74	<b>0,001</b>	44,805	178,43	<b>&lt; 0,001</b>
Local = L	1	164,025	0,94	0,339	1,762	3,50	0,071
T × L	3	33,808	0,19	0,900	0,251	0,50	0,686
Resíduo	32	173,939			0,504		
SNK		T: C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub> = TP <sub>SC</sub>			T: TL <sub>SC</sub> = TP <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub>		
<b>(c) 92 dias</b>							
Tratamento = T	3	3421,438	29,58	<b>0,010</b>	46,151	704,71	<b>&lt; 0,001</b>
Local = L	1	150,389	1,54	0,223	0,039	0,08	0,770
T × L	3	115,677	1,19	0,331	0,065	0,15	0,931
Resíduo	32	97,571			0,447		
SNK		T: C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TP <sub>SC</sub> = TL <sub>CC</sub>			T: TL <sub>SC</sub> = TP <sub>CC</sub> < C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub>		

### 3.3 EFEITOS DOS TRANSPLANTES NAS ASSOCIAÇÕES MACROFAUNAIS APÓS 27 DIAS DE RECOLONIZAÇÃO

A estrutura das associações macrofaunais que se desenvolveram nos sedimentos com conchas transplantados para a área sem conchas foi similar à dos controles da área sem conchas, mas diferente das associações dos sedimentos translocados e dos controles da área com conchas (Tabela 3(i)a,b; TP<sub>SC</sub>=C<sub>SC</sub>≠TL<sub>CC</sub>=C<sub>CC</sub>). Esse padrão, nitidamente ilustrado na Figura 10(i), sugere que a recolonização foi primariamente governada por características específicas de cada área (suporte para o Modelo 2), ao invés de regida pela complexidade estrutural do substrato ou pela combinação desses fatores.

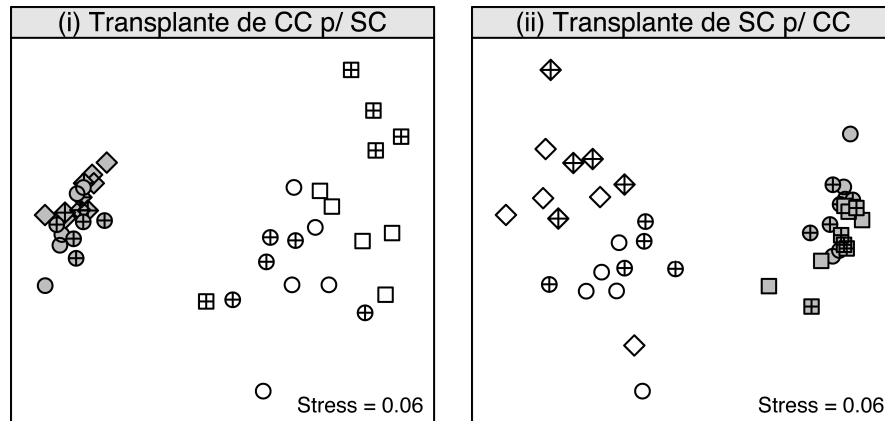


**Figura 9.** Comparação entre tratamentos da massa de valvas vazias (média+E.P.; n=5) de *A. brasiliana* nos períodos de 27 (a), 59 (b) e 92 (c) dias depois da instalação do experimento. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>) e controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima).

A estimativa das dissimilaridades médias de Bray-Curtis entre tratamentos ajuda a sustentar esse modelo (Tabela 3(i)b). Primeiramente, a dissimilaridade entre o sedimento transplantado e o controle da área com conchas (TP<sub>SC</sub> vs C<sub>CC</sub>) foi maior que à estimada entre o sedimento transplantado e o controle da área sem conchas (TP<sub>SC</sub> vs C<sub>SC</sub>). Logo, associações que se desenvolveram no sedimento transplantado foram semelhantes às existentes na área de destino e diferentes das associações da área de origem. Segundo, a dissimilaridade entre o sedimento transplantado e o controle da área com conchas (TP<sub>SC</sub> vs C<sub>CC</sub>) foi aproximadamente igual à dissimilaridade entre os controles com conchas e sem conchas (C<sub>CC</sub> vs C<sub>SC</sub>). Isso indica que a diferença entre o sedimento transplantado e o controle com conchas é similar à variabilidade natural existente entre as duas áreas. Finalmente, a dissimilaridade entre o sedimento transplantado e o controle da área com conchas (TP<sub>SC</sub> vs C<sub>CC</sub>) foi maior que à



calculada entre o sedimento translocado e o controle da área com conchas ( $TL_{CC}$  vs  $C_{CC}$ ).



**Figura 10.** nMDS comparando associações macrofaunais entre tratamentos após 27 dias de recolonização. (i) sedimentos transplantados da área com conchas (CC) para a área sem conchas (SC) e (ii) sedimentos transplantados da área sem conchas (SC) para a área com conchas (CC) ( $n=5$ ). Associações dos controles do local 1  $\circ$  e 2  $\oplus$  da área com conchas e do local 1  $\odot$  e 2  $\otimes$  da área sem conchas; sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas no local 1  $\diamond$  e 2  $\blacklozenge$ ; sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas no local 1  $\blacklozenge$  e 2  $\diamond$ ; sedimento translocado do local 1 para o local 2 na área com conchas  $\square$  e sem conchas  $\blacksquare$ ; sedimento translocado do local 2 para o local 1 na área com conchas  $\boxplus$  e sem conchas  $\boxminus$ .

Associações dos sedimentos sem conchas transplantados para a área com conchas foram similares àquelas dos controles da área com conchas, mas significativamente distintas da macrofauna dos sedimentos translocados e dos controles da área sem conchas (Tabela 3(ii)a,b;  $TP_{CC}=C_{CC}\neq TL_{SC}=C_{SC}$ ). Novamente, o padrão visualizado na Figura 10(ii) demonstra a relevância da área de destino como principal fator de estruturação das associações macrofaunais.

A análise das dissimilaridades médias de Bray-Curtis forneceu suporte adicional ao Modelo 2 (Tabela 3(ii)b). Primeiro, a dissimilaridade entre o sedimento transplantado e o controle da área sem conchas ( $TP_{CC}$  vs  $C_{SC}$ ) foi maior que à observada entre o sedimento transplantado e o controle da área com conchas ( $TP_{CC}$  vs  $C_{CC}$ ). Segundo, a diferença entre o sedimento transplantado e o controle da área sem conchas ( $TP_{CC}$  vs  $C_{SC}$ ) foi aproximadamente igual à calculada entre os controles das duas áreas ( $C_{CC}$  vs  $C_{SC}$ ). Por último, a dissimilaridade entre o sedimento transplantado e o controle da área sem conchas ( $TP_{CC}$  vs  $C_{SC}$ ) foi maior que à estimada entre o sedimento translocado e o controle da área sem conchas ( $TL_{SC}$  vs  $C_{SC}$ ).

**Tabela 3**

Comparação das associações macrofaunais entre tratamentos após 27 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>), controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima). Termos significativos de interesse ( $\alpha = 0,05$ ) estão destacados em negrito.

a) PERMANOVA (n=5, 9999 permutações utilizadas)

	gl	(i) Transplante de CC p/ SC			(ii) Transplante de SC p/ CC		
		QM	F	p	QM	F	p
Tratamento = T	3	5248,720	18,55	<b>0,005</b>	5387,177	15,57	<b>0,025</b>
Local = L	1	353,937	1,83	0,135	135,725	0,79	0,428
T × L	3	282,908	1,47	0,174	346,042	2,02	0,079
Resíduo	32	193,001			171,096		

b) Dissimilaridades médias de Bray-Curtis e comparações pareadas *a posteriori*. Diagonais contêm estimativas dentro dos tratamentos (*i.e.* entre amostras replicadas). \*p < 0,05; ns: p > 0,05

(i) Transplante de CC p/ SC					(ii) Transplante de SC p/ CC				
	TP <sub>SC</sub>	C <sub>SC</sub>	TL <sub>CC</sub>	C <sub>CC</sub>		TP <sub>CC</sub>	C <sub>SC</sub>	TL <sub>SC</sub>	C <sub>CC</sub>
TP <sub>SC</sub>	9	–	–	–	TP <sub>CC</sub>	10	–	–	–
C <sub>SC</sub>	14 ns	11	–	–	C <sub>SC</sub>	43*	11	–	–
TL <sub>CC</sub>	40*	42*	13	–	TL <sub>SC</sub>	42*	13 ns	12	–
C <sub>CC</sub>	38*	37*	15 ns	11	C <sub>CC</sub>	14 ns	37*	38*	11

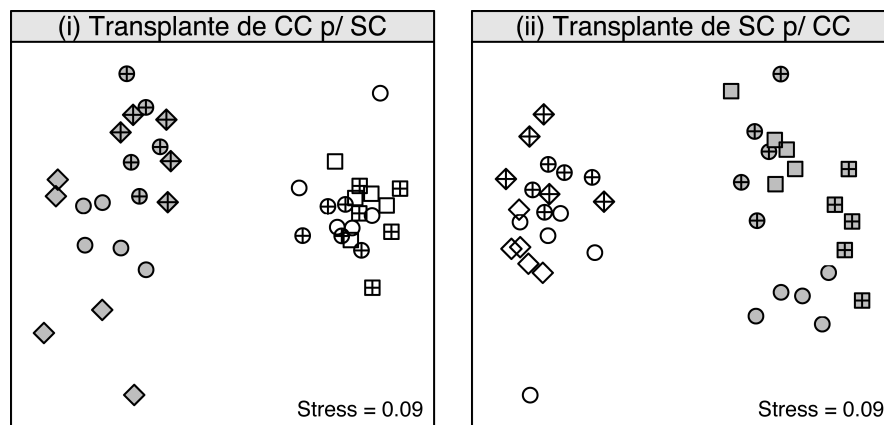
### 3.4 EFEITOS DOS TRANSPLANTES NAS ASSOCIAÇÕES MACROFAUNAIS APÓS 59 DIAS DE RECOLONIZAÇÃO

Nos transplantes de sedimentos com conchas para a área sem conchas, variações na estrutura das associações foram causadas pela interação dos tratamentos e locais (Tabela 4(i)a). No local 1, associações dos sedimentos transplantados foram semelhantes àsquelas dos controles da área sem conchas, mas diferentes dos sedimentos translocados e dos controles da área com conchas (Tabela 4(i)b; TP<sub>SC</sub>=C<sub>SC</sub>≠TL<sub>CC</sub>=C<sub>CC</sub>). No local 2, houve diferenças significativas entre todos os tratamentos, exceto que sedimentos transplantados foram semelhantes aos controles da área sem conchas (Tabela 4(i)b; TP<sub>SC</sub>=C<sub>SC</sub>≠TL<sub>CC</sub>≠C<sub>CC</sub>).

A figura 11(i) mostra que a estrutura da macrofauna do sedimento transplantado foi semelhante à do controle da área de destino. Ambas diferiram das associações do sedimento translocado e do controle da área de origem (suporte para o

Modelo 2). Esses resultados confirmam a importância dos fatores intrínsecos de cada área nos processos de recolonização e estruturação das associações bênticas.

A dissimilaridade média de Bray-Curtis entre o sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas e o controle com conchas ( $TP_{SC}$  vs  $C_{CC}$ ) foi sempre maior que a observada entre o sedimento transplantado e o controle sem conchas ( $TP_{SC}$  vs  $C_{SC}$ ). Além disso, a diferença entre o sedimento transplantado e o controle com conchas ( $TP_{SC}$  vs  $C_{CC}$ ) foi aproximadamente igual à estimada entre os controles das áreas com e sem conchas ( $C_{CC}$  vs  $C_{SC}$ ). Por fim, a dissimilaridade entre o sedimento transplantado e o controle com conchas ( $TP_{SC}$  vs  $C_{CC}$ ) foi maior que a dissimilaridade entre o sedimento translocado e o controle com conchas ( $TL_{CC}$  vs  $C_{CC}$ ).



**Figura 11.** nMDS comparando associações macrofaunais entre tratamentos após 59 dias de recolonização. (i) sedimentos transplantados da área com conchas (CC) para a área sem conchas (SC) e (ii) sedimentos transplantados da área sem conchas (SC) para a área com conchas (CC) (n=5). Associações dos controles do local 1 ○ e 2 ⊕ da área com conchas e do local 1 ● e 2 ⊕ da área sem conchas; sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas no local 1 ◇ e 2 ◇ ; sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas no local 1 ◇ e 2 ◇ ; sedimento translocado do local 1 para o local 2 na área com conchas □ e sem conchas ▣ ; sedimento translocado do local 2 para o local 1 na área com conchas ▣ e sem conchas ▣ .

Nos transplantes da área sem conchas para a área com conchas houve diferenças significativas entre todos os tratamentos, exceto que sedimentos transplantados não diferiram dos controles com conchas (Tabela 4(ii)a,b;  $TP_{CC}=C_{CC} \neq TL_{SC} \neq C_{SC}$ ). Associações dos sedimentos translocados foram similares àquelas dos controles do local de destino e significativamente distintas dos controles do local de origem (Figura 11(ii)).

**Tabela 4**

Comparação das associações macrofaunais entre tratamentos após 59 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>), controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima). Termos significativos de interesse ( $\alpha = 0,05$ ) estão destacados em negrito.

a) PERMANOVA (n=5, 9999 permutações utilizadas)

	gl	(i) Transplante de CC p/ SC			(ii) Transplante de SC p/ CC		
		QM	F	p	QM	F	p
Tratamento = T	3	3323,984	7,02	0,056	3427,666	6,86	0,066
Local = L	1	606,563	4,17	0,017	277,207	2,10	0,106
T × L	3	437,779	3,26	<b>0,006</b>	499,477	3,78	<b>0,003</b>
Resíduo	32	145,515			132,003		

b) Dissimilaridades médias de Bray-Curtis e comparações pareadas *a posteriori*. Diagonais contêm estimativas dentro dos tratamentos (*i.e.* entre amostras replicadas). \*p < 0,05; ns: p > 0,05

(i) Transplante de CC p/ SC

	Local 1				Local 2			
	TP <sub>SC</sub>	C <sub>SC</sub>	TL <sub>CC</sub>	C <sub>CC</sub>	TP <sub>SC</sub>	C <sub>SC</sub>	TL <sub>CC</sub>	C <sub>CC</sub>
TP <sub>SC</sub>	21	–	–	–	18	–	–	–
C <sub>SC</sub>	22 ns	17	–	–	18 ns	17	–	–
TL <sub>CC</sub>	42 *	37*	14	–	34*	37*	15	–
C <sub>CC</sub>	40*	36*	17 ns	17	30*	31*	17*	15

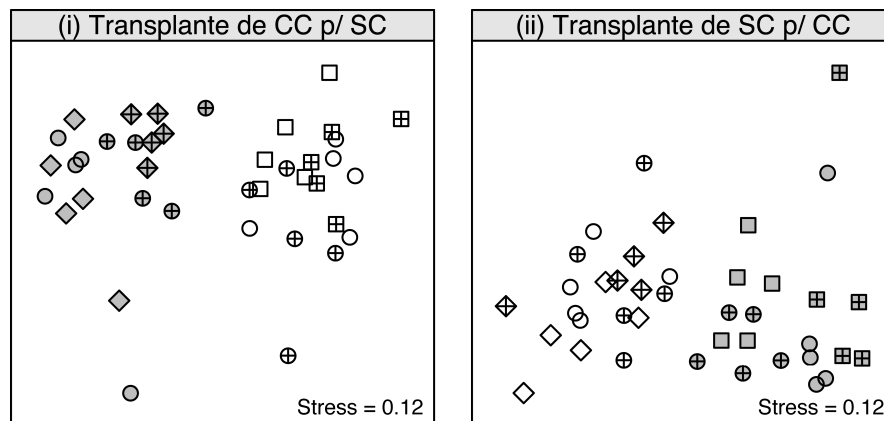
(ii) Transplante de SC p/ CC

	Local 1				Local 2			
	TP <sub>CC</sub>	C <sub>SC</sub>	TL <sub>SC</sub>	C <sub>CC</sub>	TP <sub>CC</sub>	C <sub>SC</sub>	TL <sub>SC</sub>	C <sub>CC</sub>
TP <sub>CC</sub>	13	–	–	–	16	–	–	–
C <sub>SC</sub>	38*	17	–	–	32*	16	–	–
TL <sub>SC</sub>	36*	22*	16	–	41*	23*	18	–
C <sub>CC</sub>	15 ns	36*	33*	17	16 ns	30*	40*	14

Apesar destes pequenos desvios, os padrões de dissimilaridade de Bray-Curtis confirmam a influência das especificidades de cada área nos processos de recolonização da planície (Tabela 4(ii)b). A dissimilaridade entre o sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas e o controle da área sem conchas (TP<sub>CC</sub> vs C<sub>SC</sub>) foi sempre maior que à estimada entre o sedimento transplantado e o controle com conchas (TP<sub>CC</sub> vs C<sub>CC</sub>). Além disso, a dissimilaridade entre o sedimento transplantado e o controle sem conchas (TP<sub>CC</sub> vs C<sub>SC</sub>) foi aproximadamente igual à calculada entre os controles das duas áreas (C<sub>CC</sub> vs C<sub>SC</sub>). Finalmente, a dissimilaridade entre o sedimento transplantado e o controle sem conchas (TP<sub>CC</sub> vs C<sub>SC</sub>) foi sempre maior que a dissimilaridade entre o sedimento translocado e o controle da área sem conchas (TL<sub>SC</sub> vs C<sub>SC</sub>).

### 3.5 EFEITOS DOS TRANSPLANTES NAS ASSOCIAÇÕES MACROFAUNAIS APÓS 92 DIAS DE RECOLONIZAÇÃO

Nos transplantes de sedimentos com conchas para a área sem conchas, variações nas associações macrofaunais foram causadas pela interação dos tratamentos e locais (Tabela 5(i)a). Contudo, tanto no local 1 como no local 2, sedimentos transplantados foram similares aos controles da área sem conchas, diferindo dos sedimentos translocados e dos controles da área com conchas (Figura 12(i); Tabela 5(i)b;  $TP_{SC}=C_{SC} \neq TL_{CC}=C_{CC}$ ).



**Figura 12.** nMDS comparando associações macrofaunais entre tratamentos após 92 dias de recolonização. (i) sedimentos transplantados da área com conchas (CC) para a área sem conchas (SC) e (ii) sedimentos transplantados da área sem conchas (SC) para a área com conchas (CC) (n=5). Associações dos controles do local 1 ○ e 2 ⊕ da área com conchas e do local 1 ● e 2 ⊕ da área sem conchas; sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas no local 1 ◇ e 2 ◆ ; sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas no local 1 ◊ e 2 ◊ ; sedimento translocado do local 1 para o local 2 na área com conchas □ e sem conchas ◻ ; sedimento translocado do local 2 para o local 1 na área com conchas ⊞ e sem conchas ⊞.

Assim como nos demais períodos analisados, padrões de dissimilaridade (Tabela 5(i)b) revelaram que a diferença entre o sedimento transplantado e o controle com conchas ( $TP_{SC}$  vs  $C_{CC}$ ) foi sempre maior que à estimada entre o sedimento transplantado e o controle sem conchas ( $TP_{SC}$  e  $C_{SC}$ ). Complementarmente, a dissimilaridade entre o sedimento transplantado e o controle com conchas ( $TP_{SC}$  vs  $C_{CC}$ ) foi aproximadamente igual à calculada entre os controles das áreas com e sem conchas ( $C_{CC}$  vs  $C_{SC}$ ). Finalmente, a dissimilaridade entre o sedimento transplantado e o controle com conchas ( $TP_{SC}$  vs  $C_{CC}$ ) foi sempre maior que à observada entre o sedimento translocado e o controle com conchas ( $TL_{CC}$  vs  $C_{CC}$ ).

**Tabela 5**

Comparação das associações macrofaunais entre tratamentos após 92 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>), controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima). Termos significativos de interesse ( $\alpha = 0,05$ ) estão destacados em negrito.

a) PERMANOVA (n=5, 9999 permutações utilizadas)

	gl	(i) Transplante de CC p/ SC			(ii) Transplante de SC p/ CC		
		QM	F	p	QM	F	p
Tratamento = T	3	2987,543	6,26	0,033	2995,032	3,98	0,053
Local = L	1	525,788	2,05	0,080	443,794	1,46	0,179
T × L	3	477,495	1,87	<b>0,048</b>	752,355	2,47	<b>0,007</b>
Resíduo	32	256,013			304,877		

b) Dissimilaridades médias de Bray-Curtis e comparações pareadas *a posteriori*. Diagonais contêm estimativas dentro dos tratamentos (*i.e.* entre amostras replicadas). \*p < 0,05; ns: p > 0,05

(i) Transplante de CC p/ SC

	Local 1				Local 2			
	TP <sub>SC</sub>	C <sub>SC</sub>	TL <sub>CC</sub>	C <sub>CC</sub>	TP <sub>SC</sub>	C <sub>SC</sub>	TL <sub>CC</sub>	C <sub>CC</sub>
TP <sub>SC</sub>	23	–	–	–	17	–	–	–
C <sub>SC</sub>	26 ns	24	–	–	21 ns	22	–	–
TL <sub>CC</sub>	37*	38*	21	–	34*	35*	22	–
C <sub>CC</sub>	41*	42*	23 ns	22	33*	32*	25 ns	25

(ii) Transplante de SC p/ CC

	Local 1				Local 2			
	TP <sub>CC</sub>	C <sub>SC</sub>	TL <sub>SC</sub>	C <sub>CC</sub>	TP <sub>CC</sub>	C <sub>SC</sub>	TL <sub>SC</sub>	C <sub>CC</sub>
TP <sub>CC</sub>	23	–	–	–	22	–	–	–
C <sub>SC</sub>	42*	23	–	–	32*	21	–	–
TL <sub>SC</sub>	35*	30*	23	–	42*	31*	29	–
C <sub>CC</sub>	22 ns	42*	33*	22	25 ns	32*	43*	25

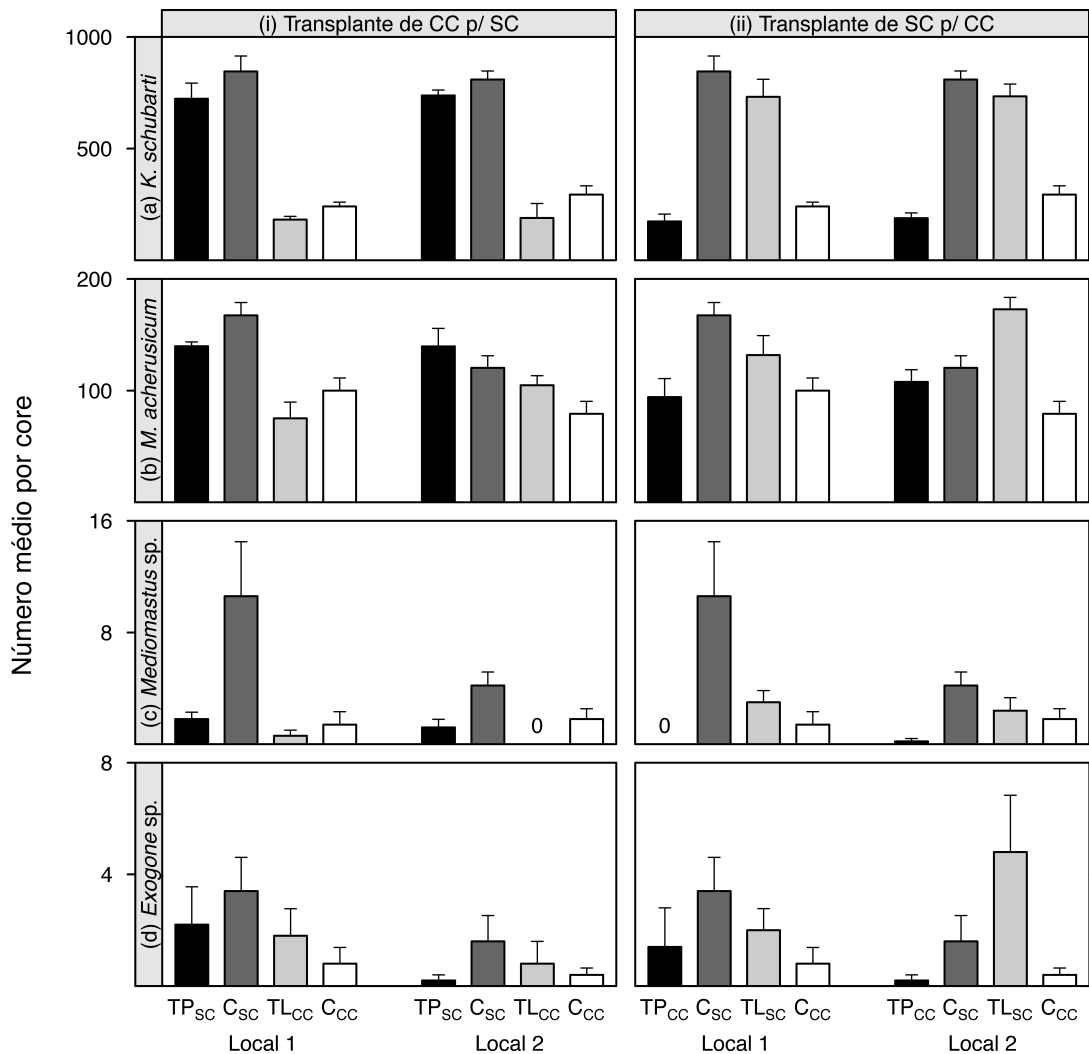
Nos transplantes de sedimentos sem conchas para a área com conchas, associações macrofaunais apresentaram diferenças significativas entre todos os tratamentos, exceto que amostras transplantadas não diferiram dos controles da área com conchas (Tabela 5(ii)a,b; TP<sub>CC</sub>=C<sub>CC</sub>≠TL<sub>SC</sub>≠C<sub>SC</sub>). Esses resultados continuam apoiando o Modelo 2, contudo, o padrão geral das dissimilaridades médias de Bray-Curtis observado nos demais períodos deixa de ser evidente no local 2 (Tabela 5(ii)b). Nesse local, por exemplo, a dissimilaridade entre o sedimento transplantado e o controle sem conchas (TP<sub>CC</sub> vs C<sub>SC</sub>) foi aproximadamente igual à calculada entre o sedimento translocado e o controle sem conchas (TL<sub>SC</sub> vs C<sub>SC</sub>). Além disso, a dissimilaridade entre o sedimento translocado e o controle sem conchas (TL<sub>SC</sub> vs C<sub>SC</sub>) foi semelhante à diferença natural estimada entre as duas áreas (C<sub>CC</sub> vs C<sub>SC</sub>).

### 3.6 EFEITOS DOS TRANSPLANTES NAS ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES NA ÁREA SEM CONCHAS

Das quatro espécies tipicamente mais abundantes na área sem conchas, apenas o tanaidáceo *Kalliapseudes schubarti* apresentou diferenças consistentes com algum dos modelos propostos nos três períodos considerados, tanto no transplante de sedimentos com conchas para a área sem conchas como no procedimento recíproco (Figura 13a,14a,15a; Tabela 6a,7a,8a). *K. schubarti* foi sempre mais abundante nos controles sem conchas do que nos controles com conchas. Além disso, a densidade dessa espécie nos sedimentos transplantados foi sempre similar aos controles da área de destino. Por fim, a densidade de *K. schubarti* nos sedimentos translocados não diferiu da encontrada nos controles da mesma área. Esses resultados demonstram que, durante todo o período de recolonização, *K. schubarti* não distinguiu sedimentos com diferentes graus de complexidade estrutural e que condições específicas de cada área determinaram seus padrões de distribuição e abundância.

Diferenças entre tratamentos para o anfípoda *Monocorophium acherusicum* e para os poliquetas *Mediomastus* sp. e *Exogone* sp. foram menos consistentes ao longo do tempo e mais variáveis de local para local. *M. acherusicum* foi mais abundante no controle sem conchas do que no com conchas apenas no local 1 após 27 dias de recolonização (Figura 13b; Tabela 6b). Nos demais locais e períodos, sua densidade não diferiu entre os controles com e sem conchas (Figura 13b,14b,15b; Tabela 6b,7b,8b), o oposto do observado na amostragem piloto e reportado na literatura. Além disso, após 27 dias, sua densidade foi maior no sedimento translocado do que no controle sem conchas do local 2 (Figura 13(ii)b; Tabela 6(ii)b). Apesar dessa diferença sugerir possíveis artefatos de técnica, variações entre locais são uma causa mais provável. A densidade de *M. acherusicum* no sedimento translocado foi similar à do controle no local de destino e diferente do controle no local de origem (Figura 13(ii)b). Nas demais diferenças significativas detectadas pela análise de variância (Tabela 6b,7b,8b), comparações *a posteriori* não identificaram padrões de variação entre tratamentos, tornando impossível estabelecer conclusões mais detalhadas.

Após 27 dias, a densidade do poliqueta *Mediomastus* sp. no sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas não diferiu da observada no sedimento translocado e no controle com conchas, mas foi significativamente menor no controle sem conchas (Figura 13(i)c; Tabela 6(i)c).



**Figura 13.** Comparação da densidade (média+E.P.; n=5) das espécies dominantes na área sem conchas após 27 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>) e controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima).

Esse padrão indica que a recolonização de *Mediomastus sp.* foi mediada por características específicas do substrato de origem (suporte para o Modelo 1). Apesar disso, esse padrão não se repetiu no transplante recíproco (Figura 13(ii)c; Tabela 6(ii)c) e nos demais períodos contemplados (Figura 14c,15c; Tabela 7c,8c). Após 59 e 92 dias, diferenças entre tratamentos variaram conforme o local. Apesar de pequenos desvios, testes SNK (Tabela 7c,8c) e comparações das médias dos tratamentos (Figura 14c,15c) revelaram que a densidade de *Mediomastus sp.* nos sedimentos transplantados (tanto da área com conchas para a área sem conchas quanto no transplante recíproco) foi similar à densidade nos controles das áreas de destino (sobretudo no local 1), sugerindo que especificidades de cada área determinam a



distribuição desse poliqueta (suporte para o Modelo 2).

**Tabela 6**

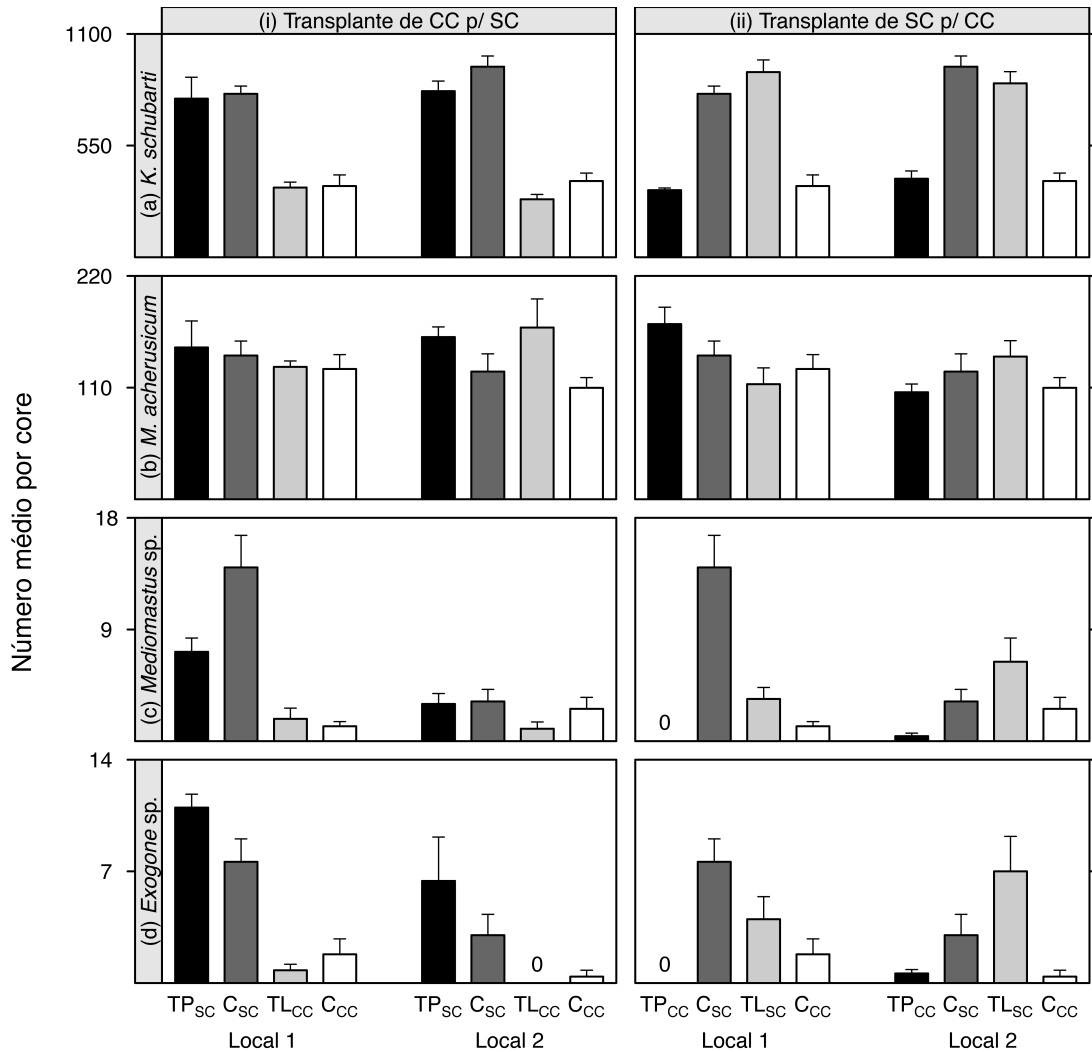
Análise de variância das quatro espécies mais abundantes na área sem conchas após 27 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. Testes SNK: (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>), controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima). “<” indica  $p < 0,05$  e “=” indica  $p > 0,05$ . Termos significativos de interesse ( $\alpha = 0,05$ ) estão destacados em negrito.

	gl	(i) Transplante de CC p/ SC			(ii) Transplante de SC p/ CC		
		QM	F	p	QM	F	p
<b>(a) <i>Kaliapseudes schubarti</i></b>							
Tratamento = T	3	1043921,667	313,75	<b>&lt; 0,001</b>	1056794,692	313,70	<b>&lt; 0,001</b>
Local = L	1	960,400	0,08	0,773	731,025	0,06	0,806
T × L	3	3327,267	0,29	0,829	3368,758	0,28	0,837
Resíduo	32	11317,225			11884,388		
SNK		T: TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> < TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub>			T: TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> < TL <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub>		
<b>(b) <i>Monocorophium acherusicum</i></b>							
Tratamento = T	3	9043,000	3,45	0,168	9627,000	2,59	0,230
Local = L	1	921,600	1,39	0,247	108,900	0,13	0,718
T × L	3	2624,333	3,96	<b>0,017</b>	3720,033	4,53	<b>0,009</b>
Resíduo	32	663,088			821,513		
SNK		T(L1): TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> < TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub>			T(L1): TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> = TL <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub>		
		T(L2): C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> = TP <sub>SC</sub>			T(L2): C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> < TL <sub>SC</sub>		
<b>(c) <i>Mediomastus sp.</i></b>							
Tratamento = T	3	4,548	16,94	<b>0,022</b>	5,299	17,63	<b>0,021</b>
Local = L	1	0,568	1,29	0,264	0,093	0,21	0,651
T × L	3	0,269	0,61	0,613	0,301	0,68	0,572
Resíduo	32	0,440			0,443		
SNK		T: TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> = TP <sub>SC</sub> < C <sub>SC</sub>			T: TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> = TL <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub>		
<b>(d) <i>Exogone sp.</i></b>							
Tratamento = T	3	6,333	1,74	0,178*	2,375	5,63	<b>0,003*</b>
Local = L	1	16,900	4,63	0,038*	0,185	0,44	0,512*
T × L	3	1,367	–		0,570	–	
Resíduo	32	3,863			0,408		
Resíduo + T × L	35	3,649			0,422		
SNK		T: TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> < C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub>					

\*Teste contra quadrado médio combinado (i.e. “pooled mean square”).

Densidades do poliqueta *Exogone sp.* variaram principalmente entre tratamentos, exceto nos transplantes da área com conchas para a área sem conchas após 27 dias (Tabela 6(ii)d) e da área sem conchas para a com conchas após 59 dias (Tabela 7(ii)d). Comparações múltiplas (Tabela 6d,7d,8d) e padrões entre as médias dos tratamentos (Figura 13d,14d,15d) demonstraram que, de maneira geral, a densidade de *Exogone sp.* nos sedimentos transplantados foi similar à quantificada nos

controles das áreas de destino. Além disso, na maioria das análises, a densidade dessa espécie foi significativamente maior nos controles sem conchas do que nos controles com conchas. Fatores específicos de cada área são, portanto, responsáveis pelas diferenças observadas na densidade de *Exogone* sp.



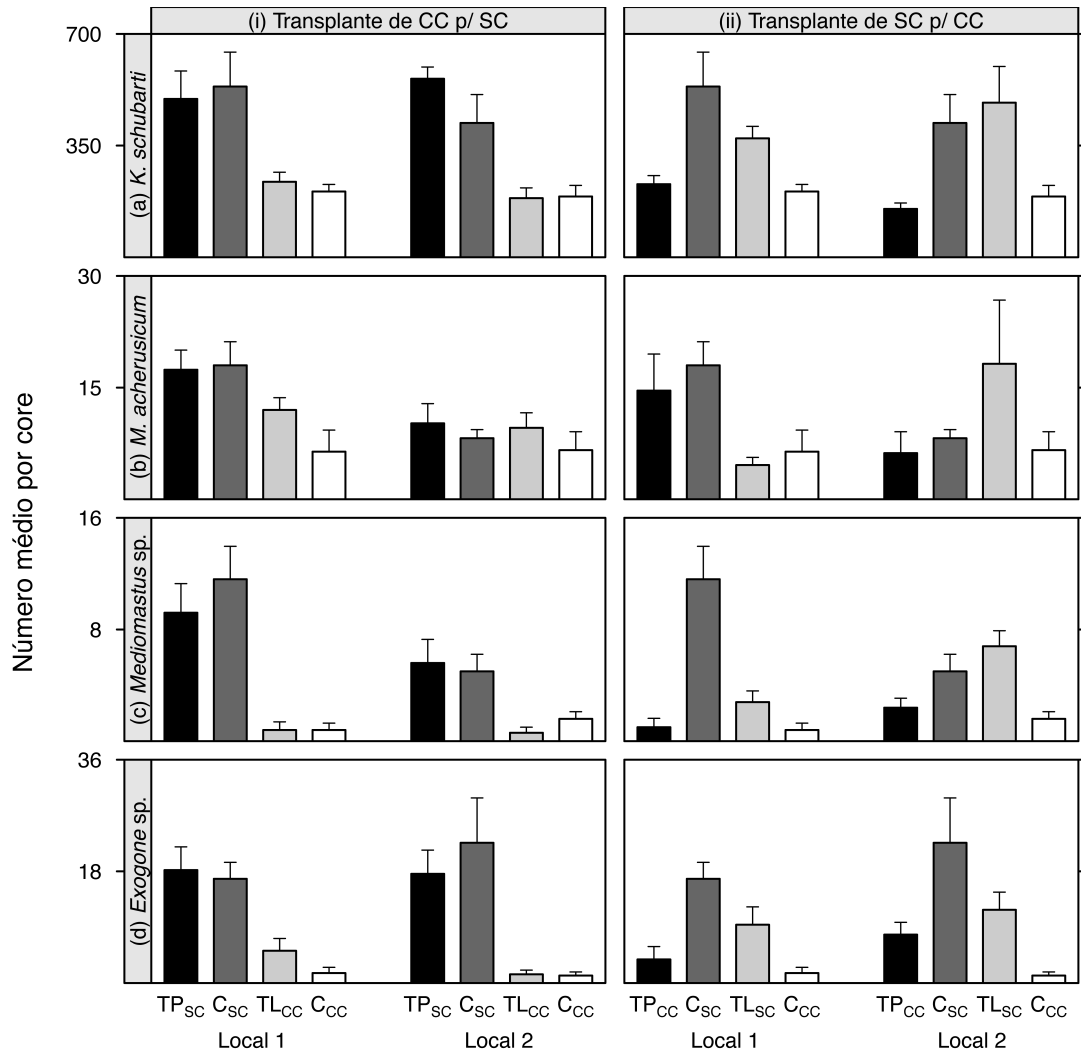
**Figura 14.** Comparação da densidade (média+E.P.; n=5) das espécies dominantes na área sem conchas após 59 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>) e controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima).

**Tabela 7**

Análise de variância das quatro espécies mais abundantes na área sem conchas após 59 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. Testes SNK: (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>), controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima). “<” indica p < 0,05 e “=” indica p > 0,05. Termos significativos de interesse ( $\alpha = 0,05$ ) estão destacados em negrito.

	gl	(i) Transplante de CC p/ SC			(ii) Transplante de SC p/ CC		
		QM	F	p	QM	F	p
<b>(a) <i>Kaliapseudes schubarti</i></b>							
Tratamento = T	3	374,504	58,06	<b>0,004</b>	891946,800	58,65	<b>0,004</b>
Local = L	1	3,242	0,51	0,479	15840,400	1,47	0,235
T × L	3	6,450	1,02	0,396	15206,667	1,41	0,258
Resíduo	32	6,310			10790,838		
SNK		T: TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> < TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub>			T: TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> < C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub>		
<b>(b) <i>Monocorophium acherusicum</i></b>							
Tratamento = T	3	2622,692	1,71	0,183*	740,467	0,20	0,891
Local = L	1	133,225	0,08	0,770*	3459,600	3,35	0,077
T × L	3	1793,158	–		3722,867	3,60	<b>0,024</b>
Resíduo	32	1508,125			1033,463		
Resíduo + T × L	35	1532,556					
SNK					T(L1): TL <sub>SC</sub> = C <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> = TP <sub>CC</sub> T(L2): TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub>		
<b>(c) <i>Mediomastus sp.</i></b>							
Tratamento = T	3	3,562	2,37	0,249	6,438	3,22	0,181
Local = L	1	2,535	9,19	0,005	0,033	0,13	0,725
T × L	3	1,504	5,45	<b>0,004</b>	1,998	7,69	< <b>0,001</b>
Resíduo	32	0,276			0,260		
SNK		T(L1): C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub> < TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> T(L2): TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> = TP <sub>SC</sub>			T(L1): TP <sub>CC</sub> < C <sub>CC</sub> < TL <sub>SC</sub> < C <sub>SC</sub> T(L2): TP <sub>CC</sub> < C <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub>		
<b>(d) <i>Exogone sp.</i></b>							
Tratamento = T	3	8,072	108,43	<b>0,002</b>	5,628	4,72	0,117
Local = L	1	4,389	15,23	0,001	0,171	0,46	0,503
T × L	3	0,074	0,26	0,855	1,192	3,20	<b>0,036</b>
Resíduo	32	0,288			0,373		
SNK		T: TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> < C <sub>SC</sub> < TP <sub>SC</sub>			T(L1): TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> = TL <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> T(L2): C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub> < C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub>		

\*Teste contra quadrado médio combinado (i.e. “pooled mean square”).



**Figura 15.** Comparação da densidade (média+E.P.; n=5) das espécies dominantes na área sem conchas após 92 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>) e controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima).

**Tabela 8**

Análise de variância das quatro espécies mais abundantes na área sem conchas após 92 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. Testes SNK: (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>), controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima). “<” indica p < 0,05 e “=” indica p > 0,05. Termos significativos de interesse ( $\alpha = 0,05$ ) estão destacados em negrito.

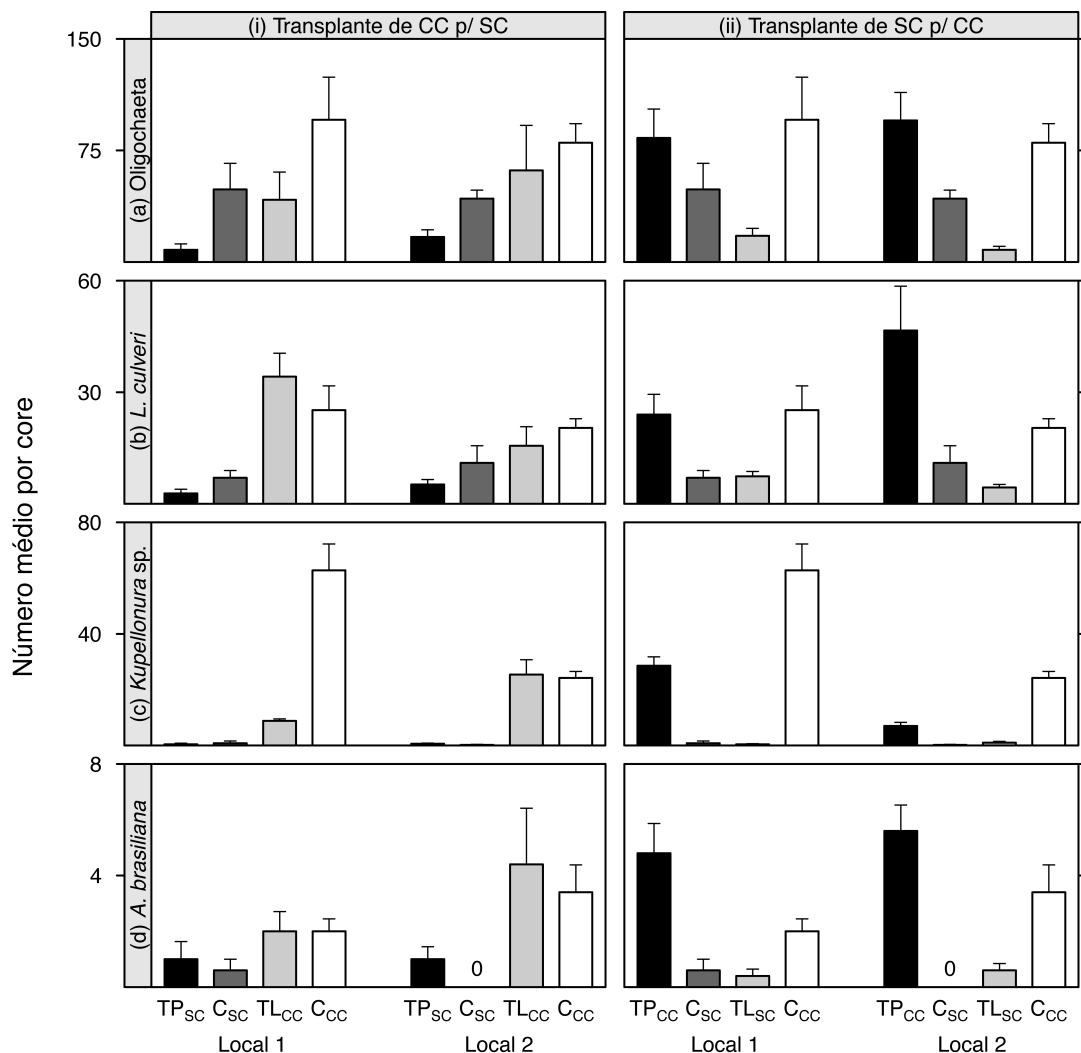
	gl	(i) Transplante de CC p/ SC			(ii) Transplante de SC p/ CC		
		QM	F	p	QM	F	p
<b>(a) <i>Kalliapseudes schubarti</i></b>							
Tratamento = T	3	301111,292	22,02	<b>0,015</b>	163,289	14,25	<b>0,028</b>
Local = L	1	8673,025	0,43	0,517	9,811	0,59	0,450
T × L	3	13671,958	0,68	0,572	11,459	0,68	0,568
Resíduo	32	20149,475			16,739		
SNK		T: C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub> < C <sub>SC</sub> = TP <sub>SC</sub>			T: TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> < TL <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub>		
<b>(b) <i>Monocorophium acherusicum</i></b>							
Tratamento = T	3	108,433	3,49	<b>0,026*</b>	1,299	1,50	0,231*
Local = L	1	230,400	7,42	0,010*	0,503	0,58	0,451*
T × L	3	51,267	–		1,591	–	
Resíduo	32	29,138			0,796		
Resíduo + T × L	35	31,034			0,864		
SNK		T: C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> = TP <sub>SC</sub>					
<b>(c) <i>Mediomastus sp.</i></b>							
Tratamento = T	3	160,467	5,64	0,095	4,481	3,55	0,163
Local = L	1	57,600	6,04	0,020	0,684	2,38	0,133
T × L	3	28,467	2,98	<b>0,046</b>	1,264	4,39	<b>0,011</b>
Resíduo	32	9,538			0,288		
SNK		T(L1): TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> < TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub>			T(L1): C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub> = TL <sub>SC</sub> < C <sub>SC</sub>		
		T(L2): TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> = TP <sub>SC</sub>			T(L2): C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub>		
<b>(d) <i>Exogone sp.</i></b>							
Tratamento = T	3	13,018	22,90	<b>0,014</b>	9,156	21,65	<b>0,016</b>
Local = L	1	0,530	1,29	0,265	0,871	1,85	0,183
T × L	3	0,568	1,38	0,266	0,423	0,90	0,452
Resíduo	32	0,411			0,470		
SNK		T: C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub> < TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub>			T: C <sub>CC</sub> < TP <sub>CC</sub> = TL <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub>		

\*Teste contra quadrado médio combinado (i.e. “pooled mean square”).

### 3.7 EFEITOS DOS TRANSPLANTES NAS ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES NA ÁREA COM CONCHAS

Das quatro espécies características da área com conchas, apenas o isópode *Kupellonura sp.* apresentou diferenças consistentes com algum dos modelos propostos nos três períodos. *Kupellonura sp.* foi sempre mais abundante na área com conchas do que na sem conchas (Figura 16c,17c,18c; Tabela 9c,10c,11c). Apesar da interação significativa entre tratamentos e locais, a densidade desse isópode nos sedimentos transplantados não diferiu da observada nos controles da área de destino. Exceções a

este padrão ocorreram nos locais 1 e 2 da área com conchas após 27 dias (Tabela 9(ii)c) e no local 2 da área sem conchas após 59 dias (Tabela 10(i)c), onde os controles exibiram densidades significativamente maiores. A densidade de *Kupellonura* sp. nos sedimentos translocados em cada área também apresentou pequenos desvios em relação aos controles, provavelmente decorrentes da heterogeneidade na distribuição entre locais (Figura 16c,17c,18c; Tabela 9c,10c,11c). Apesar da falta de generalidade nos testes estatísticos, padrões observados revelaram que fatores específicos de cada área são responsáveis pelas maiores densidades de *Kupellonura* sp. na área com conchas (suporte para o Modelo 2).



**Figura 16.** Comparação da densidade (média+E.P.; n=5) das espécies dominantes na área com conchas após 27 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>) e controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima).

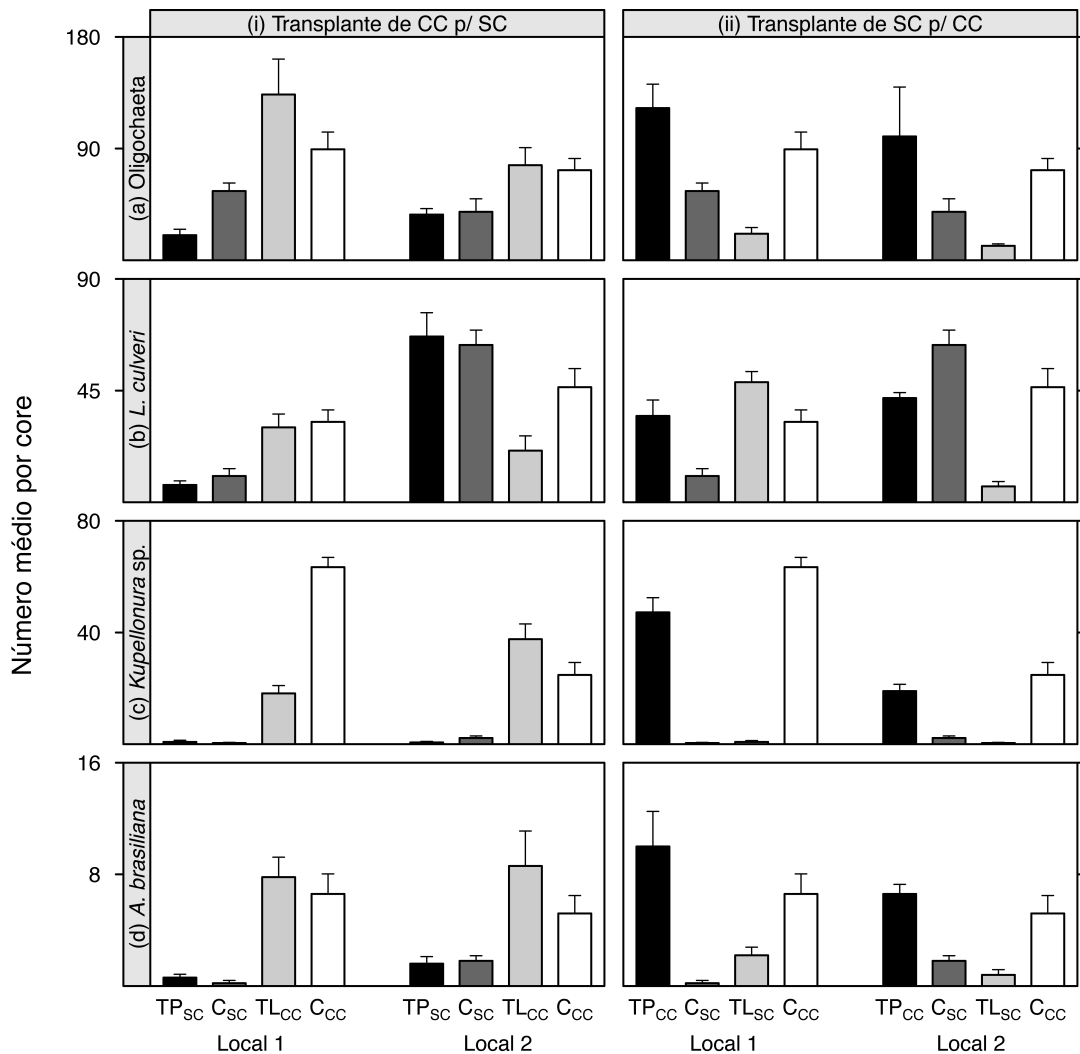
As respostas das outras espécies numericamente dominantes na área com conchas foram extremamente variáveis entre tratamentos, de local para local e pouco conservativas ao longo do tempo. Essas análises, portanto, não forneceram evidências suficientes para apoiar nenhum dos modelos propostos. A densidade do morfotipo de oligoqueta, por exemplo, não diferiu entre os controles com conchas e sem conchas em diversas situações (Figura 16a,17a,18a; Tabela 9a,10a,11a). Padrões coerentes com o Modelo 2 foram observadas após 59 dias nos transplantes da área com conchas para a área sem conchas apenas no local 2 (Figura 17(i)a; Tabela 10(i)a).

**Tabela 9**

Análise de variância das quatro espécies mais abundantes na área com conchas após 27 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. Testes SNK: (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>), controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima). “<” indica p < 0,05 e “=” indica p > 0,05. Termos significativos de interesse ( $\alpha = 0,05$ ) estão destacados em negrito.

	gl	(i) Transplante de CC p/ SC			(ii) Transplante de SC p/ CC		
		QM	F	p	QM	F	p
<b>(a) Oligochaeta</b>							
Tratamento = T	3	9542,767	15,69	<b>0,025</b>	74,195	41,74	<b>0,006</b>
Local = L	1	28,900	0,02	0,895	0,397	0,08	0,780
T × L	3	608,367	0,37	0,775	1,778	0,36	0,785
Resíduo	32	1643,925			4,998		
SNK		T: TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> = TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub>			T: TL <sub>SC</sub> < C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub>		
<b>(b) Laeonereis culveri</b>							
Tratamento = T	3	1052,425	3,97	0,144	5,731	11,06	<b>0,040</b>
Local = L	1	180,625	2,03	0,164	0,059	0,24	0,627
T × L	3	265,425	2,98	<b>0,046</b>	0,518	2,12	0,117
Resíduo	32	89,175			0,245		
SNK		T(L1): TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub>			T: TL <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> = C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub>		
		T(L2): TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> = C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub>					
<b>(c) Kupellonura sp.</b>							
Tratamento = T	3	29,963	20,47	0,017	28,727	21,81	0,015
Local = L	1	0,001	0,00	0,947	2,788	16,33	< 0,001
T × L	3	1,464	8,72	< <b>0,001</b>	1,317	7,72	< <b>0,001</b>
Resíduo	32	0,168			0,171		
SNK		T(L1): TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> < TL <sub>CC</sub> < C <sub>CC</sub>			T(L1): TL <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> < TP <sub>CC</sub> < C <sub>CC</sub>		
		T(L2): C <sub>SC</sub> = TP <sub>SC</sub> < TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub>			T(L2): C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub> < TP <sub>CC</sub> < C <sub>CC</sub>		
<b>(d) Anomalocardia brasiliana</b>							
Tratamento = T	3	2,633	8,78	< <b>0,001*</b>	52,492	28,76	<b>0,010</b>
Local = L	1	0,185	0,62	0,437*	2,025	0,94	0,339
T × L	3	0,339	–		1,825	0,85	0,478
Resíduo	32	0,296			2,150		
Resíduo + T × L	35	0,300					
SNK		T: C <sub>SC</sub> = TP <sub>SC</sub> < TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub>			T: C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub> = C <sub>CC</sub> < TP <sub>CC</sub>		

\*Teste contra quadrado médio combinado (i.e. “pooled mean square”).



**Figura 17.** Comparação da densidade (média+E.P.; n=5) das espécies dominantes na área com conchas após 59 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>) e controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima).

Variações na densidade do poliqueta *Laonereis culveri* foram consistentes nos transplantes da área com conchas para a área sem conchas após 27 e 59 dias apenas no local 1 (Tabela 9(i)b,10(i)b). Nessas situações, amostras transplantadas foram similares aos controles sem conchas, diferindo dos sedimentos translocados e dos controles com conchas (suporte para o Modelo 2). Depois de 92 dias, a densidade de *L. culveri* nos sedimentos transplantados foi similar aos controles da área de destino, e diferente da observada nos sedimentos translocados e nos controles da área de origem (suporte para o Modelo 2; Figura 18b; Tabela 11b). Esse padrão, contudo, foi novamente observado apenas no local 1.

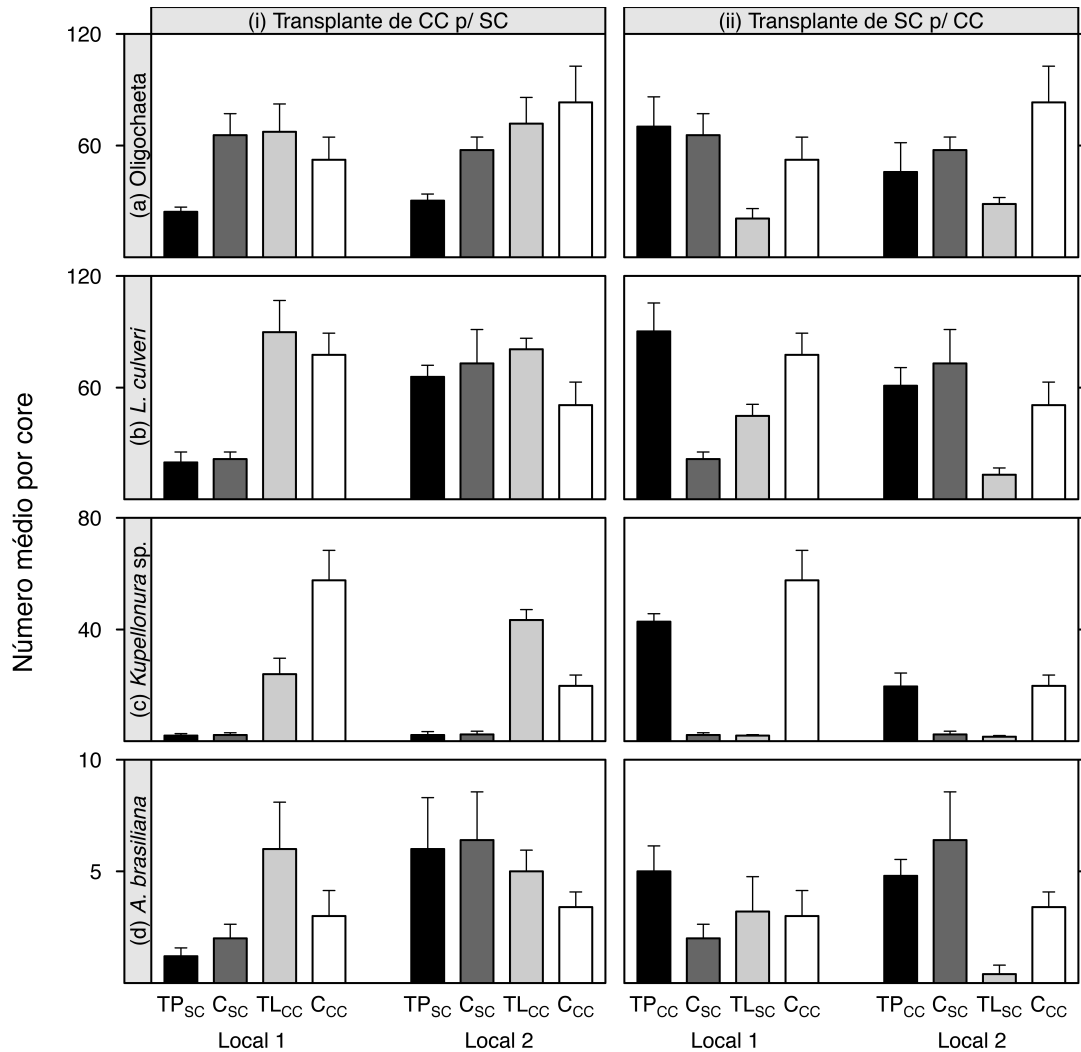


**Tabela 10**

Análise de variância das quatro espécies mais abundantes na área com conchas após 59 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. Testes SNK: (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>), controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima). “<” indica p < 0,05 e “=” indica p > 0,05. Termos significativos de interesse ( $\alpha = 0,05$ ) estão destacados em negrito.

	gl	(i) Transplante de CC p/ SC			(ii) Transplante de SC p/ CC		
		QM	F	p	QM	F	p
<b>(a) <i>Oligochaeta</i></b>							
Tratamento = T	3	3,310	4,68	0,118	6,471	130,13	<b>0,001</b>
Local = L	1	0,201	1,28	0,267	1,525	6,59	0,015
T × L	3	0,707	4,48	<b>0,001</b>	0,050	0,21	0,885
Resíduo	32	0,158			0,231		
SNK		<b>T(L1):</b> TP <sub>SC</sub> < C <sub>SC</sub> = C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub> <b>T(L2):</b> C <sub>SC</sub> = TP <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub>			<b>T:</b> TL <sub>SC</sub> < C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub>		
<b>(b) <i>Laonereis culveri</i></b>							
Tratamento = T	3	389,533	0,15	0,926	304,900	0,08	0,966
Local = L	1	8584,900	48,53	< 0,001	640,000	5,33	0,028
T × L	3	2678,567	15,14	< <b>0,001</b>	3786,400	31,52	< <b>0,001</b>
Resíduo	32	176,913			120,125		
SNK		<b>T(L1):</b> TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> < TL <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> <b>T(L2):</b> TL <sub>CC</sub> < C <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub> = TP <sub>SC</sub>			<b>T(L1):</b> C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub> = TL <sub>SC</sub> <b>T(L2):</b> TL <sub>SC</sub> < TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> < C <sub>SC</sub>		
<b>(c) <i>Kupellonura sp.</i></b>							
Tratamento = T	3	29,377	18,29	0,020	31,014	19,68	0,018
Local = L	1	0,097	0,47	0,499	1,031	5,81	0,022
T × L	3	1,606	7,73	< <b>0,001</b>	1,576	8,88	< <b>0,001</b>
Resíduo	32	0,208			0,177		
SNK		<b>T(L1):</b> C <sub>SC</sub> = TP <sub>SC</sub> < TL <sub>CC</sub> < C <sub>CC</sub> <b>T(L2):</b> TP <sub>SC</sub> < C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub>			<b>T(L1):</b> C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub> < TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> <b>T(L2):</b> TL <sub>SC</sub> < C <sub>SC</sub> < TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub>		
<b>(d) <i>Anomalocardia brasiliiana</i></b>							
Tratamento = T	3	6,505	11,13	0,039	6,046	5,99	0,089
Local = L	1	0,698	3,68	0,064	0,044	0,28	0,602
T × L	3	0,584	3,08	<b>0,042</b>	1,009	6,31	<b>0,002</b>
Resíduo	32	0,190			0,160		
SNK		<b>T(L1):</b> C <sub>SC</sub> = TP <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub> <b>T(L2):</b> TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub>			<b>T(L1):</b> C <sub>SC</sub> < TL <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub> <b>T(L2):</b> TL <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub>		

Finalmente, após 59 dias de recolonização, a densidade do bivalve *Anomalocardia brasiliiana* nas amostras transplantadas foi semelhante à observada nos controles da área de destino, e diferente da encontrada nos sedimentos translocados e nos controles da área de origem (suporte para o Modelo 2; Figura 17d; Tabela 10d). Nos demais períodos, contudo, nenhum padrão condizente com algum dos modelos foi identificado (Figura 16d, 18d; Tabela 9d, 11d).



**Figura 18.** Comparação da densidade (média+E.P.; n=5) das espécies dominantes na área com conchas após 92 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>) e controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima).

**Tabela 11**

Análise de variância das quatro espécies mais abundantes na área com conchas após 92 dias de recolonização. CC: área com conchas, SC: área sem conchas. Testes SNK: (i) Sedimento com conchas transplantado para a área sem conchas (TP<sub>SC</sub>), controle da área sem conchas (C<sub>SC</sub>), sedimento translocado na área com conchas (TL<sub>CC</sub>), controle da área com conchas (C<sub>CC</sub>). (ii) Sedimento sem conchas transplantado para a área com conchas (TP<sub>CC</sub>), sedimento translocado na área sem conchas (TL<sub>SC</sub>) e controles das áreas com conchas e sem conchas (notação utilizada acima). “<” indica p < 0,05 e “=” indica p > 0,05. Termos significativos de interesse ( $\alpha = 0,05$ ) estão destacados em negrito.

	gl	(i) Transplante de CC p/ SC			(ii) Transplante de SC p/ CC		
		QM	F	p	QM	F	p
<b>(a) <i>Oligochaeta</i></b>							
Tratamento = T	3	3906,933	5,47	<b>0,003*</b>	1,949	5,66	<b>0,003*</b>
Local = L	1	688,900	0,97	0,333*	0,039	0,11	0,740*
T × L	3	660,367	–		0,463	–	
Resíduo	32	718,900			0,333		
Resíduo + T × L	35	713,883			0,345		
SNK		T: TP <sub>SC</sub> < C <sub>SC</sub> = C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub>			T: TL <sub>SC</sub> < TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub>		
<b>(b) <i>Laeonereis culveri</i></b>							
Tratamento = T	3	3696,300	0,96	0,514	4128,200	1,01	0,496
Local = L	1	2340,900	3,63	0,066	828,100	1,30	0,262
T × L	3	3862,700	6,00	<b>0,002</b>	4075,767	6,42	<b>0,002</b>
Resíduo	32	644,100			634,938		
SNK		T(L1): TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TL <sub>CC</sub> T(L2): C <sub>CC</sub> = TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> = TL <sub>CC</sub>			T(L1): C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub> T(L2): TL <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub>		
<b>(c) <i>Kupellonura sp.</i></b>							
Tratamento = T	3	20,497	16,37	0,023	19,238	28,19	0,011
Local = L	1	0,090	0,30	0,591	2,565	13,04	0,001
T × L	3	1,252	4,10	<b>0,014</b>	0,682	3,47	<b>0,027</b>
Resíduo	32	0,305			0,197		
SNK		T(L1): TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> < TL <sub>CC</sub> < C <sub>CC</sub> T(L2): TP <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> < TL <sub>CC</sub>			T(L1): C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub> < TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub> T(L2): TL <sub>SC</sub> = C <sub>SC</sub> < TP <sub>CC</sub> = C <sub>CC</sub>		
<b>(d) <i>Anomalocardia brasiliana</i></b>							
Tratamento = T	3	0,594	1,36	0,270*	1,824	1,40	0,394
Local = L	1	2,422	5,56	0,024*	0,015	0,04	0,843
T × L	3	0,477	–		1,301	3,50	<b>0,027</b>
Resíduo	32	0,432			0,372		
Resíduo + T × L	35	0,436					
SNK					T(L1): C <sub>SC</sub> = TL <sub>SC</sub> = C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub> T(L2): TL <sub>SC</sub> < C <sub>CC</sub> = TP <sub>CC</sub> = C <sub>SC</sub>		

\*Teste contra quadrado médio combinado (i.e. “pooled mean square”).

## 4 DISCUSSÃO

O experimento revelou que fatores intrínsecos a cada uma das áreas, relacionados com as estratégias dominantes de mobilidade e reprodução, são mais importantes do que a presença de conchas no substrato para a determinação das diferenças das associações macrofaunais. A análise das dissimilaridades médias de Bray-Curtis e os gráficos nMDS demonstraram claramente que as associações que recolonizaram os sedimentos transplantados apresentaram a mesma estrutura da macrofauna da área de destino e que esse padrão manteve-se durante os três meses do experimento. Isso indica que os processos responsáveis pelas diferenças entre as áreas com conchas e sem conchas foram persistentes ao longo do tempo e importantes em distintos momentos da recolonização.

Apesar dessa generalidade, padrões nos períodos de 59 e 92 dias foram ligeiramente mais complexos porque diferenças na estrutura das associações foram causadas pela interação dos tratamentos e locais. Além disso, associações dos sedimentos translocados, particularmente nos locais da área sem conchas, diferiram dos controles de onde o sedimento originou-se. Embora essas diferenças sugiram possíveis artefatos relacionados aos procedimentos experimentais empregados, a variabilidade entre locais foi uma causa mais provável. Gráficos nMDS revelaram que associações macrofaunais dos sedimentos translocados tornaram-se similares aos controles do local para onde o sedimento foi movido e significativamente distintas dos controles do local de origem.

A recolonização dos sedimentos defaunados foi extremamente rápida e já estava substancialmente completa logo na primeira amostragem, 27 dias depois da instalação do experimento. Nesse período, a estrutura das associações e a densidade das espécies mais abundantes nos tratamentos manipulados não diferiram dos controles das áreas de destino. A rápida recuperação das associações bênticas após distúrbios de pequena escala é um fenômeno amplamente reconhecido na literatura (BOLAM *et al.*, 2004; NEGRELLO FILHO *et al.*, 2006) e também reportado em experimentos na Baía de Paranaguá (FARACO & LANA, 2003). Nos períodos seguintes, associações macrofaunais tornaram-se mais variáveis de local para local, com padrões nas dissimilaridades médias de Bray-Curtis apresentando certas inconsistências depois de 92 dias. O aumento da variabilidade em pequena escala espacial, contudo, não dependeu de mudanças na composição da macrofauna, já

relatadas em experimentos envolvendo hipoxia (VAN COLEN *et al.*, 2008), contaminação por hidrocarbonetos derivados de petróleo (LU & WU, 2006) e por resíduos industriais (LU & WU, 2007). Em geral, as espécies mais abundantes e com maior contribuição para as diferenças entre os tratamentos foram as mesmas do início ao fim do estudo. Taxas de recolonização e dinâmicas sucessionais macrobênticas são fortemente dependentes da escala espacial do experimento (THRUSH *et al.*, 1996; WHITLATCH *et al.*, 1998; ZAJAC *et al.*, 1998). A recuperação após defaunações de pequena escala é primariamente governada por processos de dispersão pós-assentamento larval, tanto pela coluna d'água como pelo sedimento (ZAJAC *et al.*, 1998; NEGRELLO FILHO *et al.*, 2006). O pequeno número de juvenis durante os três meses do experimento indica que a migração de adultos nos sedimentos adjacentes às amostras manipuladas foi o mecanismo predominante de recolonização.

A rápida recuperação e a ausência de estágios sucessionais bem definidos também dependeram da composição específica dos colonizadores existentes nos sedimentos locais, tipicamente ocupados por espécies oportunistas (*e.g.* *K. schubarti*, *M. acherusicum*, *L. culveri* e oligoquetas). Padrões de recolonização similares são comuns em planícies de maré e decorrentes da grande variedade de condições potencialmente estressantes a que os organismos são submetidos, como altas temperaturas e reduzido tempo para alimentação e trocas respiratórias (BOLAM *et al.*, 2004). Além disso, a elevada frequência e variedade de distúrbios naturais, como tempestades (CHOLLETT & BONE, 2007), ou induzidos pelo homem, como ondas geradas por barcos (BISHOP, 2007), mantém os ambientes costeiros em contínuo processo de recolonização (NEGRELLO FILHO *et al.*, 2006). Dessa maneira, as associações macrofaunais da planície estudada são potencialmente mantidas em um estágio de sucessão recente, com predomínio de oportunistas e baixa ocorrência de espécies de equilíbrio.

Os padrões e tendências mais gerais de variabilidade macrofaunal devem-se primariamente à contribuição do tanaidáceo *K. schubarti*, que dominou numericamente as associações e exibiu diferenças consistentes entre tratamentos nos três períodos analisados. *K. schubarti* distribui-se de forma agregada, em tubos construídos nas camadas superficiais do sedimento, entre 5 e 10 cm (LANA & GUISS, 1991; LEITE *et al.*, 2003). A distribuição agrupada da espécie está relacionada à sua reduzida capacidade de dispersão, devido à inexistência de fases de desenvolvimento larval no plâncton (FONSECA & D'INCAO, 2003; LEITE *et al.*, 2003). Essa característica,

juntamente com a reprodução contínua e a elevada fecundidade (LEITE *et al.*, 2003), foram determinantes para a rápida ocupação dos tratamentos manipulados na área sem conchas, independentemente da complexidade estrutural do sedimento. De maneira análoga, modos de dispersão associados às características reprodutivas do isópode *Kupellonura* sp. permitiram que sedimentos manipulados na área com conchas fossem rapidamente colonizados pelas populações vizinhas. Portanto, estratégias de mobilidade e reprodução comuns às duas únicas espécies com consistentes padrões de variação nos tratamentos sugerem que fatores biológicos, e não a presença de conchas no substrato, determinam as principais diferenças entre as duas áreas da planície.

Padrões de recolonização dos demais táxons analisados foram extremamente variáveis de local para local e inconsistentes nos diferentes períodos. Dessa maneira, torna-se difícil definir com clareza os processos que regulam a sua distribuição. No entanto, é provável que as diferenças dependam de fatores intrínsecos às áreas, particularmente no caso dos táxons mais abundantes na porção sem conchas da planície. Não houve nenhuma evidência concreta que demonstrasse a influência da presença de conchas no sedimento sobre a macrofauna. Estudos que relataram a ocupação não seletiva de sedimentos com diferentes características granulométricas (WU & SHIN, 1997; FARACO & LANA, 2006; GUERRA-GARCÍA & GARCÍA-GOMES, 2009) reforçam a hipótese de que a disponibilidade e a abundância de colonizadores são mais importantes do que as características do substrato como determinantes da recolonização bêntica.

O acúmulo de conchas nos sedimentos marinhos reconhecidamente influencia os padrões de abundância e diversidade da macrofauna (GUTIÉRREZ & IRIBARNE, 1999; RAGNARSSON & RAFFAELLI, 1999; REISE, 2002; COMMITO *et al.*, 2008). A presença de conchas altera a estrutura dos habitats bênticos, aumentando a sua heterogeneidade e regulando a disponibilidade de recursos para outros organismos (GUTIÉRREZ *et al.*, 2003). A magnitude desses efeitos sobre a macrofauna, contudo, depende do tamanho e da densidade dos *patches* de conchas (HEWITT *et al.*, 2005). No entanto, as características biológicas das espécies dominantes no Saco do Limoeiro foram mais importantes para definir a estrutura das associações nos sedimentos recolonizados. Também é importante considerar que os mecanismos facilitadores (ou inibidores) muitas vezes manifestam-se na escala da paisagem (de dezenas a centenas de metros) e não estão relacionados à simples presença da

estrutura (GUTIÉRREZ *et al.*, 2003; HEWITT *et al.*, 2005). Experimentos em áreas mais amplas seriam muito mais difíceis do ponto de vista logístico, mas fundamentais para avaliar até que ponto a influência das valvas vazias de *A. brasiliiana* sobre a macrofauna da planície estudada é dependente das escalas espaciais.

A manifestação dos efeitos da bioengenharia também depende da persistência das estruturas físicas no ambiente (JONES *et al.*, 1997). Efeitos da presença de valvas vazias poderiam ser eventualmente detectados se os sedimentos transplantados permanecessem no campo por períodos mais longos. O recrutamento de algumas espécies que apresentaram densidades muito baixas nos tratamentos transplantados durante o experimento poderia ser promovido pelo transporte de larvas via coluna d'água. Contudo, não é possível prever o sucesso da colonização desses sedimentos por dispersão larval, uma vez que processos pós-assentamento também desempenham um importante papel na estruturação do bentos de sedimentos inconsolidados (ÓLAFSSON *et al.*, 1994). Além disso, os mecanismos responsáveis pela seleção de habitats poderiam ser limitados ou até mesmo inibidos pelo reduzido tamanho dos *patches* de sedimento transplantado, independentemente do seu tempo de permanência no ambiente.

A ausência de efeitos da matriz biogênica sobre a estrutura das associações e a densidade das espécies numericamente dominantes não pode ser atribuída a falhas experimentais ou artefatos de técnica. A massa de conchas vazias nos sedimentos transplantados e translocados não diferiu dos valores estimados nos sedimentos de origem, indicando que as amostras foram efetivamente localizadas e recuperadas no campo. Esses resultados também mostram que os sedimentos manipulados não sofreram alterações por processos hidrodinâmicos, como ondas e correntes, que redistribuiriam as conchas em superfícies maiores que a área do amostrador utilizado. Por outro lado, os procedimentos de retirada, manipulação e defaunação dos sedimentos certamente desestruturaram a matriz sedimentar e a disposição das conchas. Apesar disso, a distribuição das valvas de *A. brasiliiana* nos sedimentos da planície não apresenta nenhum arranjo visível (obs. pess.) e as diferenças nas associações macrofaunais entre sedimentos translocados e controles da área com conchas foram verificadas apenas no local 2 após 59 dias.

Apesar da presença de conchas de moluscos potencialmente afetar a macrofauna (GUTIÉRREZ & IRIBARNE, 1999; GUTIÉRREZ *et al.*, 2003; COMMITO *et al.*, 2008), o presente estudo mostrou que seus efeitos no processo de recolonização

não se manifestam em pequena escala e, conseqüentemente, não conseguem explicar a grande diferença na estrutura das associações macrofaunais entre as áreas com conchas e sem conchas da planície. Além das restrições impostas pela escala de manipulação, os efeitos dessa matriz biogênica sobre a macrofauna também podem ser modulados pelas características intrínsecas das populações locais, como suas histórias de vida e modos de dispersão.



## 5 CONCLUSÃO

O experimento revelou que diferenças na quantidade de valvas vazias de *A. brasiliiana* não explicam a grande variabilidade na estrutura das associações macrofaunais entre as porções com e sem conchas da planície de maré do Saco do Limoeiro. Contudo, deve-se considerar que os padrões e tendências de variação descritos aplicam-se apenas às escalas de tempo e espaço adotadas no experimento. O processo de recolonização foi fortemente dependente da migração de adultos das espécies presentes nos sedimentos adjacentes às unidades experimentais, que não distinguiram substratos com diferentes graus de complexidade estrutural. Os efeitos gerados pelo acúmulo de conchas nos sedimentos marinhos parecem ser determinantes em escalas mais amplas, enquanto processos biológicos como as estratégias de mobilidade e reprodução são mais importantes na determinação de padrões em escalas menores.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecol**, v. 26, p. 32-46.

ANDERSON, M. J. (2004). **PERMDISP**: a FORTRAN computer program for permutational analysis of multivariate dispersions (for any two-factor ANOVA design) using permutation tests. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand.

ANDERSON, M. J. (2005). **PERMANOVA**: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand.

ANDERSON, M. J. (2008). Animal-sediment relationships re-visited: Characterising species' distributions along an environmental gradient using canonical analysis and quantile regression splines. **J Exp Mar Biol Ecol**, v. 366, p. 16-27.

ARAÚJO, A. D. (2001). **Dinâmica sedimentar e evolução paleogeográfica do Saco do Limoeiro na Ilha do Mel e sua relação com o canal de acesso ao porto de Paranaguá**. Curitiba. 139 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) - Universidade Federal do Paraná.

BISHOP, M. J. (2007). Impacts of boat-generated waves on macroinfauna: Towards a mechanistic understanding. **J Exp Mar Biol Ecol**, v. 343, p. 187-196.

BOEHS, G.; ABSHER, T. M.; CRUZ-KALED, A. (2004). Composition and distribution of benthic molluscs on intertidal flats of Paranaguá Bay (Paraná, Brazil). **Sci Mar**, v. 68, p. 537-543.

BOEHS, G.; ABSHER, T. M.; CRUZ-KALED, A. (2008). Ecologia populacional de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **B Inst Pesca**, v. 34, p. 259-270.

BOLAM, S.; WHOMERSLEY, P.; SCHRATZBERGER, M. (2004). Macrofaunal recolonization on intertidal mudflats: effect of sediment organic and sand content. **J Exp Mar Biol Ecol**, v. 306, p. 157-180.

CAMARGO, M. G. (2006). SysGran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. **Rev Bras Geoc**, v. 36, p. 345-352.

CHOLLETT, I.; BONE, D. (2007). Effects of heavy rainfall on polychaetes: Differential spatial patterns generated by a large-scale disturbance. **J Exp Mar Biol Ecol**, v. 340, p. 113-125.

COMMITO, J. A.; CELANO, E. A.; CELICO, H. J.; COMO, S.; JOHNSON, C. P. (2005). Mussels matter: postlarval dispersal dynamics altered by a spatially complex ecosystem engineer. **J Exp Mar Biol Ecol**, v. 316, p. 133-147.

COMMITO, J. A.; COMO, S.; GRUPE, B. M.; DOW, W. E. (2008). Species diversity in the soft-bottom intertidal zone: Biogenic structure, sediment, and macrofauna across mussel bed spatial scales. **J Exp Mar Biol Ecol**, v. 366, p. 70-81.

COSENTINO, A., GIACOBBE, S. (2008). Distribution and functional response of sublittoral soft bottom assemblages to sedimentary constraints. **Estuar Coast Shelf Sci**, v. 79, p. 263-276.

COUTO, E. C. G.; ALMEIDA, M. V. O.; LANA, P. C. (1995). Diversidade e distribuição da macroinfauna bêntica do Saco do Limoeiro - Ilha do Mel, Paraná - outono de 1990. **Publção Esp Inst Oceanogr**, v. 11, p. 239-247.

COUTO, E. C. G. (1996). **Estrutura espaço-temporal da comunidade macrobêntica da planície intertidal do Saco do Limoeiro - Ilha do Mel (Paraná, Brasil)**. Curitiba. 139 f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná.

COUTO, E. C. G.; SAVIAN, M. (1998). Caracterização sedimentológica da planície intertidal da parte sul do Saco do Limoeiro (Ilha do Mel - Paraná - Brasil). I. Implicações ecológicas. **Braz Arch Biol Technol**, v. 41, p. 237-246.

FARACO, L. F. D.; LANA, P. C. (2003). Response of polychaetes to oil spills in natural and defaunated subtropical mangrove sediments from Paranaguá bay (SE Brazil). **Hydrobiologia**, v. 496, p. 321-328.

FARACO, L. F. D.; LANA, P. C. (2006). Macrobenthic recolonization processes in mangroves of Southern Brazil. **J Coast Res**, v. S139, p. 1853-1858.

FERNANDEZ, M.; IRIBARNE, O. O.; ARMSTRONG, D. A. (1994). Swimming behaviour of Dungeness crab, *Cancer magister* Dana, megalopae in still and moving water. **Estuaries**, v. 17, p. 271-275.

FLETCHER, D. J.; UNDERWOOD, A. J. (2002). How to cope with negative estimates of components of variance in ecological field studies. **J Exp Mar Biol Ecol**, v. 273, p. 89-95.

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 Assoc UK**, v. 83, p. 931-935.

FRIEDRICH, M.; GRAF, G. (2009). Characteristic flow patterns generated by macrozoobenthic structures. **J Mar Syst**, v. 75, p. 348-359.

GRAY, J. S. (2002). Species richness of marine soft sediments. **Mar Ecol Prog Ser**, v. 244, p. 285-297.

GUERRA-GARCÍA, J. M.; GARCÍA-GÓMEZ, J. C. (2006). Recolonization of defaunated sediments: Fine versus gross sand and dredging versus experimental trays. **Estuar Coast Shelf Sci**, v. 68, p. 328-342.

GUERRA-GARCÍA, J. M.; GARCÍA-GÓMEZ, J. C. (2009). Recolonization of macrofauna in unpolluted sands placed in a polluted yachting harbour: A field approach using experimental trays. **Estuar Coast Shelf Sci**, v. 81, p. 49-58.

GUTIÉRREZ, J. L.; IRIBARNE, O. O. (1999). Role of Holocene beds of the stout razor clam *Tagelus plebeius* in structuring present benthic communities. **Mar Ecol Prog Ser**, v. 185, p. 213-228.

GUTIÉRREZ, J. L.; JONES, C. G.; STRAYER, D. L.; IRIBARNE, O. O. (2003). Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats. **Oikos**, v. 101, p. 79-90.

HEWITT, J. E.; THRUSH, S. E.; HALLIDAY, J.; DUFFY, C. (2005). The importance of small-scale habitat structure for maintaining beta diversity. **Ecology**, v. 86, p. 1619-1626.

JONES, C.G.; LAWTON, J. H.; SHACHAK, M. (1994). Organisms as ecosystems engineers. **Oikos**, v. 69, p. 373-386.

JONES, C.G.; LAWTON, J. H.; SHACHAK, M. (1997). Positive and negative effects of organisms as physical engineers. **Ecology**, v. 78, p. 1946-1957.

KOMSTA, L. (2007). **outliers**: Tests for outliers. R package version 0.13-2. <http://www.R-project.org>.

LANA, P. C.; GUISS, C. (1991). Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (southeastern Brazil). **Mar Ecol Prog Ser**, v. 73, p. 231-244.

LEITE, F. P. P.; TURRA, A.; SOUZA, E. C. F. (2003). Population biology and distribution of the tanaid *Kalliapseudes schubarti* Mañé-Garzon, 1949, in an intertidal flat in southeastern Brazil. **Braz J Biol**, v. 63, p. 469-479.

LU, L.; WU, R. S. S. (2006). A field experimental study on recolonization and succession of macrobenthic infauna in defaunated sediment contaminated with petroleum hydrocarbons. **Estuar Coast Shelf Sci**, v. 68, p. 627-634.

LU, L.; WU, R. S. S. (2007). A field experimental study on recolonization and succession of subtidal macrobenthic community in sediment contaminated with industrial wastes. **Mar Pollut Bull**, v. 54, p. 195-205.

NANAMI, A.; SAITO, H.; AKITA, T.; MOTOMATSU, K-I.; KUWAHARA, H. (2005). Spatial distribution and assemblage structure of macrobenthic invertebrates in a brackish lake in relation to environmental variables. **Estuar Coast Shelf Sci**, v. 63, p. 167-176.

NEGRELLO FILHO, O. A.; UNDERWOOD, A. J.; CHAPMAN, M. G. (2006). Recolonization of infauna on a tidal flat: an experimental analysis of modes of dispersal. **J Exp Mar Biol Ecol**, v. 328, p. 240-250.

NEWELL, R. C.; SEIDERER, L. J.; ROBINSON, J. E. (2001). Animal:sediment relationships in coastal deposits of the eastern English Channel. **J Mar Biol Assoc UK**, v. 81, p. 1-9.

NORKKO A.; HEWITT, J. E.; THRUSH, S. F.; FUNNELL, G. A. (2006). Conditional outcomes of facilitation by a habitat-modifying subtidal bivalve. **Ecology**, v. 87, p. 226-234.

OCHWADA, F.; LONERAGAN, N. R.; GRAY, C. A.; SUTHERS, I. M.; TAYLOR, M. D. (2009). Complexity affects habitat preference and habitat predation mortality in postlarval *Penaeus plebejus*: implications for stock enhancement. **Mar Ecol Prog Ser**, v. 380, p. 161-171.

OKSANEN, J.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; O'HARA, B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; HENRY, M.; STEVENS, H.; WAGNER, H. (2009). **vegan**: Community Ecology Package. R package version 1.15-2. <http://www.R-project.org>.

ÓLAFSSON, 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. **Oceanogr Mar Biol Annu Rev**, v.32, p. 65-109.

PEZZUTO, P. R.; ECHTERNACHT, A. M. (1999). Avaliação de impactos da construção da Via Expressa SC-Sul sobre o berbigão *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Pelecypoda) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (Florianópolis, SC - Brasil). *Atlântica*, v. 21, p. 105-119.

PINHEIRO, J.; BATES, D.; DEBROY, S. (2009). **nlme**: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-92. <http://www.R-project.org>.

R Development Core Team (2009). **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.

RAGNARSSON, S. A.; RAFFAELLI, D. (1999). Effects of the mussel *Mytilus edulis* L. on the invertebrate fauna of sediments. **J Exp Mar Biol Ecol**, v. 241, p. 31-43.

REISE, K. (2002). Sediment mediated species interactions in coastal waters. **J Sea Res**, v. 48, p. 127-141.

SARKAR, D. (2009). **lattice**: Lattice Graphics. R package version 0.17-26. <http://www.R-project.org>.

SNELGROVE, P. V. R.; BUTMAN, C. A. (1994). Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. **Oceanogr Mar Biol Annu Rev**, v. 32, p. 111-177.

SORDO, L. (2008). **Alterações na estrutura e funcionamento de um banco de *Halodule wrightii* (Cymodoceaceae) durante um florescimento massivo de epífitas na Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil)**. 60 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) - Universidade Federal do Paraná.

THRUSH, S. F.; WHITLATCH, R. B.; PRIDMORE, R. D.; HEWITT, J. E.; CUMMINGS, V.J.; WILKINSON, M. R. (1996). Scale-dependent recolonization: the role of sediment stability in a dynamic sandflat habitat. **Ecology**, v. 77, p. 2472-2487.

UNDERWOOD, A. J. (1997). **Experiments in ecology**: their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge: Cambridge University Press.

UNDERWOOD, A. J.; CHAPMAN, M. G. (1998). **GMAV5**: An analysis of variance programme. Institute of Marine Ecology, University of Sydney, Australia.

VAN COLEN, C.; MONTSERRAT, F.; VINCX, M.; HERMAN, P. M. J.; YSEBAERT, T.; DEGRAER, S. (2008). Macrobenthic recovery from hypoxia in an estuarine tidal mudflat. **Mar Ecol Prog Ser**, v. 372, p. 31-42.

VOLKENBORN, N.; ROBERTSON, D. M.; REISE, K. (2009). Sediment destabilizing and stabilizing bio-engineers on tidal flats: cascading effects of experimental exclusion. **Helgol Mar Res**, v. 63, p. 27-35.

WHITLATCH, R. B.; LOHRER, A. M.; THRUSH, S. F.; PRIDMORE, R. D.; HEWITT, J. E.; CUMMINGS, V. J.; ZAJAC, R. N. (1998). Scale-dependent benthic recolonization dynamics: life stage-based dispersal and demographic consequences. **Hydrobiologia**, v. 375/376, p. 217-226.

WU, R. S. S.; SHIN, P. K. S. (1997). Sediment characteristics and colonization of soft-bottom benthos: a field manipulation experiment. **Mar Biol**, v. 128, p. 475-487.

YSEBAERT, T.; MEIRE, P.; HERMAN, P. M. J.; VERBEEK, H. (2002). Macrobenthic species response surfaces along estuarine gradients: prediction by logistic regression. **Mar Ecol Prog Ser**, v. 225, p. 79-95.

ZAJAC, R. N.; WHITLATCH, R. B.; THRUSH, S. F. (1998). Recolonization and succession in soft-sediment infaunal communities: the spatial scale of controlling factors. **Hydrobiologia**, v. 375/376, p. 227-240.

## ANEXO

Lista dos 87 táxons identificados.

No.	Nome	Grupo	Filo
1	<i>Acteocina candeii</i>	Gastropoda	Mollusca
2	<i>Alita succinea</i>	Nereididae	Annelida
3	Amphipoda sp.1	Amphipoda	Arthropoda
4	Amphipoda sp.2	Amphipoda	Arthropoda
5	Amphipoda sp.3	Amphipoda	Arthropoda
6	Amphipoda sp.4	Amphipoda	Arthropoda
7	Amphipoda sp.5	Amphipoda	Arthropoda
8	<i>Amygdalum sagittatum</i>	Bivalvia	Mollusca
9	<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	Bivalvia	Mollusca
10	<i>Aricidea fragilis</i>	Paraonidae	Annelida
11	<i>Boonea seminuda</i>	Gastropoda	Mollusca
12	Buccinidae sp.	Gastropoda	Mollusca
13	<i>Bulla striata</i>	Gastropoda	Mollusca
14	<i>Callinectes danae</i>	Decapoda	Arthropoda
15	<i>Capitella</i> sp.	Capitellidae	Annelida
16	<i>Caprella scaura</i>	Amphipoda	Arthropoda
17	Cumacea	Cumacea	Arthropoda
18	Decapoda sp.1	Decapoda	Arthropoda
19	Decapoda sp.2	Decapoda	Arthropoda
20	<i>Elysia</i> sp.	Gastropoda	Mollusca
21	<i>Epitonium</i> sp.	Gastropoda	Mollusca
22	<i>Epitonium tenuistriatum</i>	Gastropoda	Mollusca
23	<i>Eulima</i> sp.	Gastropoda	Mollusca
24	<i>Eurydice pulchra</i>	Isopoda	Arthropoda
25	<i>Exogone</i> sp.	Syllidae	Annelida
26	<i>Fimbriosthenelais marianae</i>	Sigalionidae	Annelida
27	<i>Glycinde multidentis</i>	Goniadidae	Annelida
28	<i>Grubeosyllis breviarticulata</i>	Syllidae	Annelida
29	<i>Gyptis</i> sp.	Hesionidae	Annelida
30	<i>Haploscoloplos</i> sp.	Orbiniidae	Annelida
31	<i>Heleobia australis</i>	Gastropoda	Mollusca
32	<i>Heteromastus</i> sp.	Capitellidae	Annelida
33	<i>Hexapanopeus schmitti</i>	Decapoda	Arthropoda
34	<i>Isocheles sawayai</i>	Decapoda	Arthropoda
35	<i>Isolda pulchella</i>	Ampharetidae	Annelida
36	<i>Kalliapseudes schubarti</i>	Tanaidacea	Arthropoda
37	<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	Onuphidae	Annelida
38	<i>Kupellonura</i> sp.	Isopoda	Arthropoda
39	<i>Laeonereis culveri</i>	Nereididae	Annelida
40	<i>Leptochela serratorbita</i>	Decapoda	Arthropoda
41	<i>Loandalia tricuspis</i>	Pilargidae	Annelida
42	<i>Loimia</i> sp.	Terebellidae	Annelida
43	<i>Lucina rehderi</i>	Bivalvia	Mollusca
44	<i>Lumbricalus januarii</i>	Lumbrineridae	Annelida
45	<i>Lumbrineris atlantica</i>	Lumbrineridae	Annelida
46	<i>Lumbrineris</i> sp.	Lumbrineridae	Annelida
47	<i>Lysidice ninetta</i>	Eunicidae	Annelida
48	<i>Macoma cleryana</i>	Bivalvia	Mollusca
49	<i>Macoma</i> sp.	Bivalvia	Mollusca
50	<i>Mactra janeiroensis</i>	Bivalvia	Mollusca
51	<i>Magelona papillicornis</i>	Magelonidae	Annelida

continua na próxima página



## Anexo: continuação

---

52	<i>Marphysa sanguinea</i>	Eunicidae	Annelida
53	<i>Mediomastus</i> sp.	Capitellidae	Annelida
54	<i>Monocorophium acherusicum</i>	Amphipoda	Arthropoda
55	<i>Moorionuphis lineata</i>	Onuphidae	Annelida
56	<i>Naineris setosa</i>	Orbiniidae	Annelida
57	Nemertea	Nemertea	Nemertea
58	<i>Neritina virginea</i>	Gastropoda	Mollusca
59	<i>Noetia bisulcata</i>	Bivalvia	Mollusca
60	<i>Odostomia seminuda</i>	Gastropoda	Mollusca
61	Oligochaeta	Oligochaeta	Annelida
62	Ostracoda sp.1	Ostracoda	Arthropoda
63	Ostracoda sp.2	Ostracoda	Arthropoda
64	<i>Owenia sundevalli</i>	Oweniidae	Annelida
65	Paguridae	Decapoda	Arthropoda
66	<i>Paranaites polynoides</i>	Phyllodoceidae	Annelida
67	<i>Perinereis anderssoni</i>	Nereididae	Annelida
68	<i>Phyllodoce</i> sp.	Phyllodoceidae	Annelida
69	<i>Pionosyllis</i> sp.	Syllidae	Annelida
70	<i>Podarke</i> sp.	Hesionidae	Annelida
71	<i>Polydora socialis</i>	Spionidae	Annelida
72	<i>Polydora websteri</i>	Spionidae	Annelida
73	<i>Prionospio cirrifera</i>	Spionidae	Annelida
74	<i>Prionospio steenstrupi</i>	Spionidae	Annelida
75	<i>Sabella</i> sp.	Sabellidae	Annelida
76	<i>Sayella crosseana</i>	Gastropoda	Mollusca
77	<i>Scoloplos ohlini</i>	Orbiniidae	Annelida
78	<i>Semele proficua</i>	Bivalvia	Mollusca
79	<i>Sigambra grubei</i>	Pilargidae	Annelida
80	Sipuncula	Sipuncula	Sipuncula
81	<i>Sphenia fragilis</i>	Bivalvia	Mollusca
82	<i>Spio</i> sp.	Spionidae	Annelida
83	<i>Streblosoma</i> sp.	Terebellidae	Annelida
84	<i>Syllis hyllebergi</i>	Syllidae	Annelida
85	<i>Tagelus plebeius</i>	Bivalvia	Mollusca
86	<i>Tellina versicolor</i>	Bivalvia	Mollusca
87	Turbellaria	Turbellaria	Platyhelminthes

---