

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA

ARIANE LIMA BETTIM

Sazonalidade de *Podocoryna* sp. nov. (Cnidaria, Hydrozoa, Hydractiniidae) na comunidade de substratos artificiais da foz do Rio Itiberê, Baía de Paranaguá, Paraná

CURITIBA

2013

Ariane Lima Bettim

Sazonalidade de *Podocoryna* sp. nov. (Cnidaria, Hydrozoa, Hydractiniidae) na comunidade de substratos artificiais da foz do Rio Itiberê, Baía de Paranaguá, Paraná

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas área de concentração Zoologia.  
Orientadora: Maria Angélica Haddad

CURITIBA

2013



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-Graduação Zoologia



## TERMO DE APROVAÇÃO

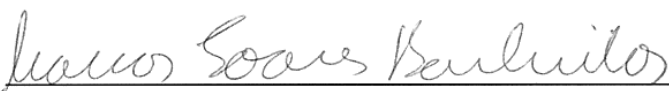
*ARIANE LIMA BETTIM*

**“Sazonalidade de Podocoryna sp. nov. (Cnidaria, Hydrozoa, Hydractiniidae) na comunidade de substratos artificiais da foz do Rio Itiberê, Baía de Paranaguá, Paraná”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas - Zoologia do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Professora Dra. MARIA ANGÉLICA HADDAD (Orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
Professora Dra. ROSANA MOREIRA DA ROCHA  
Membro

  
\_\_\_\_\_  
Professor Dr. MARCOS BARBEITOS  
Membro

Curitiba, 04 de Março de 2013

**Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia/UFPR**  
**Setor de Ciências Biológicas - Departamento de Zoologia**  
**Caixa Postal 19020 - CEP 81531-980 - Curitiba - Paraná**  
**Telefone/FAX +55 (0\*\*41) 3361-1641**

*“Para quem duvida, nenhuma explicação é suficiente. Para quem acredita, nenhuma explicação é necessária.”*

(autor desconhecido)

*“Há muitas razões para duvidar e uma só para crer”*

(Carlos Drummond de Andrade)

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Angélica Haddad, pelos cinco anos de orientação e amizade. O convívio com a prof<sup>a</sup> Maria Angélica contribuiu não só para minha formação científica com ensinamentos e discussões, mas também, foi importante para minha formação pessoal com os momentos de descontração e conversas agradáveis.

Ao programa PROCAD-CAPES que financia o projeto “Bentos em regiões portuárias ao longo da Costa Brasileira: biodiversidade, filogeografia e aspectos de bioinvasão por biofouling” e possibilitou a realização deste trabalho.

Aos graduandos do Curso de Ciências Biológicas, Thaís Schaedler, André Anacleto e Josiane Nunes Delfino, que trabalharam desde 2009 na coleta de dados em campo e em laboratório. Esse trabalho criterioso permitiu o desenvolvimento das demais etapas da dissertação em tempo hábil.

Às Prof<sup>as</sup>. Dr<sup>as</sup>. Susete Christo, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, e Cassiana Metri, da Universidade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Paranaguá, que cederam os dados abióticos dos períodos de 2009/2010 e início de 2011.

À Elisa Padleski e Sandy Kalb, acadêmicas da Universidade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Paranaguá, pela aferição dos parâmetros abióticos durante todo o ano de 2011.

Ao Iate Clube de Paranaguá, na pessoa do Sr. Ozires, por permitir o uso das marinas e demais dependências para a implantação dos experimentos.

À Cris Serejo, Rosana Moreira da Rocha, Halina L. Heyse, Ana Paula Rigo e Marcos Paulo da Veiga, Cinthya Simone Gomes Santos pela identificação dos anfípodos, ascídias, briozoários, cracas e poliquetas, respectivamente.

Ao CNPq pela bolsa concedida. A coordenação e secretaria do Programa de Pós Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Paraná pelo apoio sempre que necessário e pela estrutura oferecida durante o curso.

Agradeço à toda turma de mestrado, especialmente às minhas amigas e colegas de laboratório Ana Caroline Cabral e Renata Scremin, com quem pude partilhar as dúvidas, angústias e alegrias.

Aos colegas e ex-colegas de laboratório: Bruna Louise Pereira Luz, Camilla Felipe, Luciana Altvater, Larissa Ajala, Emanuel Razzolini, Júlia Beneti, Josiane N. Delfino, André Anacleto e outros mais que tiveram breves passagens pelo lab, obrigada pelas conversas, discussões e momentos descontraídos.

Aos meus pais, Assis Brasil Fernandes Bettim e Marli Alaide Lima Bettim por toda a educação, carinho, constante apoio e por sempre estarem dispostos a ajudar, de todas as formas possíveis. A confecção de grades, pelo Sr. Assis, foi fundamental para as análises quantitativas em laboratório. À minha irmã, Franciele Lima Bettim, pelo apoio, por estar sempre presente.

Agradeço ao Murilo Zanetti Marochi que surgiu para ser meu equilíbrio. Obrigada pelo companheirismo, compreensão, incentivo, amizade, por todo o amor e também pelas sugestões e dicas para o trabalho.

À todos que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente com este trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO .....	10
ABSTRACT .....	11
INTRODUÇÃO.....	12
METODOLOGIA	
Área de estudo.....	20
Local de amostragem.....	22
Desenho amostral.....	24
Análise em laboratório.....	25
Análise dos dados.....	27
RESULTADOS	
Sazonalidade de <i>Podocoryna</i> sp. nov.....	29
Interações de <i>Podocoryna</i> sp. nov. com os demais invertebrados sésseis.....	34
DISCUSSÃO.....	38
CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	60

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Colônia de *Podocoryna* sp. nov.: (A) setas indicam grupos de gastrozoides, cabeças de seta indicam tentaculozoides e os círculos indicam espinhos quitinosos; (B) gonozooide. Barras de escala: A. 1 cm; B. 0,5 cm. ....17
- Figura 2. Mapa da Baía de Paranaguá e sua localização no Brasil e no estado do Paraná (área escura). Indicação ✦ do late Clube de Paranaguá, local de amostragem.....21
- Figura 3. Dados da temperatura da água (°C) e salinidade obtidos na desembocadura do rio Emboguaçu (1 inv/pri a 2 out/inv) e na foz do rio Itiberê (2 inv/pri a 4 out/inv). A composição de meses e a designação das estações está de acordo com a utilizada neste trabalho (Tabela 1).....22
- Figura 4. Pluviosidade acumulada a cada 15 dias em cada período estacional (dados fornecidos pelo Instituto Tecnológico Simepar). Os dados pluviométricos da segunda quinzena do 1 inv/pri não foram obtidos. A composição de meses e a designação das estações está de acordo com a utilizada neste trabalho (Tabela 1). As linhas pontilhadas permitem uma melhor visualização dos ciclos de estações.....23
- Figura 5. Estrutura amostral: (A) Par de placas de polietileno sobrepostas. (B) Superfície lixada da placa exposta.....24
- Figura 6. Análise em laboratório. (A) Grade utilizada para a quantificação da abundância dos organismos. Os 40 pontos são referentes a intersecção das linhas. (B) Grade utilizada para estimativa da área das colônias de *Podocoryna* sp. nov. É possível visualizar os estolões que separam quatro colônias diferentes do hidróide (setas).....27
- Figura 7. Média e desvio padrão das porcentagens de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. registradas nos três ciclos de amostragem (1 - abril 2009/2010; 2 - abril 2010/2011; 3 - abril 2011/2012). Letras iguais indicam os ciclos estacionais significativamente semelhantes.....29
- Figura 8. Média e desvio padrão das porcentagens de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. registradas ao longo das estações (o número que antecede as estações refere-se ao ciclo



estacional). As linhas pontilhadas separam os ciclos de estações.....30

Figura 9. Variações da abundância de *Podocoryna* sp. nov. nas estações do ano, na foz do Rio Itiberê, Baía de Paranaguá. (A) Porcentagens de cobertura médias de *Podocoryna* sp. nov. considerando apenas as placas colonizadas pelo hidroide. (B) Área média das colônias em cm<sup>2</sup> e número absoluto total de colônias. (C) Porcentagem de colônias com gonozoides e com partes quitinosas. O número que antecede as estações refere-se ao ciclo estacional. As linhas pontilhadas verticais separam os ciclos de estações.....33

Figura 10. Porcentagens de cobertura média de *Podocoryna* sp. nov., dos demais invertebrados sésseis mais abundantes e dos espaços vazios, em cada conjunto trimestral de placas de recrutamento. O número que antecede as estações refere-se ao ciclo estacional. As linhas pontilhadas verticais separam os ciclos de estações.....35

Figura 11. Dados obtidos de Altvater (2009): Média da porcentagem de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá/ PR. Os meses se referem à data de instalação das placas entre 2007 e 2008.....39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Períodos de amostragem das placas trimestrais, estações, ciclos estacionais, número de faces internas (I) e externas (E) analisadas e número total de placas analisadas em cada estação. out: outono; inv: inverno; pri: primavera; ver: verão; N: número;.....25

Tabela 2. *Tabela 2. Multiple comparison test after Kruskal-Wallis* - teste a posteriori para identificar as diferenças entre as porcentagens de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. ao longo dos ciclos estacionais (nível de probabilidade crítico do teste a posteriori  $p = 0,05$ ). \* indica  $p < 0,05$  e “n.s.” indica não significativo ( $p > 0,05$ ).....30

Tabela 3. *Multiple comparison test after Kruskal-Wallis* - teste a posteriori para identificar as diferenças entre as porcentagens de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. nas estações repetidas nos ciclos estacionais (o número que antecede cada estação refere-se ao ciclo estacional). (nível de probabilidade crítico do teste a posteriori  $p$  valor =  $0,05$ ). \* indica  $p < 0,05$  e “n.s.” indica não significativo ( $p > 0,05$ ).....31

Tabela 4. Porcentagem média de cobertura e desvio padrão do grupo mexilhão e das espécies mais abundantes (cobertura média  $\geq 5\%$  no período total de amostragem), registradas nas placas instaladas na foz do Rio Itiberê, ao longo dos ciclos de estações. As classificações taxonômicas seguem o *World Register of Marine Species* (WoRMS 2012).....34

Tabela 5. *Tabela 5. Probabilidades do índice C-score ser maior que o esperado ao acaso* ( $p$  (observado  $\geq$  esperado)) na análise de coocorrência (EcoSim) entre as espécies das placas instaladas na foz do Rio Itiberê indicando em cada ciclo estacional e em cada estação se a competição foi uma interação significativa entre as espécies. morf/esp = morfotipos/espécies; \* indica probabilidade significativa ( $p < 0,05$ ).....37

## Resumo

Espécies exóticas se caracterizam pela capacidade de se adaptar à variação dos processos ambientais para garantir seu estabelecimento em uma comunidade. Determinar os padrões sazonais dos organismos introduzidos torna-se um pré-requisito para detectar possíveis impactos sobre a comunidade nativa e desenvolver estratégias para o controle. O presente trabalho teve o objetivo de analisar a sazonalidade do hidrozoário *Podocoryna* sp. nov., possivelmente introduzido na região da foz do Rio Itiberê na Baía de Paranaguá, Paraná. Em conjuntos de placas de polietileno, submersos trimestralmente durante três ciclos estacionais (abril/2009 a abril/2012), a abundância do hidroide e dos demais organismos incrustantes foi estimada, além da presença de gonozoides (estruturas reprodutivas) e de partes quitinosas (estruturas aparentemente relacionadas à fase de degeneração do hidroide). Picos de abundância ocorreram durante as estações mais quentes do primeiro e do terceiro ciclo, provavelmente devido à elevação da temperatura e das chuvas nesses períodos. A ausência de *Podocoryna* sp. nov. na maior parte do segundo ciclo de estações foi atribuída ao ciclo reprodutivo da espécie, às condições atípicas de salinidade e à grande quantidade de mexilhões no final do verão do segundo ciclo (fevereiro-março/2011). Estudos manipulativos experimentais podem esclarecer o impacto desses fatores sobre esse hidrozoário, proporcionando um conhecimento aplicável ao monitoramento e controle da espécie na região.

**Palavras-chave:** espécie exótica, abundância, ciclo reprodutivo

## Abstract

Exotic species are characterized by the ability of adapting to changes in environmental processes, to ensure their establishment in a community. Determine seasonal patterns of introduced organisms is a precondition for detecting the impact of the introduction on the native community and to develop strategies for control. This study aimed to analyze the seasonality of the hydrozoan *Podocoryna* sp. nov., possibly introduced in the region of the mouth of the Itiberê river, Paranaguá Bay, Paraná. In sets of polyethylene plates, submerged every three months during three seasonal cycles (April/2009 the April/2012), the abundance of the hydroid and other fouling organisms was estimated, besides the presence of gonozooides (reproductive structures) and chitinous parts (structures apparently related to the stage of degeneration hydroid). Peaks of abundance occurred during the warmer seasons of the first and third cycle, probably due to increased temperature and rainfall during these periods. The absence of *Podocoryna* sp. nov., in major part of the second cycle of the seasons was assigned to the reproductive cycle, atypical conditions of salinity and the large amount of mussels in the late summer of the second cycle (February to March/2011). Manipulative experimental studies could clarify the impact of these factors on hydrozoan, providing applicable knowledge to the monitoring and control of the species in the region.

Keywords: exotic species, abundance, reproductive cycle

## Introdução

A compreensão da dinâmica das populações, quanto à presença e abundância em uma comunidade, requer conhecimento da biologia das espécies, e das interações entre elas e com o ambiente físico (Brault & Bourget 1985; Dunson & Travis 1991; Hagberg et al. 2003; Gili & Petraitis 2009; Wood et al. 2010). Os efeitos combinados dos eventos bióticos e abióticos sobre as taxas de colonização, de mortalidade e de movimento das espécies resultam em variações temporais e espaciais da densidade populacional (Begon et al. 2006). Descontinuidades na presença e abundância das populações podem ser observadas ao longo de uma escala de tempo, em padrões regulares, definindo a sazonalidade das espécies, isto é, os períodos de raridade e abundância (Boero 1994).

A sazonalidade ambiental é resultado da inclinação da Terra em relação ao Sol, que determina a variação anual do comprimento do dia e da quantidade de radiação solar que chega à superfície. Ciclos anuais de condições oceanográficas e atmosféricas, comumente relacionados com a mudança das estações, são alimentados pela entrada de energia solar. A sazonalidade dos organismos, portanto, parte da evolução de adaptações para perceber e lidar com a variação ambiental imposta pelas mudanças sazonais (Gili & Petraitis 2009).

Nos ecossistemas litorâneos, ocorrem ciclos distintos de condições físico-químicas (concentração de nutrientes, sais, gases) que influenciam fortemente as características da biota, particularmente dos organismos bênticos, devido à sua natureza sésil/sedentária e ectotérmica (Clarke 1993; Boero 1994; Coma *et al.* 2000). Nas diferentes zonas climáticas do planeta, as variações ambientais afetam o bentos de modo diferenciado (Obermüller *et al.* 2010). Nas regiões polares, as flutuações climáticas são pronunciadas, com alternância entre formação de gelo e ausência de luz solar, e períodos de degelo e luz solar quase contínua (Pearse *et al.* 1991; Boero 1994). A alternância nos ciclos de luz dita os ritmos sazonais da produção primária que influenciam a reprodução e o crescimento dos organismos (Pearse *et al.* 1991; Barnes 1995). Nas regiões de clima temperado, estações frias e úmidas interpõem estações quentes e secas, de modo que a temperatura e a precipitação são as principais variáveis reguladoras dos ciclos anuais das espécies (Boero 1994). As oscilações na temperatura e na disponibilidade energética

promovem a diversificação de dois tipos de flora e fauna nos mares temperados (Coma *et al.* 2000, 2009; Coma & Ribes 2003). Há um conjunto de espécies que reduz as atividades, o crescimento e a reprodução durante o verão e outro conjunto que entra em dormência no inverno (Coma *et al.* 2000; Bavestrello *et al.* 2006).

Nas áreas tropicais, o fotoperíodo relativamente constante leva a pequenas flutuações na produção primária e na temperatura ao longo do ano (Boero 1994). A sazonalidade do crescimento, da alimentação e reprodução tende a ser reduzida e, em grande parte, determinada pelas condições físicas locais como a ressurgência equatorial (Silguero & Robison 2000; Rodriguez *et al.* 2008) e a monção de inverno (Rajagopal *et al.* 1997; Swami & Udhayakumar 2010). Esses fenômenos, juntamente com a sazonalidade das chuvas que distingue estações secas e úmidas, alteram a turbidez e a concentração de nutrientes na água (Boero 1994; Di Camillo *et al.* 2008). A resistência da água a passagem de luz e o nível de nutrientes influem no ciclo do fitoplâncton, o principal desencadeador biológico das variações sazonais da fauna (Bavestrello *et al.* 2006; Di Camillo *et al.* 2008).

Em áreas subtropicais, a exemplo do Sul do Brasil, onde se situa a Baía de Paranaguá, também são previstos baixos graus de sazonalidade das espécies (Osman 1978). Nesses ambientes, a amplitude térmica é moderada (por volta de 20°C) e a precipitação é distribuída ao longo de todo ano, mas concentra-se nos períodos mais quentes do verão.

Espécies sazonais são aparentemente adaptadas à variabilidade do ambiente e antecipam-se a situações desfavoráveis causadas pelos fatores físicos, através da formação de estágios dormentes (Boero 1984, 1996; Gili & Hughes 1995). Indivíduos funcionais das espécies sazonais tornam-se ativos independentemente do começo da estação favorável, usualmente antes desta (Boero 1994). Esta ativação é denominada endógena e é regulada por relógios circanuais persistentes, mesmo na ausência dos sinais periódicos do meio (Brock 1974; Boero 1994, 1996; Gili & Hughes 1995). Observa-se, todavia, que os ciclos anuais de reprodução e comportamento também dependem de um sinal, ou *Zeitgeber*, como alterações do fotoperíodo ou da temperatura, para a melhor sincronia dos ciclos endógenos com as variações naturais das estações (Brock 1974; Gili & Petraitis 2009; Tessmar-Raible *et al.* 2011). As variáveis físicas, portanto, agem fortemente sobre os processos biológicos das espécies, atuando como estímulos

ou regulando os períodos de reprodução, de liberação e assentamento larval, de atividade ou inatividade e das taxas de crescimento (Chesson & Huntly 1988). Esses fatores constituem a história de vida de uma espécie e estabelecem a ocorrência e a abundância temporal e espacial de uma população (Zajac 1991; Vermeij 2006).

A descontinuidade temporal nas taxas de reprodução, de crescimento e na abundância de populações pode não estar diretamente relacionada aos ciclos anuais das condições atmosféricas e oceanográficas (Gili & Petraitis 2009). A exploração do habitat por populações de diferentes espécies envolve relações diretas ou indiretas entre os organismos, com diferentes graus de intensidade e interdependência (Boeger 2009). As atividades de um organismo e suas respostas às flutuações abióticas alteram as condições do habitat (*e.g.* quanto à disponibilidade de recursos, heterogeneidade, características químicas), interferindo no comportamento e nos processos biológicos de outros organismos (Trussell *et al.* 2003; Begon *et al.* 2006). É possível, portanto, que a partir da conjunção entre as respostas espécie-específicas às mudanças físicas e às interações bióticas, a sazonalidade de uma população direcione as variações sazonais da população de outra espécie (Holland & Polgar 1976; Gili & Petraitis 2009). Para entender a dinâmica de populações que interagem, é preciso definir as causas das relações bióticas, as estratégias utilizadas na interação e os possíveis resultados.

Relações bióticas que envolvem disputa por recursos podem influenciar os padrões sazonais das espécies. Em comunidades marinhas incrustantes, a alta demanda por substrato para o assentamento de larvas planctônicas e o desenvolvimento dos organismos faz do espaço um potencial recurso limitante, que acarreta diferentes graus de competição (Dayton 1971). Durante o desenvolvimento inicial de uma comunidade bentônica, as diferenças sazonais na ativação de fases de repouso e nas taxas de recrutamento podem evitar a coexistência de espécies competidoras (Boero 1994; Maughan & Barnes 2000). Ao longo do desenvolvimento da comunidade, diferentes habilidades no uso do espaço, como estratégias de assentamento (regular, randômica, agregada) ou padrões de crescimento (colonial, indeterminado, solitário, determinado), eliminam competidores mais fracos por sobreposição, deslocamento lateral ou inibição do crescimento (Jackson 1977; Woodin & Jackson 1979; Karlson 1981; Russ 1982). A competição por substrato pode associar-se à competição por alimento em comunidades de

invertebrados sésseis, que são incapazes de separar espacial ou temporalmente suas demandas por espaço da demanda pelos demais recursos do ambiente (Buss 1979). Os níveis de competição intra ou interespecífica dependem da disponibilidade do recurso alimentar, da abundância dos competidores e da posição espacial entre eles (Underwood 1984; Hart & Marshall 2009) e os efeitos da competição refletem-se nas taxas de crescimento e de sobrevivência (Box & Mumby 2007; Caro *et al.* 2011).

A predação também atua como um controlador sazonal da distribuição e da abundância das populações (Black & Hairston 1988; Beal *et al.* 2001). Os predadores atuam liberando espaço para colonização e reduzindo a abundância de potenciais competidores (Karlson 1978). Populações de predadores e presas podem seguir direções opostas quanto à abundância (Ellis *et al.* 2007). Por outro lado, para os organismos envolvidos em relações mutualísticas, a epibiose por exemplo, os períodos de abundância e raridade são comuns (Osman & Haugsness 1981; Cunha & Jacobucci 2010; Park & Hwang 2012). O mutualismo pode reduzir interações competitivas e a suscetibilidade à predação e aumentar a sobrevivência e o crescimento dos organismos (Osman & Haugsness 1981).

Hidroides constituem um grupo macrobêntico que desempenha um papel significativo na transferência de energia do plâncton para os bentos (Gili & Hughes 1995; Gili *et al.* 1998). Esses cnidários, classificados no subfilo Medusozoa, se destacam entre os Metazoa por apresentarem um ciclo de vida metagenético. A fase de hidroide ou polipoide, sésseis, assexuada e geralmente colonial predomina entre as espécies de Hydrozoa (Cornelius 1992). As colônias originam as formas medusoides planctônicas, que se reproduzem sexuadamente e geram as fases larvais que se metamorfoseiam em novos pólipos. Além da alternância entre as fases de pólipo e medusa, estágios de repouso também são comuns entre os hidroides (Calder 1990; Boero 1994; Gili & Hughes 1995; Bavestrello *et al.* 2006). Durante condições ambientais desfavoráveis, pode ocorrer regressão dos zooides, restando tecidos vivos inativos apenas no estolão (parte da colônia que fixa o organismo ao substrato) (Gili & Hughes 1995). Com o retorno de condições favoráveis, os zooides regeneram dos tecidos dormentes, a colônia cresce rapidamente e os brotos de medusa são formados e liberados em intervalos de tempo muito curtos (Calder 1990; Brinckmann-Voss 1996; Boero *et al.* 2008).



A presença de fases quiescentes, de estágio de vida alternativo em diferentes habitats, e os curtos ciclos de vida (Gili *et al.* 1989), demonstram que grande parte dos hidroides não está no ambiente de forma constante (Bavestrello *et al.* 2006). Assim, a sazonalidade torna-se importante para explicar quais fatores agem sobre a distribuição dos hidrozoários (Gili *et al.* 1989). Um mosaico de fatores físicos (luz, temperatura, salinidade, radiação solar e sedimentação), interações bióticas (disponibilidade de alimento e competição por substrato) e relógios circanuais acionam o comportamento cíclico dos hidroides (Brock 1974; Gili & Hughes 1995; Bavestrello *et al.* 2006; Puce *et al.* 2009).

*Podocoryna* n. sp., um hidrozoário da família Hydractiniidae (L. Aggasiz, 1862), tem sido registrado em experimentos de recrutamento com placas de polietileno, no interior da Baía de Paranaguá, desde 2007 (Altvater 2009). Hidroides do gênero *Podocoryna* formam colônias estolonais e polimórficas (Figura 1A - B): a partir da hidrorriza surgem os gastrozoides, pólipos de morfologia polipóide típica especializados em alimentação, os gonozoides, que desempenham a função de produção de medusas, e os tentaculozoides, responsáveis pela defesa da colônia (Schuchert 2008). É comum ocorrerem espinhos quitinosos entre os zoides, mas o papel fisiológico e ecológico dessas estruturas, nas colônias de diferentes espécies do gênero *Podocoryna*, permanece incerto (Cerrano *et al.* 1998). Os espinhos parecem associados à rugosidade do substrato (Edwards 1972) e podem substituir os pólipos na fase de degeneração das colônias, ou durante condições estressantes (Cerrano *et al.* 1998; Bettim 2010). Fisicamente, essas estruturas quitinosas representam refúgios atrás dos quais os pólipos podem se retrair para minimizar o impacto de forças mecânicas (Kroiher & Berking 1999).

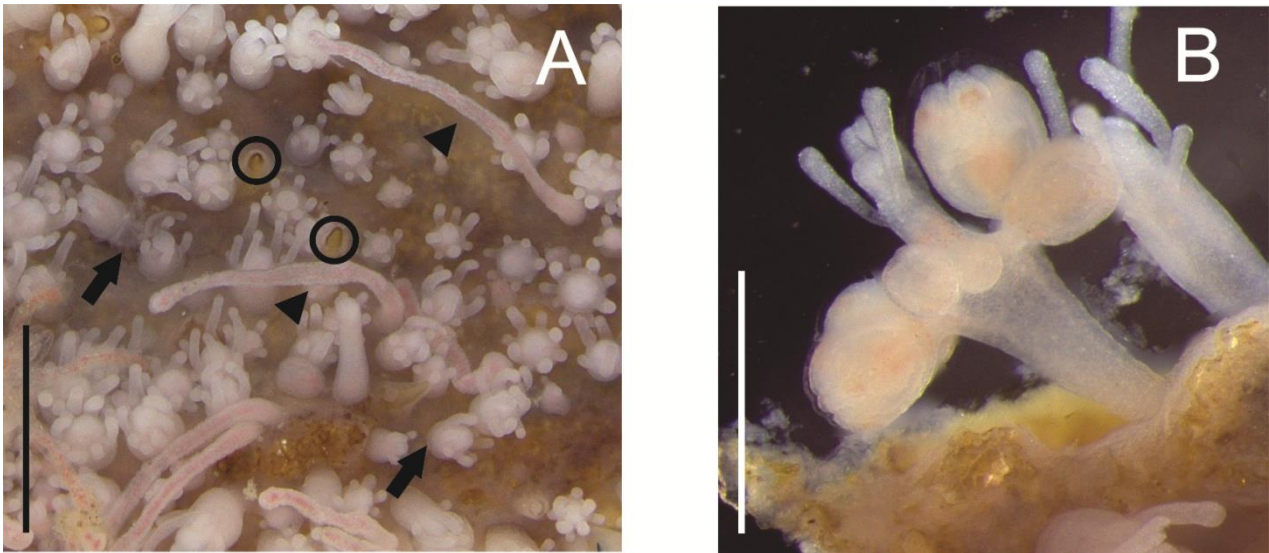


Figura 1. Colônia de *Podocoryna* sp. nov.: setas indicam grupos de gastrozoides, cabeças de seta indicam tentaculozoides e os círculos indicam espinhos quitinosos (A); gonozooide (B). Barras de escala: A. 1 cm; B. 0,5 cm.

A ausência de registros de *Podocoryna* sp. nov. na Baía de Paranaguá, em estudos anteriores (Correia & Silva 1990; Neves *et al.* 2007; Neves & Rocha 2008), e sua ocorrência sobre estruturas artificiais do late Clube, localizado próximo ao Porto de Paranaguá, indicam que pode se tratar de uma espécie exótica. Os hidroides apresentam características no ciclo de vida que facilitam seu transporte, introdução e estabelecimento em novos ambientes. O transporte entre regiões pode ser feito através de incrustação das colônias nos cascos de navios e de larvas, medusas e estágios de dormência, nos tanques de lastro (Gili & Hughes 1995). A plasticidade e o crescimento rápido desses organismos favorecem a colonização de novos ambientes.

Espécies introduzidas se caracterizam pela capacidade de se adaptar a novos ambientes e se tornarem competidoras bem-sucedidas contra as espécies nativas (Caro *et al.* 2011). Alguns efeitos significativos da introdução de espécies em comunidades locais incluem mudanças na riqueza de espécies e na diversidade (Fridley *et al.* 2007), na intensidade e direção das interações interespecíficas (Eastwood *et al.* 2007) e no uso dos recursos (Ruiz *et al.* 1997). As fases inativas do ciclo de vida dos hidrozoários e a capacidade para o desenvolvimento reverso (retornar ao estágio polipoide após a degeneração da medusa), que foi observada em algumas espécies,

inclusive nos hidractinídeos (Piraino *et al.* 2004; Schmich *et al.* 2007), torna-os potenciais invasores (Miglietta & Lessios 2009).

Espécies de hidractinídeos tem sido registrados com variações de ocorrência e abundância típicas, tanto em períodos frios quanto quentes, em diversas localidades (Boero & Fresi 1986; Buss & Yund 1988; Calder 1990; Brinckmann-Voss 1996; Cerrano *et al.* 1998; Puce *et al.* 2009). No Brasil, o hidractinídeo *Stylactis hooperi* Sigerfoos, 1899 foi registrado no litoral do estado de São Paulo, com maior abundância no inverno (Moreira *et al.* 1979). Em um estudo de sucessão ao longo de 14 meses, realizado na Baía de Paranaguá por Altvater (2009), *Podocoryna* sp. nov. mostrou picos de abundância e reprodução durante os meses mais frios. Colônias do hidroide também foram registradas em abundância durante o outono, na Baía de Paranaguá e na Baía de Guaratuba, Paraná, por Luz (2012). Na Baía da Babitonga, estuário do litoral norte de Santa Catarina, Estado vizinho ao Paraná, *Podocoryna* sp. nov. também foi encontrada em abundância durante os meses de verão, tanto as colônias (Cabral, A. C., 2012, comunicação pessoal) como a medusa (Nogueira Jr 2012 como *Hydractinia* sp.).

Os hidractinídeos tem grande capacidade de domínio do substrato, resistindo à substituição por outros organismos e à predação (Sutherland & Karlson 1977; Karlson 1981; Buss & Yund 1988), entretanto, a abundância, fertilidade e persistência de *Podocoryna* sp. nov. no ambiente provavelmente sofrem a influência das alterações na temperatura e na salinidade, conforme demonstrado por experimentos laboratoriais com espécies da mesma família (Nipper-Buscariolli & Moreira 1983; Cerrano *et al.* 1998). A influência de interações bióticas aparentemente é menor.

O conhecimento dos períodos de ocorrência e as variações de abundância das espécies exóticas, bem como de suas interações com as demais espécies da comunidade receptora, é essencial para identificar os possíveis impactos dessas espécies sobre as nativas, uma vez que o desenvolvimento de estratégias de manejo para o controle das populações exóticas só é possível após estas observações. Seguindo esta premissa, o objetivo geral deste trabalho foi analisar, ao longo de três anos, a ocorrência e a abundância de *Podocoryna* sp. nov. na comunidade de substratos artificiais instalados no late Clube de Paranaguá, localizado na foz do Rio Itiberê, Baía de Paranaguá.

Os objetivos específicos foram:

- 1) descrever a sazonalidade da ocorrência e da abundância de *Podocoryna* sp. nov. em porcentagem de cobertura;
- 2) relacionar a sazonalidade da ocorrência e da abundância do hidroide com as flutuações na abundância de outros invertebrados;
- 3) relacionar a sazonalidade da ocorrência e da abundância do hidroide com as variações na salinidade e na temperatura, durante os três anos de amostragem;
- 4) relacionar a sazonalidade da ocorrência e da abundância com a sazonalidade dos períodos férteis de *Podocoryna* sp. nov. e com a presença de partes quitinosas nas colônias.

As hipóteses de trabalho são:

- 1) se o recrutamento de *Podocoryna* sp. nov. é influenciado pelas condições abióticas sazonais então os períodos de ocorrência e abundância do hidroide serão independentes da abundância de outras espécies;
- 2) se a reprodução sexuada é o principal mecanismo para a manutenção das populações do hidroide serão registradas maiores abundâncias de *Podocoryna* sp. nov. após o período de fertilidade;
- 3) se a presença de espinhos e partes quitinosas está associada à degeneração das colônias estas estruturas quitinosas serão mais frequentes na fase de declínio de *Podocoryna* sp. nov.;

## **Metodologia**

### ***Área de estudo***

A Baía de Paranaguá, localizada ao norte da planície litorânea do Estado do Paraná (Figura 2), adentra cerca de 46 km pela costa, com largura máxima de 10 km (Bigarella 2001). A Baía integra o sistema estuarino lagunar Cananéia-Iguape-Paranaguá, que se estende desde litoral sul do estado de São Paulo ao norte do Paraná e compreende os seguintes setores: as baías de Paranaguá e Antonina no eixo Leste-Oeste, as baías de Laranjeiras e Pinheiros no eixo Norte-Sul e a Zona de Mistura (Noernberg *et al.* 2004). Este sistema estuarino é conectado com o mar aberto por três canais principais juntos à ilha do Mel, canal da Galheta e Barra Norte (Lana *et al.* 2001; Noernberg *et al.* 2004) e tem uma diversidade de habitats, como planícies de maré, canais, manguezais, marismas, gamboas, praias estuarinas, rios e costões rochosos próximos à desembocadura (Lana *et al.* 2001).

O clima da região é temperado úmido, com verão quente, segundo a classificação de Köppen-Geiger. A umidade média é de 85% e precipitação média anual, de 2500 mm (máximo 5300 mm; Lana *et al.* 2001). As chuvas se relacionam com as estações do ano: a estação chuvosa tem início no final da primavera e dura até quase o início do outono (dezembro a abril) e a estação seca, no final do outono ao início da primavera (maio a novembro), mas é interrompida por um período curto de baixa intensidade das chuvas no início do inverno (Lana *et al.* 2001; Marone *et al.* 2005; Geociências/USP 2008). A variação da salinidade é de 12 a 29 no verão e 20 a 34 no inverno, enquanto a temperatura média da água oscila entre 23° a 30° C no verão e 18° a 25° C no inverno (Lana *et al.* 2001; Marone *et al.* 2005; Instituto de Geociências/USP 2008).

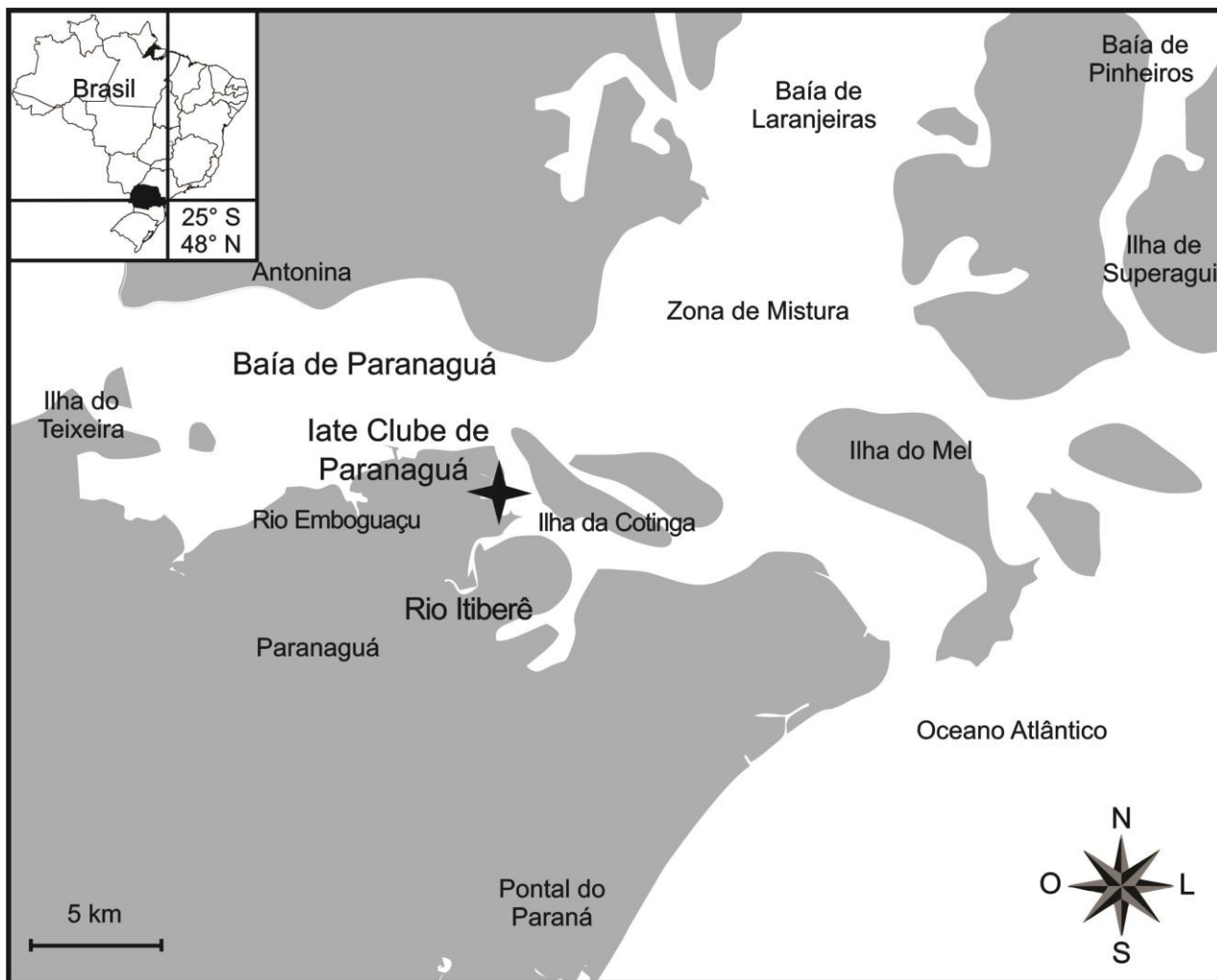


Figura 2. Mapa da Baía de Paranaguá e sua localização no Brasil e no estado do Paraná (área escura). Indicação ✦ do late Clube de Paranaguá, local de amostragem.

A circulação das águas é basicamente regida por correntes de marés, com influência sazonal do aporte fluvial, a qual também influencia na distribuição dos nutrientes inorgânicos e da biomassa fitoplanctônica (Knoppers *et al.* 1987). O estado trófico da Baía de Paranaguá varia entre oligotrófico, na seção mais externa da Baía durante o inverno, a eutrófico no meio e no interior, durante o verão. Os maiores valores de clorofila-a e nutrientes inorgânicos dissolvidos são encontrados nos setores interno e médio, durante o período de chuvas (Lana *et al.* 2001).

O estuário sofre o impacto de três áreas portuárias, Paranaguá, Antonina e Ponta do Félix, além de dragagens, descarga de efluentes domésticos e industriais, introdução de espécies exóticas (exemplos em Neves & Rocha 2008; Cangussu *et al.* 2010) e crescente urbanização (Lana *et al.* 2001).

## Local de amostragem

A amostragem foi realizada na marina do late Clube de Paranaguá (25°30'54.73"S, 48°30'1.04"O), situado na foz do Rio Itiberê, no interior da Baía de Paranaguá. Essa região corresponde ao setor polihalino (salinidade entre 15 e 25) da Baía, que abrange a área da Ilha do Teixeira até a ponta leste da Ilha da Cotinga (Netto & Lana 1996) (Figura 2).

Os níveis médios dos esteróides fecais, coprostanol (0,63  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e epicoprostanol (0,045  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), obtidos em sedimento ao longo da Baía de Paranaguá, classificam a região do rio Itiberê como uma área com grande impacto de esgoto (Martins *et al.* 2010, 2011). Dados de temperatura da água e salinidade foram tomados na desembocadura do Rio Emboguaçu (banha a porção oeste da cidade de Paranaguá), mensalmente, no período de agosto/2009 a julho/2010 (Santos & Christo 2010), e quinzenalmente, de agosto/2010 a julho/2012, as medidas foram tomadas da água do entorno do late Clube, na foz do rio Itiberê (banha a porção sudeste da cidade de Paranaguá) (Figuras 2 - 3). As medidas da precipitação, tomadas ao longo do período de estudo, na estação meteorológica do município de Antonina (distante 50 km do município de Paranaguá), foram fornecidos pelo Instituto Tecnológico Simepar (Figura 4).

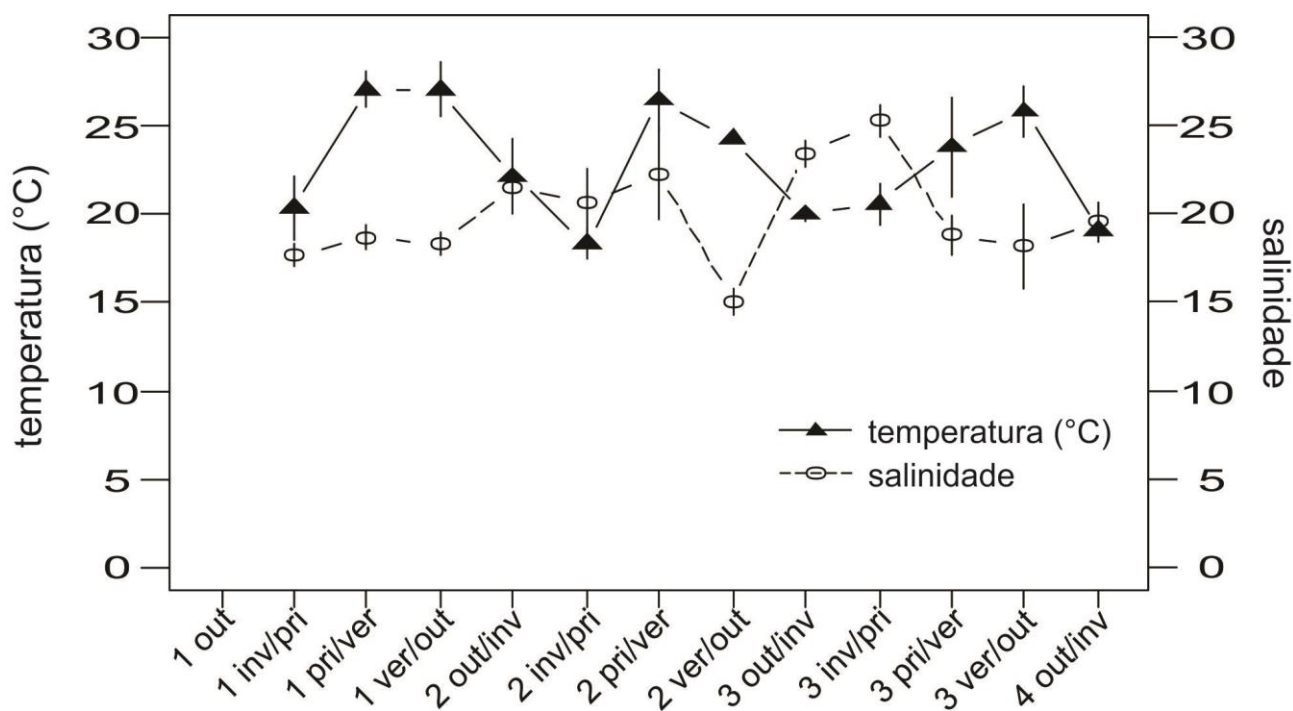


Figura 3. Dados da temperatura da água (°C) e salinidade obtidos na desembocadura do rio Emboguaçu (1 inv/pri a 2 out/inv) e na foz do rio Itiberê (2 inv/pri a 4 out/inv). A composição de meses e a designação das estações está de acordo com a utilizada neste trabalho (Tabela 1).

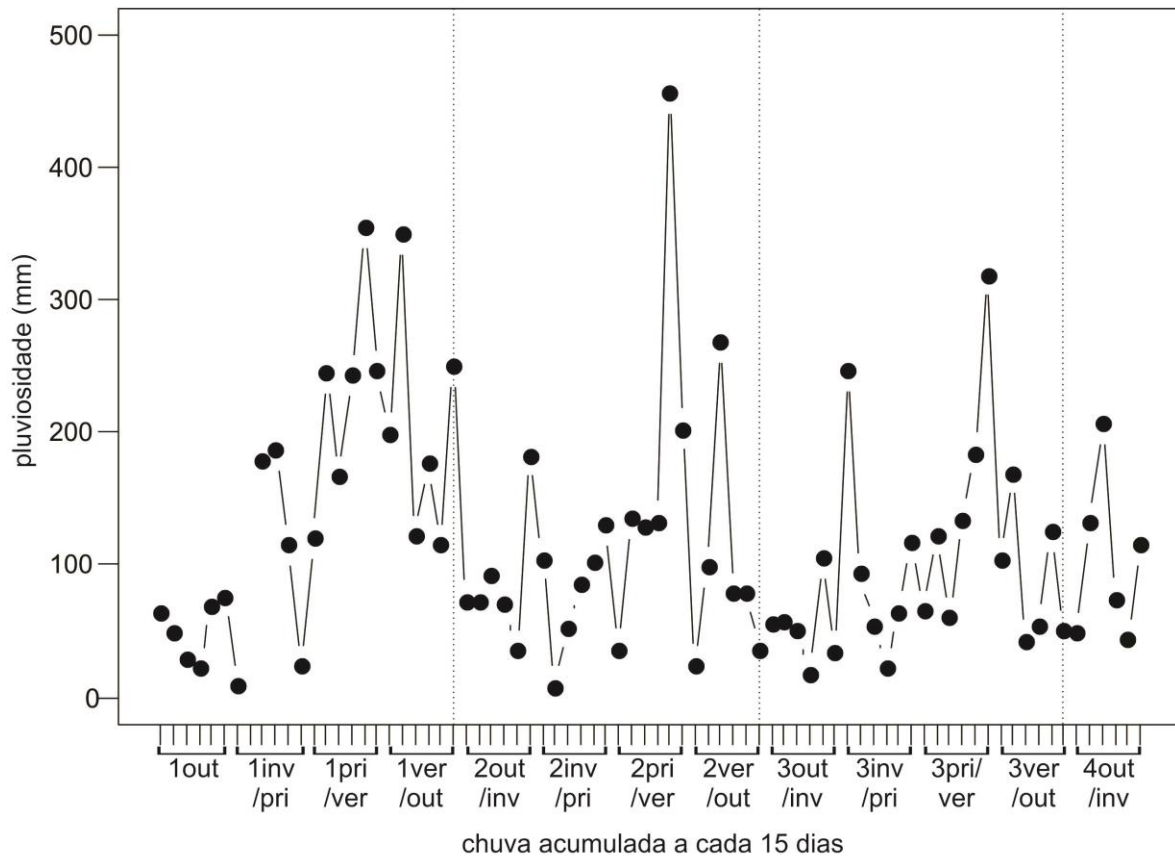


Figura 4. Pluviosidade acumulada a cada 15 dias em cada período estacional (dados fornecidos pelo Instituto Tecnológico Simepar). Os dados pluviométricos da segunda quinzena do 1 inv/pri não foram obtidos. A composição de meses e a designação das estações está de acordo com a utilizada neste trabalho (Tabela 1). As linhas pontilhadas permitem uma melhor visualização dos ciclos de estações.

Nas margens do rio Itiberê há remanescentes de manguezais e vários atracadouros e cais que servem de abrigo para a fauna incrustante. O late Clube de Paranaguá tem dois píeres de concreto conectados a fluturadores de fibra de vidro recobertos por madeira, que permitem o acesso às embarcações. A estrutura do late Clube, a grande circulação de lanchas e veleiros de diversas localidades do Brasil e do exterior e a proximidade ao Porto de Paranaguá, que recebe navios de vários países, tornam o iate clube um potencial ponto de chegada e um reservatório para espécies marinhas exóticas (Neves *et al.* 2007; Neves & Rocha 2008; Altvater 2009; Cangussu *et al.* 2010).



### **Desenho Amostral**

Placas de polietileno negro de 12x12 cm, sobrepostas duas a duas, foram unidas por abraçadeiras plásticas deixando-se uma separação de aproximadamente dois centímetros entre elas (Figura 5A). Uma das faces de cada placa do par foi lixada para aumentar a rugosidade e maximizar a colonização por organismos. Com a sobreposição, as faces “interna” e “externa” das placas representaram microhabitats diferenciados, permitindo a amostragem de organismos com sensibilidades diferentes à ação das correntes e da predação (Figura 5A - B). Cada par de placas foi preso verticalmente em cordas, que foram amarradas de forma arbitrária nos flutuadores da marina do late Clube de Paranaguá. Um peso na extremidade inferior das cordas (garrafa pet cheia de areia e água) mantinha-as submersas a aproximadamente 2,5m de profundidade.

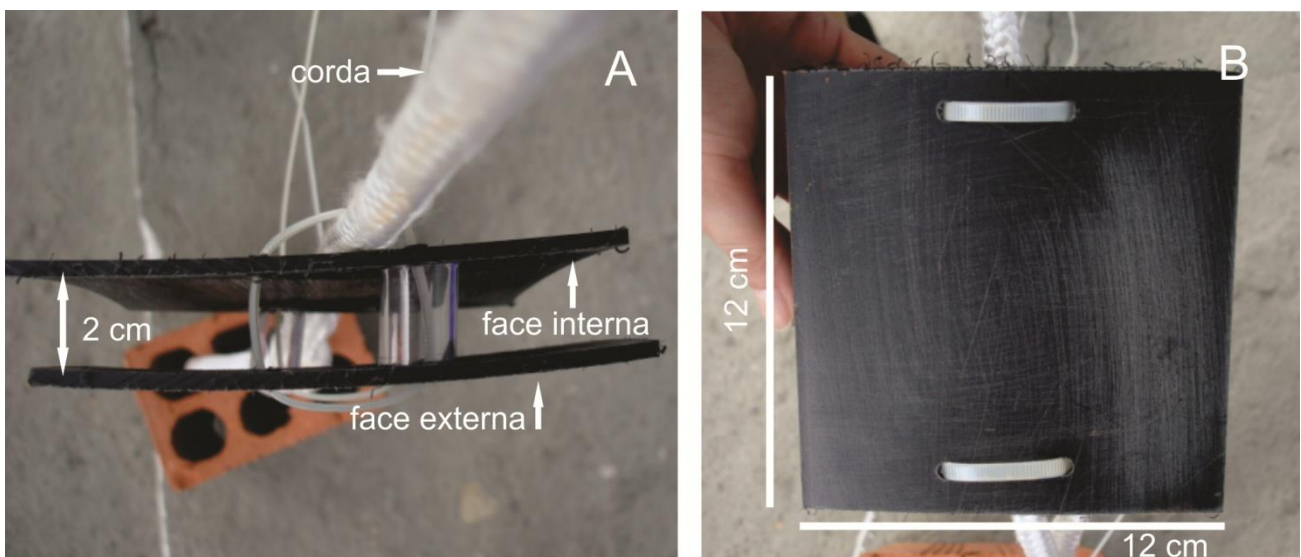


Figura 5. Estrutura amostral: (A) Par de placas de polietileno sobrepostas. (B) Superfície lixada da placa exposta.

De abril/2009 até abril/2012, quinze pares de placas eram instalados e substituídos por novos após completarem três meses de submersão. As placas retiradas eram colocadas em sacos plásticos com água do local, para anestésiar os organismos com mentol e fixá-los em formalina 4%. A amostragem, portanto, abrangeu três ciclos de estações, mais o início do quarto ciclo. O primeiro conjunto de placas foi instalado no início de abril/2009 e recolhido em julho/2009, coincidindo com o período de submersão durante o outono. O segundo conjunto de placas foi

instalado em agosto/2009, um mês após o início do inverno, de forma que daí em diante, os conjuntos permaneceram submersos durante a transição das estações, perfazendo, durante os três meses, um mês e meio em duas estações sequenciais. Por isso, a designação dos períodos de amostragem é composta de siglas das duas estações nas quais as placas ficaram submersas (Tabela 1). Devido as perdas ou danos, do total de 390 placas trimestrais instaladas, foram analisadas 335 (Tabela 1).

Tabela 1. Períodos de amostragem das placas trimestrais, estações, ciclos estacionais, número de faces internas (I) e externas (E) analisadas e número total de placas analisadas em cada estação. out: outono; inv: inverno; pri: primavera; ver: verão; N: número;

Submersão	Retirada	Estação	Ciclo Estacional	N placas face I	N placas face E	N Total
08/04/09	04/07/09	out	1	14	15	29
04/08/09	04/11/09	inv/pri	1	9	8	17
04/11/09	29/01/10	pri/ver	1	12	12	24
29/01/10	29/04/10	ver/out	1	15	13	28
29/04/10	29/07/10	out/inv	2	14	13	27
29/07/10	01/11/10	inv/pri	2	13	13	26
01/11/10	27/01/11	pri/ver	2	13	13	26
27/01/2011	26/04/2011	ver/out	2	14	14	28
26/04/11	27/07/11	out/inv	3	12	12	24
27/07/11	27/10/11	inv/pri	3	15	15	30
27/10/11	31/01/12	pri/ver	3	13	14	27
31/01/2012	27/04/12	ver/out	3	13	13	26
27/04/12	02/08/12	out/inv	4	11	12	23
						335

### **Análise em laboratório**

No laboratório, as faces interna e externa das placas foram analisadas imersas em água, sob microscópio estereoscópico. A presença e a porcentagem de cobertura dos organismos incrustantes foi estimada com auxílio de uma grade com 40 pontos (Figura 6A). A partir da porcentagem de cobertura foi calculada a abundância das espécies (número de pontos em que a espécie ocorreu / número total de pontos). Para a determinação dos 40 pontos, três pares de placas do primeiro conjunto amostral, retirado em julho/2009, foram escolhidas aleatoriamente

para uma análise quantitativa, contando-se as espécies correspondentes aos 100 pontos de uma grade de 12 x 12 cm. O número de espécies registrado nos pontos (média de 12 espécies) foi considerada a riqueza total. Em seguida, 10 a 60 pontos foram excluídos de forma artificial, para testar a representatividade das espécies com uma amostragem menor de pontos sobre as placas. Verificou-se que em 40 pontos alcançava-se uma representatividade de 70% das espécies que ocorreram nas placas e os demais 30% eram constituídos por espécies raras. A porcentagem de 70% foi considerada suficiente para representar as espécies mais abundantes e que exercem maior influência na comunidade bêntica da foz do rio Itiberê.

Apenas os organismos que cresceram diretamente sobre as placas foram considerados na análise (organismos epibiontes não foram quantificados) e as bordas das placas foram excluídas para evitar erros decorrentes da manipulação. A identificação dos organismos visou o menor nível taxonômico possível. Em caso de dúvidas, exemplares foram enviados a especialistas: Amphipoda (Cris Serejo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro), Ascidiacea (Rosana Moreira da Rocha da Universidade Federal do Paraná, Paraná), Bryozoa (Halina L. Heyse da Universidade Federal do Paraná, Paraná), Cirripedia (Ana Paula Rigo e Marcos Paulo da Veiga, da Universidade Federal do Paraná, Paraná), Polychaeta (Cinthya Simone Gomes Santos da Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro).

O número de colônias de *Podocoryna* sp. nov. foi determinado para cada estação. A diferenciação entre colônias numa mesma placa foi possível pela presença de um estolão na região de fronteira (Figura 6B). A presença de gonozoides e de partes quitinosas/espinhos nas colônias foi registrada para o cálculo do percentual de colônias com essas estruturas, em cada estação. A área das colônias foi estimada para corrigir possíveis erros da porcentagem de cobertura, uma vez que apenas as espécies do primeiro estrato foram analisadas quanto à cobertura. Uma grade dividida em 81 quadrículas, de aproximadamente 1cm<sup>2</sup> cada uma, foi utilizada para auxiliar a estimativa de área das colônias (Figura 6B).

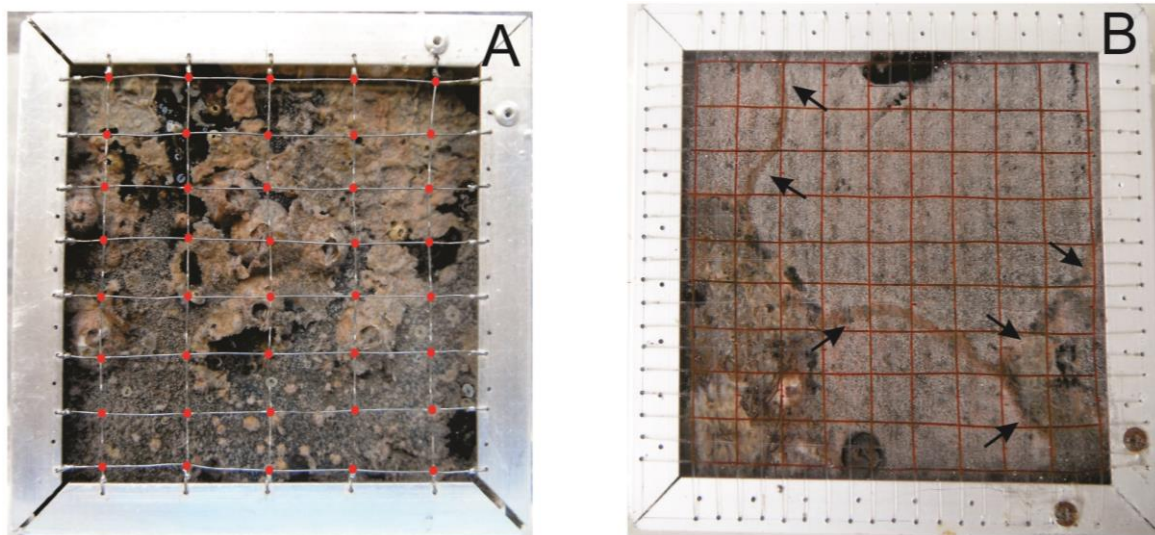


Figura 6. Análise em laboratório. (A) Grade utilizada para a quantificação da abundância dos organismos. Os 40 pontos são referentes a intersecção das linhas. (B) Grade utilizada para estimativa da área das colônias de *Podocoryna* sp. nov. É possível visualizar os estolões que separam quatro colônias diferentes do hidroide (setas).

### **Análise dos dados**

Foram construídos gráficos da porcentagem de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. ao longo dos ciclos estacionais e das estações (Tabela 1). Para verificar se os dados de abundância seguiam a distribuição hipotética normal, foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias foi averiguada pelo teste de Bartlett. Como os testes indicaram distribuição não-normal e ausência de homeocedasticidade, mesmo após tentativas de transformação, foi realizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para investigar diferenças significativas entre os valores de porcentagem de cobertura nas estações. Testes *a posteriori* de comparação múltipla foram aplicados a fim de identificar as diferenças.

Diferenças significativas na porcentagem de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. entre as faces interna e externa das placas não foram encontradas, com exceção da última estação amostrada (out/inv 2012) ( $W = 36$ ,  $p < 0,05$ ). Por este motivo, as faces das placas foram consideradas como réplicas nas análises.

Para relacionar a ocorrência e a abundância de *Podocoryna* sp. nov. com os demais invertebrados incrustantes, foram consideradas para as análises somente aquelas espécies/morfotipos que atingiram porcentagem de cobertura média  $\geq 5\%$ , em pelo menos um dos

ciclos estacionais (Tabela 4). Gráficos da porcentagem de cobertura das espécies/morfotipos foram construídos para mostrar as variações ao longo das estações. A simultaneidade de ocorrência foi testada através do coeficiente de correlação de Spearman, considerando-se somente as placas em que uma ou mais das espécies/morfotipos e *Podocoryna* sp. nov. estavam presentes. As porcentagens de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. foram usadas como variável resposta e as porcentagens de cobertura das espécies/morfotipos mais abundantes como variáveis preditoras. Os dados foram analisados no software R versão 2.15.2 (R Development Core Team, 2011), utilizando-se o pacote “pgirmess” (Giraudoux 2012) na função “kruskalmc” para os testes *a posteriori*, considerando o nível de significância de  $\alpha=0,05$ .

As porcentagens de cobertura dos invertebrados sésseis e dos espaços vazios não diferiram significativamente entre as faces interna e externa das placas, exceto para os briozoários *Electridae* e *H. indica* Madhavan Pillai, 1978 em três das estações de pri/ver e ver/out. Devido a estes resultados, a abundância desses invertebrados foi calculada sem distinção entre as faces das placas.

Matrizes de presença e ausência de *Podocoryna* sp. nov. e dos demais invertebrados mais abundantes nas placas de cada ciclo estacional e de cada estação foram submetidas à análise de coocorrência do programa EcoSim 7.0 (Gotelli & Entsminger, 2001), usando-se o índice *C-score*. O *C-score* é um índice correlacionado negativamente à coocorrência de espécies, portanto, se a competição é uma interação importante entre as espécies analisadas, o *C-score* mostra-se significativamente maior do que o esperado pelo acaso. A hipótese nula a ser testada estabelece que a presença de uma dada espécie não influencia a ocorrência de outras espécies. A coocorrência de cada espécie/morfotipo isolado com *Podocoryna* sp. nov. também foi avaliada. Foram produzidas 5000 matrizes com um valor do índice de coocorrência para cada matriz. Após diversas interações, obteve-se uma distribuição de freqüências dos valores obtidos e comparados ao valor do índice de coocorrência da matriz original, calculando-se a probabilidade do índice original ao longo da distribuição. As especificações utilizadas no módulo de coocorrência do programa Ecosim 7.0 foram: a opção “Fixed-sum”, tanto para linhas quanto para as colunas das matrizes geradas aleatoriamente, e a opção “Retain”, para as matrizes degeneradas.

## Resultados

### Sazonalidade de *Podocoryna* sp. nov.

O hidrozoário *Podocoryna* sp. nov. ocorreu em todos os ciclos estacionais e alcançou uma cobertura média de 12,0% durante o período total de estudo. O Anexo 1 mostra a amplitude de valores registrados por estação e por face das placas (internas e externas).

Na análise dos três ciclos de estações, verificou-se um padrão irregular na abundância de *Podocoryna* sp. nov. (Figura 7). O hidrozoário foi significativamente mais abundante no primeiro ciclo estacional (Tabela 2, Kruskal-Wallis  $\chi^2= 40,7426$ ; gl = 2,  $p<0,05$  e Figura 7, porcentagem de cobertura média = 23,4%). No segundo e no terceiro ciclo de estações, a porcentagem de cobertura média da espécie reduziu-se a menos da metade do valor do primeiro ciclo (Figura 7, 6,2% e 8,0%, respectivamente).

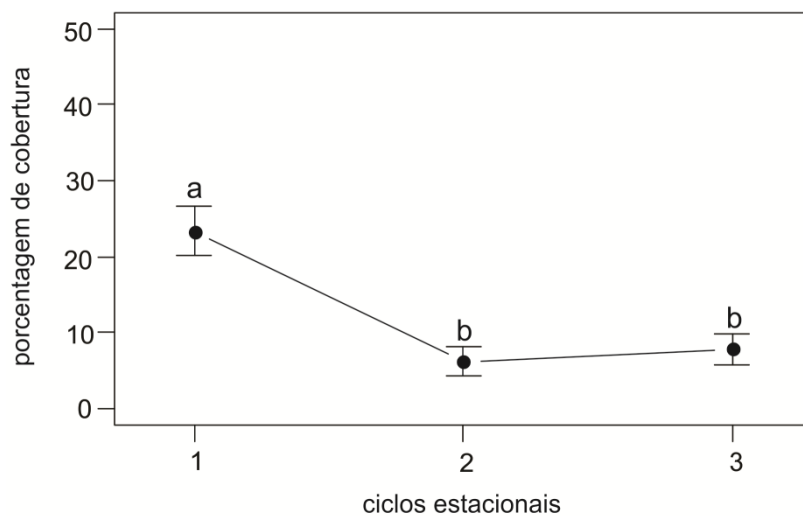


Figura 7. Média e desvio padrão das porcentagens de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. registradas nos três ciclos de amostragem (1 - abril 2009/2010; 2 - abril 2010/2011; 3 - abril 2011/2012). Letras iguais indicam os ciclos estacionais significativamente semelhantes.

Tabela 2. *Multiple comparison test after Kruskal-Wallis - teste a posteriori* para identificar as diferenças entre as porcentagens de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. ao longo dos ciclos estacionais (nível de probabilidade crítico do teste *a posteriori*  $p = 0,05$ ). \* indica  $p < 0,05$  e "n.s." indica não significativo ( $p > 0,05$ ).

Comparações entre os ciclos estacionais	Diferença observada	Diferença crítica	Significância
1-2	57,4146958	30,19613	*
1-3	56,5875930	30,19613	*
2-3	0,8271028	29,52585	n.s.

Analisando-se as médias de porcentagem de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. (Figura 8), verifica-se que ao longo do primeiro ciclo de estações, a abundância da espécie foi crescente, variando de 5,0% no out à 43,0% no ver/out. Já no out/inv do segundo ciclo, os valores reduziram-se à metade, chegando próximo a zero no inv/pri e na pri/ver. *Podocoryna* sp. nov. não recrutou durante as três estações seguintes (ver/out do segundo ciclo, out/inv e inv/pri do terceiro ciclo). Na pri/ver do terceiro ciclo, voltou a recrutar cobrindo 4% da superfície das placas. Ainda no terceiro ciclo, aumentou em abundância no ver/out e diminuiu novamente no início do quarto ciclo (out/inv), último período de amostragem deste estudo (Figura 8).

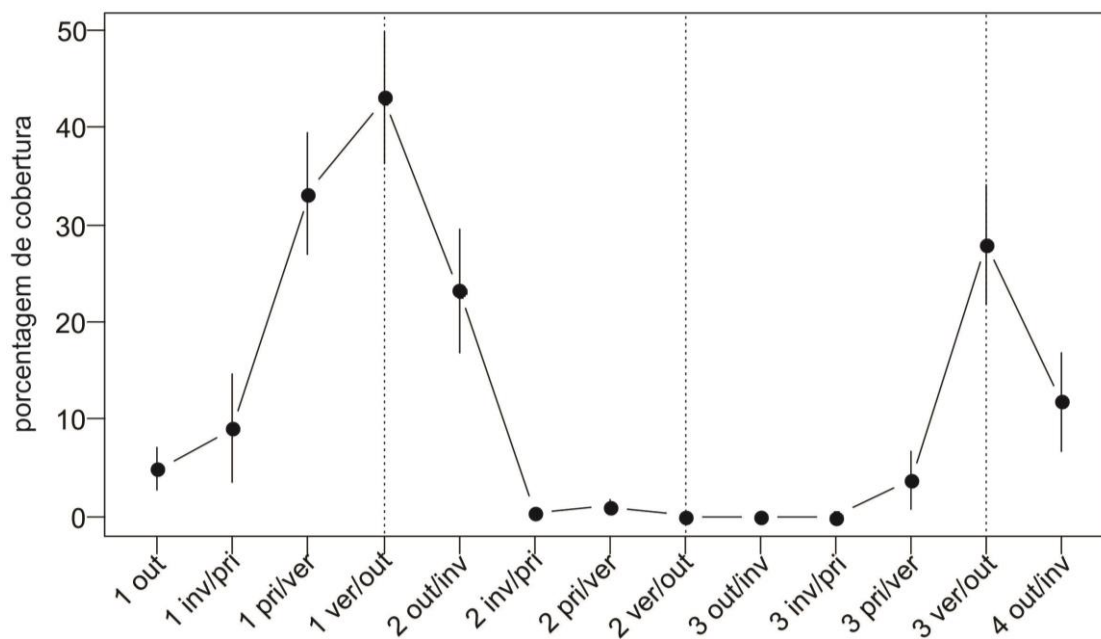


Figura 8. Média e desvio padrão das porcentagens de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. registradas ao longo das estações (o número que antecede as estações refere-se ao ciclo estacional). As linhas pontilhadas separam os ciclos de estações.

A abundância de *Podocoryna* sp. nov. diferiu entre estações repetidas nos ciclos estacionais (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 144,5121$ ; gl = 12;  $p < 0,05$ ) (Tabela 3). Os valores dos out/inv<sub>s</sub> foram significativamente diferentes entre o segundo e o terceiro ciclos estacionais. A abundância do hidrozoário nas estações de inv/pri<sub>s</sub> não diferiu entre os ciclos (Tabela 3). Na pri/ver do primeiro ciclo, a cobertura de *Podocoryna* sp. nov. foi superior aos valores registrados nas pri/ver<sub>s</sub> seguintes e nos ver/out<sub>s</sub>, os valores de cobertura do primeiro e do terceiro ciclo estacional não diferiram significativamente entre si e foram maiores que o valor registrado no ver/out do segundo ciclo (Tabela 3).

Tabela 3. *Multiple comparison test after Kruskal-Wallis - teste a posteriori* para identificar as diferenças entre as porcentagens de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. nas estações repetidas nos ciclos estacionais (o número que antecede cada estação refere-se ao ciclo estacional). (nível de probabilidade crítico do teste *a posteriori* p valor = 0,05). \* indica  $p < 0,05$  e "n.s." indica não significativo ( $p > 0,05$ ).

Comparações entre as estações	Diferença observada	Diferença crítica	Significância
1 out - 2 out/inv	57,786718	89,47028	n.s.
1 out - 3 out/inv	36,620690	92,32068	n.s.
1 out - 4 out/inv	17,990421	89,47028	n.s.
2 out - 3 out/inv	94,407407	93,85626	*
2 out/inv - 4 out/inv	39,796296	91,05395	n.s.
3 out/inv - 4 out/inv	54,611111	93,85626	n.s.
1 inv/pri - 2 inv/pri	24,906109	104,34911	n.s.
1 inv/pri - 3 inv/pri	39,617647	101,56160	n.s.
2 inv/pri - 3 inv/pri	14,711538	89,64218	n.s.
1 pri/ver - 2 pri/ver	114,910256	94,70183	*
1 pri/ver - 3 pri/ver	112,870370	93,85626	*
2 pri/ver - 3 pri/ver	2,039886	91,92530	n.s.
1 ver/out - 2 ver/out	154,321429	89,41320	*
1 ver/out - 3 ver/out	40,590659	91,11647	n.s.
2 ver/out - 3 ver/out	113,730769	91,11647	*

O número e a área média das colônias em geral seguiram o mesmo curso da porcentagem de cobertura do hidroide, na maioria das estações, quando consideradas apenas as placas colonizadas pela espécie (Figuras 9A - B). Disparidades em relação aos valores de cobertura



foram observadas no número de colônias do primeiro inv/pri e na área média das colônias do primeiro ver/out (Figuras 9A - B), todavia, quando a disparidade era com a área das colônias, o número de colônias mantinha a tendência dos valores igual à da porcentagem de cobertura.

No primeiro outono (2009), a porcentagem de colônias com gonozoides e espinhos foi igual (Figura 9C). Logo a seguir no inv/pri, houve um pico de abundância de colônias com gonozoides (50,0%), enquanto a presença de espinhos teve um acréscimo bem menor (Figura 9C). A porcentagem de colônias férteis reduziu-se abruptamente (de 22,0% a 4,0%) a partir da primeira pri/ver, enquanto colônias com partes quitinosas foram mais frequentes do primeiro ver/out ao segundo out/inv (Figura 9C). Alta frequência de colônias com gonozoides (67,0%) foi registrada quando *Podocoryna* sp. nov. voltou a recrutar, na terceira pri/ver (Figura 9C). Logo no terceiro ver/out, a porcentagem de colônias férteis reduziu-se para 58,0% e uma pequena porcentagem apresentou partes quitinosas (Figura 9C). No out/inv do quarto ciclo, houve acréscimo de colônias com estruturas reprodutivas, enquanto partes quitinosas não foram observadas (Figura 9C).

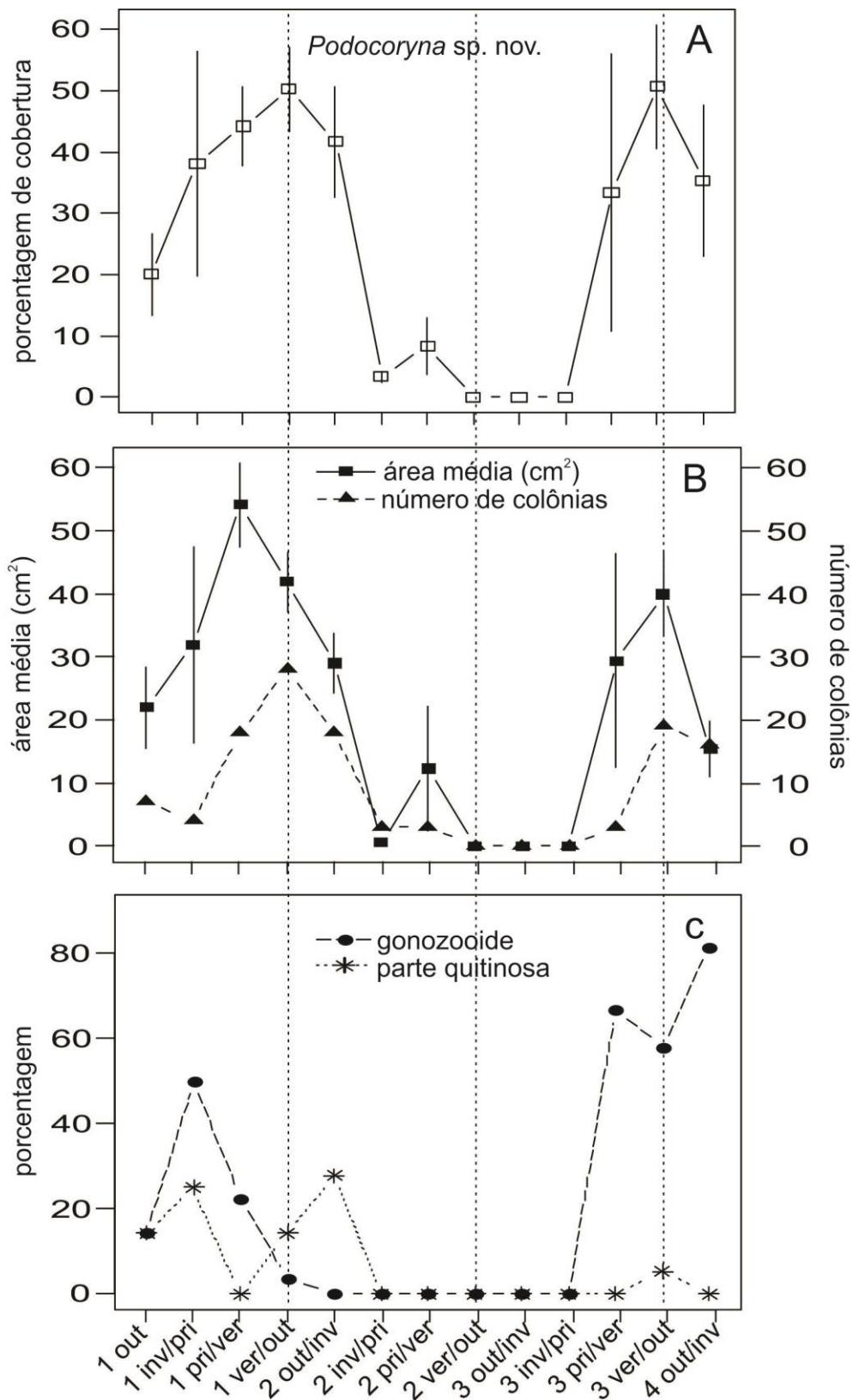


Figura 9. Variações da abundância de *Podocoryna* sp. nov. nas estações do ano, na foz do Rio Itiberê, Baía de Paranaguá. (A) Porcentagens de cobertura médias de *Podocoryna* sp. nov. considerando apenas as placas colonizadas pelo hidroide. (B) Área média das colônias em cm<sup>2</sup> e número absoluto total de colônias. (C) Porcentagem de colônias com gonozóides e com partes quitinosas. O número que antecede as estações refere-se ao ciclo estacional. As linhas pontilhadas verticais separam os ciclos de estações.

## **Interações de *Podocoryna* sp. nov. com os demais invertebrados sésseis**

Nas amostragens trimestrais do presente estudo, além de *Podocoryna* sp. nov. foram encontrados 38 morfotipos, dos quais 23 foram identificados em nível específico (Anexo 2). Para testar se houve influências destes organismos sobre a sazonalidade de *Podocoryna* sp. nov., foram selecionadas as quatro espécies/morfotipos que atingiram cobertura média  $\geq 5\%$  em pelo menos um dos ciclos (Tabela 4): “mexilhão”, que inclui cinco morfotipos do grupo Bivalvia não identificados em níveis inferiores, a craca *Fistulobalanus citerosum* (Henry, 1974), o morfotipo “Electridae”, que inclui duas espécies do filo Bryozoa de distinção problemática (L. M. Vieira, comunicação pessoal) e o briozoário *Hippoporina indica* Madhavan Pillai, 1978. Os espaços sem cobertura de organismos, denominados “vazios” (Tabela 4), também foram considerados nessas análises.

Tabela 4. Porcentagem média de cobertura e desvio padrão do grupo mexilhão e das espécies mais abundantes (cobertura média  $\geq 5\%$  no período total de amostragem), registradas nas placas instaladas na foz do Rio Itiberê, ao longo dos ciclos de estações. As classificações taxonômicas seguem o *World Register of Marine Species* (WoRMS 2012).

Morfotipos/espécies	ciclo estacional 1	ciclo estacional 2	ciclo estacional 3	TOTAL
<b>CNIDARIA</b>				
Classe Hydrozoa Owen, 1843				
Ordem Anthoathecata Cornelius, 1992				
<b><i>Podocoryna</i> sp. nov.</b>	23,4 ± 31,0	6,2 ± 19,0	7,7 ± 21,0	12,0 ± 25,0
<b>MOLLUSCA</b>				
Classe Bivalvia Linnaeus, 1758				
Ordem Mytiloidea Férussac, 1822				
<b>Mexilhão (cinco morfotipos não identificados)</b>	4,0 ± 11,5	16,0 ± 29,3	2,2 ± 10,0	7,0 ± 19,5
<b>CRUSTACEA</b>				
Classe Maxillopoda Dahl, 1956				
Infraclasse Cirripedia Burmeister, 1834				
Subordem Balanomorpha Pilsbry, 1916				
<b><i>Fistulobalanus citerosum</i> (Henry, 1974)</b>	3,2 ± 9,0	7,0 ± 16,0	1,0 ± 2,4	3,3 ± 11,0
<b>BRYOZOA</b>				
Classe Gymnolaemata Allman, 1856				
Ordem Cheilostomatida Busk, 1852				
<b>Electridae d'Orbigny, 1851 (duas espécies)</b>	12,0 ± 25,0	10,5 ± 19,0	10,0 ± 20,0	10,4 ± 21,0
<b><i>Hippoporina indica</i> Madhavan Pillai, 1978</b>	24,4 ± 23,4	23,0 ± 28,0	39,0 ± 34,0	31,0 ± 30,4
<b>ESPAÇOS SEM COBERTURA</b>				
<b>Vazio</b>	8,1 ± 10,0	12,0 ± 17,0	13,0 ± 20,0	11,0 ± 16,0

Conforme mostram a Figura 10 e o Anexo 3, Electridae teve picos de colonização sazonal durante as estações de inv/pri<sub>s</sub>, as porcentagens de cobertura de *H. indica* oscilaram entre 20% e 60% na maioria das estações, com exceção dos inv/pri<sub>s</sub> e do segundo ver/out. Mexilhão e a craca *F. citerosum* ocorreram principalmente durante as estações mais quentes, com picos durante os ver/out<sub>s</sub>. No ver/out do segundo ciclo de estações, houve um pico significativo na abundância de mexilhão (57,0% - Anexo 3), que coincidiu com o desaparecimento de *Podocoryna* sp. nov. dos substratos (Figura 10). As porcentagens de espaços vazios variaram entre 7,0 e 15,0% na maioria das estações, com exceção do inv/pri e pri/ver do terceiro ciclo. Nestas estações, foram registradas, respectivamente, a maior área de espaços vazios (31%) e nenhuma área vazia (Figura 10 - Anexo 3).

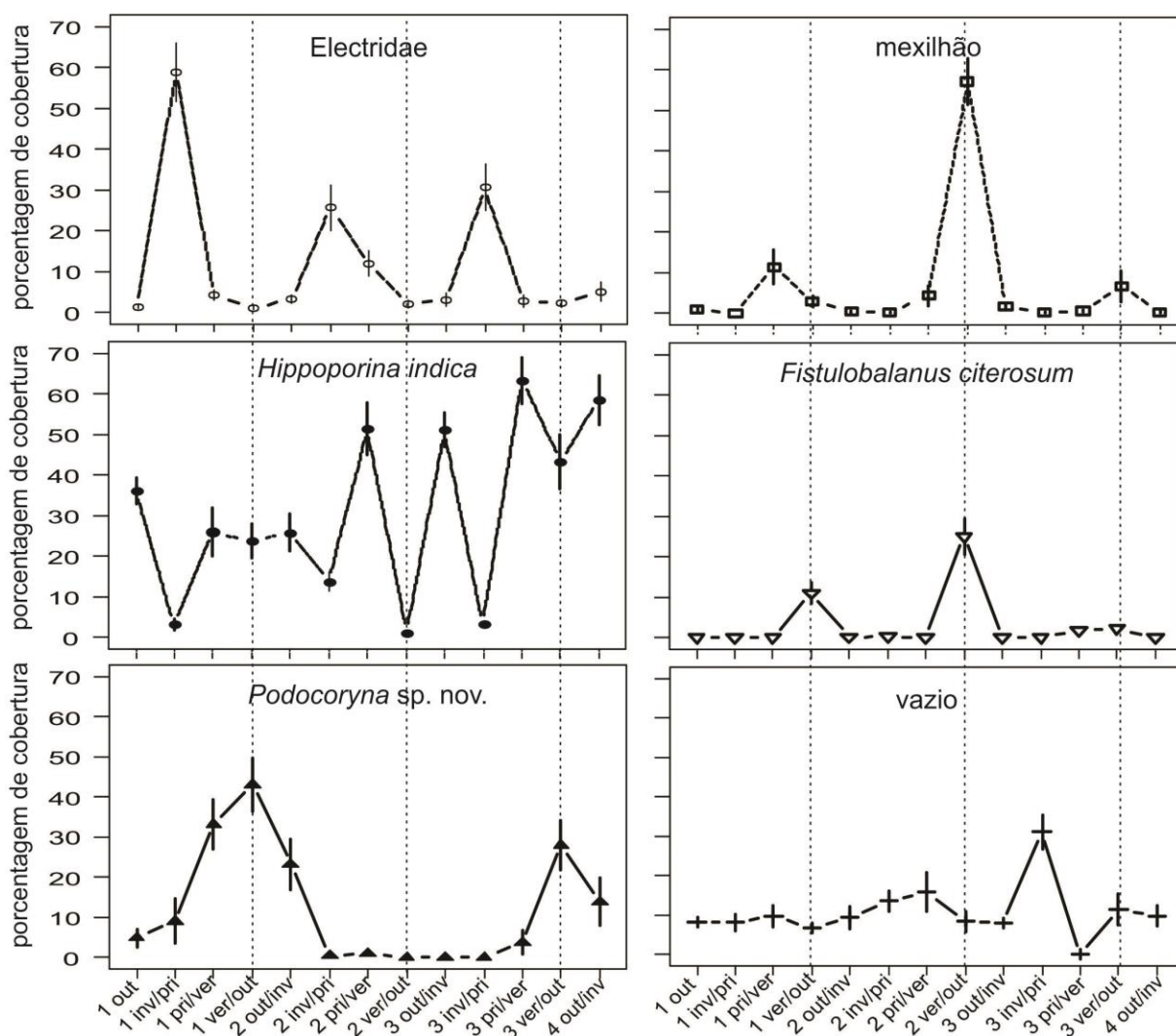


Figura 10. Porcentagens de cobertura média de *Podocoryna* sp. nov., dos demais invertebrados sésseis mais abundantes e dos espaços vazios, em cada conjunto trimestral de placas de recrutamento. O número que antecede as estações refere-se ao ciclo estacional. As linhas pontilhadas verticais separam os ciclos de estações.

O teste de Spearman indicou correlações significativas na simultaneidade de ocorrência de *Podocoryna* sp. nov. e dos outros invertebrados sésseis analisados, em algumas estações. No primeiro ciclo de estações, houve correlação negativa entre as abundâncias de *Podocoryna* sp. nov. e de *H. indica*, na pri/ver ( $R = -0,49$ ,  $p < 0,05$ ) e no ver/out ( $R = -0,55$ ,  $p < 0,05$ ), e de mexilhão, também na pri/ver ( $R = -0,82$ ,  $p < 0,05$ ). Na última estação amostrada (4 out/inv), a área dos espaços vazios e a cobertura de *Podocoryna* sp. nov. correlacionaram-se negativamente ( $R = -0,95$ ,  $p < 0,05$ ).

Nas análises de coocorrência do conjunto de todas as espécies/morfotipos, incluindo *Podocoryna* sp. nov., as probabilidades do índice *C-score* serem maiores que o esperado ao acaso foram significativas para o segundo ciclo estacional nas estações de inv/pri e ver/out indicando que nesses períodos ocorreu menos coocorrência de espécies que o esperado ao acaso (Tabela 5). Na avaliação de coocorrência entre cada espécie/morfotipo e *Podocoryna* sp. nov. a análise não mostrou resultados significativos em nenhuma das estações amostradas (Tabela 5).

Tabela 5. Probabilidades do índice C-score ser maior que o esperado ao acaso ( $p$  (observado  $\geq$  esperado)) na análise de coocorrência (EcoSim) entre as espécies das placas instaladas na foz do Rio Itiberê indicando em cada ciclo estacional e em cada estação se a competição foi uma interação significativa entre as espécies. morf/esp = morfotipos/espécies; \* indica probabilidade significativa ( $p < 0,05$ ).

Ciclos estacionais	1 08/abr/09 a 29/abr/10					2 29/abr/10 a 26/abr/11				3 26/abr/11 a 27/abr/11			4 27/abr/11 a 02/ago/11
	1 out	1 inv/pri	1 pri/ver	1 ver/out	2 out/inv	2 inv/pri	2 pri/ver	2 ver/out	3 out/inv	3 inv/pri	3 pri/ver	3 ver/out	4 out/inv
Todos morf/esp	p>0,05					p<0,05*				p>0,05			-
Todos morf/esp	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05*	p>0,05	p<0,05*	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05
<i>Podocoryna</i> sp. nov.													
Electridae	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	-	p>0,05	-	-	-	p>0,05	-	p>0,05
<i>H. indica</i>	-	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	-	-	-	-	-	p>0,05	p>0,05
mexilhão	p>0,05	-	p>0,05	p>0,05	p>0,05	-	p>0,05	-	-	-	p>0,05	p>0,05	p>0,05
<i>F. citerosum</i>	-	-	-	p>0,05	p>0,05	p>0,05	-	-	-	-	p>0,05	p>0,05	-
vazio	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	-	p>0,05	-	-	-	-	p>0,05	p>0,05

## Discussão

O hidrozoário *Podocoryna* sp. nov. foi encontrado na foz do Rio Itiberê, Baía de Paranaguá, pela primeira vez, no início de 2007, quando os primeiros experimentos com placas de polietileno foram instalados no late Clube de Paranaguá. De fevereiro de 2007 a dezembro de 2008, diferentes experimentos de recrutamento e sucessão foram conduzidos no late Clube. Nestes experimentos, *Podocoryna* sp. nov. foi presente, quase continuamente, tanto em placas de polietileno quanto de granito (Altvater 2009; Cangussu et al. 2010).

Durante este estudo, em que as placas de recrutamento permaneceram submersas por períodos trimestrais de abril/2009 a abril/2012, *Podocoryna* sp. nov. mostrou um padrão de ocorrência e abundância irregular entre os três ciclos estacionais. A maior abundância da espécie foi registrada no primeiro ciclo (abril/2009 a abril/2010), com o pico de porcentagem de cobertura no ver/out de 2010. No segundo ciclo, houve uma redução abrupta da abundância e o desaparecimento total das colônias no final do período. *Podocoryna* sp. nov. voltou a recrutar somente no penúltimo trimestre do terceiro ciclo, aumentando em abundância no ver/out de 2012. Os valores de área e o número das colônias apresentaram o mesmo padrão de variação (Figura 9A - B).

O primeiro e terceiro ciclos estacionais diferiram quanto à abundância de *Podocoryna* sp. nov., entretanto, nota-se que houve um padrão similar na distribuição sazonal nesses períodos, em que a ocorrência e os picos de abundância tanto do número, quanto da porcentagem de cobertura e das áreas das colônias aconteceram durante a pri/ver e o ver/out (Figuras 8 e 9A - B). Nestes períodos mais quentes do ano, na região da Baía de Paranaguá, o índice pluviométrico se eleva, acarretando diminuição da salinidade (Figuras 3 - 4). Outros hidractinídeos também foram documentados com ocorrência e abundância típicas em períodos quentes, na Carolina do Sul e na Virginia/Estados Unidos da América (Calder 1990), no estuário de Long Island/ Estados Unidos da América (Buss & Yund 1988) e na Ilha de Vancouver/Canadá (Brinckmann-Voss 1996). Maior ocorrência e porcentagem de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. no verão e início do outono também foi observado por Altvater (2009), no mesmo local, durante 17 meses de avaliação

mensal e bimestral do recrutamento (junho /2007 a agosto/2008) (Figura 11), embora com valores bem inferiores aos deste estudo.

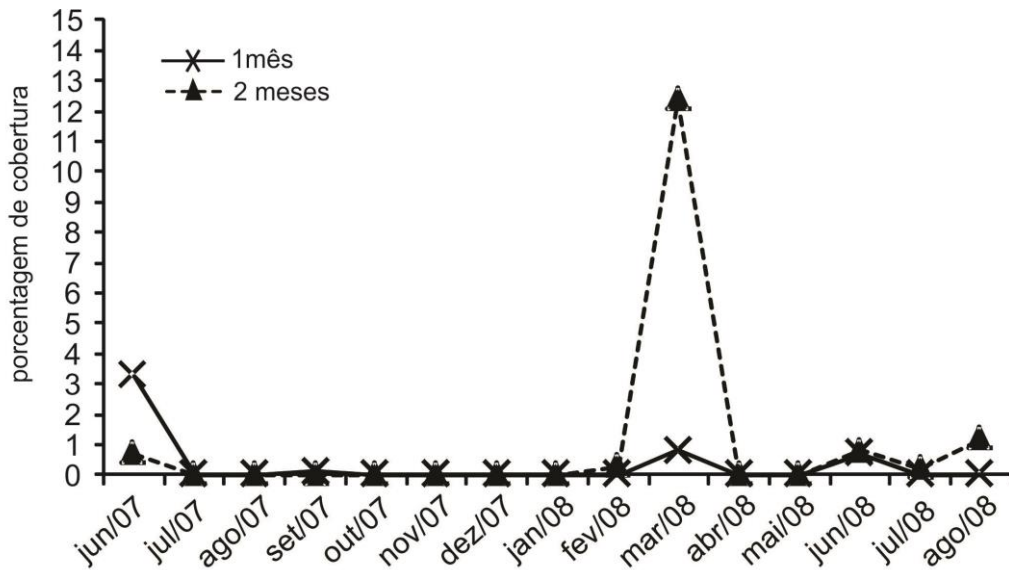


Figura 11. Dados obtidos de Altvater (2009): Média da porcentagem de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá/ PR. Os meses se referem à data de instalação das placas entre 2007 e 2008.

A variação anual da temperatura é o principal regulador da dinâmica das populações de hidrozoários nos mares temperados (Boero & Fresi 1986; Calder 1990; Coma *et al.* 2000; Puce *et al.* 2009; Di Camillo *et al.* 2012). Em áreas equatoriais, onde a oscilação da temperatura é amena, a sazonalidade é associada à intensidade das chuvas, em função das alterações provocadas na disponibilidade de nutrientes e na turbidez (Boero 1994; Di Camillo *et al.* 2008; Krohling & Zalmon 2008). Na Baía de Paranaguá, a oscilação na temperatura da água entre as estações de inverno e verão é de aproximadamente 10°C e as chuvas se distribuem sazonalmente, com maiores valores no verão e menores no inverno. Este padrão é semelhante ao verificado por Di Camillo *et al.* (2008) na Ilha de Siladen/Indonésia, onde a produção primária aumenta com as chuvas e regula o ciclo temporal dos hidroides. Assim, uma das causas da maior abundância de *Podocoryna* sp. nov., na Baía de Paranaguá, durante a primavera e o verão, pode ser o acréscimo na disponibilidade de alimento nestes períodos chuvosos de dezembro a abril (Lana *et al.* 2001; Fonseca *et al.* 2008). A diferença de temperatura entre as estações secas e úmidas na Baía de



Paranaguá também pode ter direcionado o padrão sazonal do hidroide. O acréscimo sazonal na temperatura parece otimizar as atividades dos hidrozoários, que aproveitam esses períodos para investir em reprodução e crescimento (Arillo *et al.* 1989).

A variação anual e interanual nos fatores abióticos pareceu exercer maior influência na ocorrência e abundância de *Podocoryna* sp. nov. que a relação com outras espécies. A análise de coocorrência entre cada espécie/morfotipo e *Podocoryna* sp. nov., nas estações, revelou que a competição não foi uma interação importante para a distribuição das espécies (Tabela 5). Resultados significativos para competição foram obtidos apenas quando todo o conjunto de espécies/morfotipos foram relacionados nas estações de inv/pri e ver/out do segundo ciclo estacional (Tabela 5). A competição entre os demais invertebrados pode ter exercido efeitos indiretos (Menge 1995) sobre a ocorrência de *Podocoryna* sp. nov. no segundo ver/out, quando se esperava um pico em recrutamento e abundância do hidroide (Figura 9B). O teste de coocorrência indicou que a presença de uma espécie não influenciou a ocorrência da outra, todavia, o teste de correlação, que levou em conta a abundância das espécies, indicou correlações negativas significativas entre o hidrozoário e as espécies/morfotipos, ao menos nas estações de pri/ver e ver/out do primeiro ciclo e no out/inv da última estação amostrada. Assim, a menor abundância de *Podocoryna* sp. nov. na estação de pri/ver do terceiro ciclo que na mesma estação do primeiro ciclo (Figura 8) pode ter sido causada pela competição por espaço com o briozoário *Hippoporina indica*, conforme revelado pelas correlações negativas entre as duas espécies, na pri/ver e no ver/out do primeiro ciclo (embora não tenham sido verificadas correlações negativas entre as duas espécies nessas estações do terceiro ciclo, nem o índice C-score mostrou resultados significativos para competição) sugerindo que a maior área de cobertura de uma espécie pode levar a diminuição na área ocupada pela outra. Interações inibitórias são esperadas entre briozoários incrustantes e hidroides estolonais, uma vez que esses organismos compartilham características que lhes asseguram domínio do substrato, como a reprodução assexuada, crescimento indeterminado, capacidade de deslocamento lateral de outros organismos sem a intervenção de estágios de reprodução sexuada e recrutamento (Jackson 1977; Russ 1982). O briozoário *Electridae* teve sazonalidade bem definida, com recrutamento típico durante o inv/pri. Essa diferença sazonal no período de ocorrência em relação à *Podocoryna* sp. nov. exclui a hipótese de

interação competitiva entre as duas espécies. A craca *F. citerosum* e *Podocoryna* sp. nov. tiveram picos de recrutamento e abundância em estações comuns (ver/out). A ausência de competição entre essas duas espécies, conforme demonstrada pelas análises de coocorrência e correlação de Spearman, provavelmente resulta das características diferenciadas de colonização, crescimento e reprodução entre organsimos solitários e coloniais (Jackson 1977). A correlação negativa com as áreas vazias das placas no quarto out/inv (teste de Spearman) sugere que a colonização de *Podocoryna* sp. nov. foi limitada ou favorecida por algum fator indireto.

A abundância elevada de *Podocoryna* sp. nov., principalmente no fim do primeiro ciclo de estações (Figura 8), corrobora vários registros da literatura sobre a dominância de hidróides da família Hydractiniidae em comunidades incrustantes (Sutherland & Karlson 1977; Karlson 1978, 1981; Cerrano *et al.* 2001; Altvater 2009). Comumente, esses hidrozoários exibem baixas taxas de colonização inicial, diferindo da característica de oportunismo típica dos hidroides (Sutherland & Karlson 1977; Altvater 2009), principalmente dos Campanulariidae (Cabral 2010). Na foz do rio Itiberê, *Podocoryna* sp. nov. recrutou, em geral, somente após dois ou três meses de submersão do substrato (Figura 11) (Altvater 2009 e observação pessoal), evidenciando que necessita de facilitação para o recrutamento. O estabelecimento bem sucedido na comunidade é atribuído ao crescimento vegetativo e às estratégias de defesa do espaço, como o rápido aumento do número de zoóides (Yund *et al.* 1987; Gili & Hughes 1995; Cerrano *et al.* 2001), que a torna altamente resistente à substituição por outros organismos (Sutherland & Karlson 1977). Além dos tentaculozoóides, pólipos exclusivamente de defesa, também os estolões dos Hydractiniidae são carregados de nematocistos, que causam considerável destruição ao entrar em contato com o tecido de um potencial competidor (Yund *et al.* 1987). Resistência a predação também é documentada para hidractinídeos (Karlson 1980; Buss & Yund 1988; Altvater 2009).

Atividade reprodutiva sexuada ao longo de todo o ciclo anual é prevista entre os hidrozoários (Boero & Fresi 1986; Gili & Hughes 1995), inclusive para *Podocoryna exigua* (Haeckel, 1879) no Mar da Ligúria/Itália (Cerrano *et al.* 1998). No primeiro e no terceiro ciclo de estações, os períodos de fertilidade de *Podocoryna* sp. nov. foram praticamente contínuos (Figura 9C). Períodos de maior fertilidade (maiores porcentagens de colônias com gonozóides), observados no primeiro inv/pri e terceiro pri/ver, antecederam os maiores valores de abundância

de *Podocoryna* sp. nov., conforme também observado por Altvater (2009), em Paranaguá, e por Hughes (1983), no recrutamento do hidróide *Tubularia indivisa* Linnaeus, 1758. .

Para invertebrados marinhos que possuem estágios larvais planctônicos no ciclo de vida, a dinâmica e a interação entre todas as fases desempenham um papel importante na regulação da população de adultos (Grosberg & Levitan 1992; López & Coutinho 2009). Variações na produção de propágulos e na fecundidade, por exemplo, podem controlar a distribuição e abundância das populações das espécies bênticas (Miron *et al.* 1995; Hughes *et al.* 2000). A diminuição da abundância e ocorrência de *Podocoryna* sp nov., do início do segundo ciclo estacional até o terceiro inv/pri, pode ser explicada pela redução e descontinuidade na produção de medusas a partir do primeiro ver/out, marcada pela diminuição de gonozóides (Figura 9A - C). Não há estudos recentes sobre hidromedusas na Baía de Paranaguá, mas, na Baía da Babitonga, *Podocoryna* sp. nov. foi encontrada com maior abundância no verão, tanto na fase hidróide quanto de medusa (A. C. Cabral, comunicação pessoal; Nogueira Jr 2012). Estudos da viabilidade da larva plânula, das suas fontes de suprimento e capacidade de dispersão podem esclarecer este padrão.

No segundo ciclo estacional, *Podocoryna* sp. nov. não exibiu o aumento de cobertura na estação de pri/ver nem o pico de abundância do ver/out, que foi comum ao primeiro e ao terceiro ciclo. O hidróide não recrutou no ver/out, enquanto que os briozoários cobriram cerca de 2% do substrato e, nesta mesma estação, os mexilhões colonizaram as placas com uma abundância notavelmente alta (57,0% de cobertura), quando comparada com os registros do primeiro e terceiro ciclos. Este padrão de abundância dos invertebrados foi atípico e pode ser associado às chuvas intensas no mês de Março de 2011, que causaram enchentes extraordinárias no litoral do Paraná (Capetta 2011). No segundo ver/out, a média pluviométrica do mês de março foi significativamente superior à dos meses de fevereiro e abril (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 18,2126$ , gl = 2,  $p < 0,05$ ), diferente do observado na distribuição de chuvas entre os meses do primeiro e terceiro ver/out (Figura 4). O mês de março do segundo ver/out foi o mais chuvoso do período de estudo, com 28 dias de chuva (contra 19 e 15 dias em março do primeiro e do terceiro ver/out, respectivamente) e com precipitação acumulada de 268,2 mm na primeira quinzena, mais que o acumulado durante todo o mês de março do primeiro e do terceiro verão (dados Simepar). Esta

alta pluviosidade refletiu sobre a salinidade da água, que diminuiu além do comum na região (Figura 3). Uma vez que *Podocoryna* sp. nov. parece não recrutar logo que os substratos são submersos (observação pessoal e Alvater 2009), demorando no mínimo dois meses, a alteração pluviométrica ocorrida no litoral do Paraná, que afetou o segundo mês de submersão das placas, pode ter inibido o recrutamento da espécie (Figuras 4 - 8). Em épocas chuvosas, a salinidade diminui e a sedimentação aumenta, limitando o crescimento e dificultando o assentamento de hidrozoários (Gili & Hughes 1995). Por outro lado, o acréscimo de matéria orgânica em suspensão, com a lixiviação das margens dos rios pelas chuvas, pode ter sido responsável pelo sucesso observado na colonização dos mexilhões. As larvas de mexilhões parecem abundantes na coluna d'água durante o verão, na região da foz do rio Itiberê, conforme observado neste trabalho e por Alvater (2009), com registros de maior recrutamento de Mytilidae nos meses mais quentes. Elevação na disponibilidade de alimento na coluna d' água possibilita maior crescimento para filtradores de suspensão como os mexilhões (Sprung 1995). O mecanismo eficiente de isolamento do ambiente externo com o fechamento das conchas, para evitar a entrada de água (Klôh 2011) nas baixas salinidades, também favorece os bivalves.

Mexilhões são capazes de dominar comunidades bentônicas em função do assentamento agregado das larvas, rápido crescimento, capacidade de mobilidade e posse de conchas fortes que podem esmagar organismos vizinhos (Okamura 1986). A ausência de *Podocoryna* sp. nov. no ver/out do segundo ciclo também pode se dever à inibição do assentamento e crescimento pela abundância elevada de mexilhão, conforme já indicado pela correlação negativa entre as espécies na primeira pri/ver. Resultados semelhantes já foram observados entre *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758 (Mytilidae) e o hidroide *Tubularia crocea* (Agassiz, 1862) (Tubulariidae) (Dean & Hurd 1980). Os mexilhões também parecem inibir o recrutamento de *Podocoryna* sp. nov. sobre eles, uma vez que casos de epizoísmo foram raros (observação pessoal).

Intolerância fisiológica de *Podocoryna* sp. nov. às baixas salinidades do período (15) também adiciona-se às explicações plausíveis sobre o desaparecimento da espécie no período de chuvas de 2011. Redução drástica no desenvolvimento das colônias do Hydractiniidae *Stylactis hooperi* Sigerfoos, 1899 foi observada em salinidade 15 (Nipper-Buscariolli & Moreira 1983). É possível que as populações fontes de larvas da região tenham sido dizimadas na condição de

baixa salinidade, explicando a ausência do hidroide nas duas estações seguintes (terceiro out/inv; terceiro inv/pri). Em um estudo conduzido do início ao final do verão/2011, na Baía da Babitonga/Santa Catarina, onde não houve extremos de chuva e salinidade, foram registradas abundâncias elevadas do hidroide (A. C. Cabral, comunicação pessoal). Isto demonstra que a alteração dos fatores abióticos pode exercer forte influência sobre *Podocoryna* sp. nov.

A descontinuidade na ocorrência e nos padrões de abundância dos hidrozoários não significa o desaparecimento dos organismos no ambiente, pois os hidroides formam estágios inativos capazes de resistir às condições adversas (Gili & Hughes 1995). A regressão das colônias para fases inativas geralmente é observada antecedendo o declínio sazonal das espécies (Calder 1990; Gili & Hughes 1995; Altvater 2009). No estudo de sucessão conduzido por Altvater (2009), os espinhos e a cobertura quitinosa de *Podocoryna* sp. nov. foram relacionados à fase final do ciclo de vida da espécie (Bettim 2010). Embora colônias com partes quitinosas tenham sido registradas precedendo as fases de menor abundância do hidroide (Figura 9C), este trabalho não tem resolução para definir se os espinhos representam estágios de dormência. Para tal, é necessário acompanhar o desenvolvimento temporal dos espinhos em uma mesma colônia, como foi realizado com *P. exigua* (Cerrano *et al.* 1998). Nas colônias de *P. exigua*, não houve evidências para atribuir características de estágios dormentes aos espinhos, uma vez que não restaram tecidos vivos na estrutura quitinosa dos espinhos e os novos pólipos da colônia surgiram diretamente da hidrorriza (Cerrano *et al.* 1998)

O período total de amostragem compreendeu uma fase de maior abundância de *Podocoryna* sp. nov., no primeiro ano de experimentos, seguida de decréscimo e um novo aumento na abundância no terceiro ano. É importante considerar o ritmo endógeno do organismo, bem como as alterações abióticas e bióticas que ocorreram no segundo ciclo, para identificar as causas do declínio. Redução e ausência de colônias com gonozoides foram observadas antes do desaparecimento de *Podocoryna* sp. nov. no segundo ver/out. As abundâncias registradas após o reaparecimento da espécie, da terceira pri/ver até a última estação amostrada (out/inv 2012), seguiram um curso similar ao do primeiro ciclo, sugerindo que o hidroide pode ter um ciclo bianual. Distribuições sazonais ao longo dos ciclos anuais são bem documentadas em populações e comunidades de hidrozoários de diferentes regiões (Boero *et al.* 1986; Calder 1990; Migotto *et*

*al.* 2001; Di Camillo *et al.* 2008; Cunha & Jacobucci 2010; Jaubet & Genzano 2011; Park & Hwang 2012), no entanto, quando a amostragem abrange longas séries temporais, irregularidades podem ser detectadas no padrão de ocorrência das espécies, na magnitude da abundância das populações e na flutuação sazonal dessas variáveis entre ciclos anuais (Nichols 1985; Sarvala 1986; Barry *et al.* 1995; Frid *et al.* 2000; Barnes *et al.* 2002; Puce *et al.* 2009). Embora os períodos de variabilidade interanual geralmente se evidenciem nas escalas superiores à décadas (Gray & Christie 1983; Dayton 1989; Dye 1998; Currie & Parry 1999; Frid *et al.* 2009; Blanchard *et al.* 2010), a população de *Podocoryna* sp. nov. da comunidade de substratos artificiais da foz do Rio Itiberê exibiu modificações em cinco anos de investigação (2007 – 2012) (Altvater 2009, Bettim & Haddad, observações pessoais) (Figura 12).

A identidade possivelmente exótica de *Podocoryna* sp. nov. também é um fator que pode explicar as disparidades observadas entre a amostragem anterior e a deste estudo, visto que espécies introduzidas devem ter alta capacidade de adaptação às variações temporais dos processos ecológicos em uma comunidade (Strayer *et al.* 2006; Sorte *et al.* 2010) o que reforça a necessidade de estudos contínuos.

## Conclusões

*Podocoryna* sp. nov. apresentou picos de abundância durante a pri/ver e o ver/out do primeiro e terceiro ciclos estacionais. Este padrão pode ser atribuído às maiores temperaturas e à maior intensidade de chuva comuns nesses períodos, na Baía de Paranaguá, que propiciam uma elevada produção primária.

O fator que possivelmente mais influenciou as flutuações interanuais do primeiro para o segundo ciclo estacional foi o ciclo biológico de *Podocoryna* sp. nov., evidenciado pela periodicidade na produção dos gonozoides. A ausência de recrutamento da espécie no final do segundo ciclo e início do terceiro pode ter sido causada pela alteração atípica da salinidade na região, devido à intensidade das chuvas no período, e também à proliferação extraordinária de mexilhões que ocuparam todo o espaço das placas.

Estudos manipulativos experimentais e bioensaios podem esclarecer o impacto desses fatores sobre o hidroide e estudos da disponibilidade, viabilidade e comportamento dos estágios planctônicos, medusa e larvas, podem auxiliar a definir o padrão populacional de *Podocoryna* sp. nov.

Dado o possível *status* exótico de *Podocoryna* sp. nov., recomenda-se o estudo contínuo da comunidade incrustante da Baía de Paranaguá, a fim de detectar os efeitos desta e de outras espécies exóticas, em função da variabilidade endógena de cada espécie/população e dos processos ecológicos ao longo do tempo. O monitoramento a longo prazo permite reconhecer as respostas temporais da espécie às modificações dos fatores bióticos e abióticos e detectar seu impacto sobre a comunidade. Assim, caso o manejo seja necessário, há conhecimento dos estágios da história de vida do hidroide nos quais o controle será mais efetivo além da periodicidade requerida.

## Referências Bibliográficas

- Altvater L. (2009) Composição e Sazonalidade de Cnidários em substrato artificial, na Foz do Rio Itiberê, Baía de Paranaguá, Paraná. Dissertação Mestrado em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba:151 pp.
- Arillo A., Bavestrello G., Boero F. (1989) Circannual Cycle and Oxygen Consumption in *Eudendrium glomeratum* Studies on a Shallow Water Population. *Marine Ecology* 10:289–301.
- Barnes D.K.A. (1995) Seasonal and annual growth in erect species of Antarctic bryozoans. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 188:181–198.
- Barnes D.K.A., Verling E., Crook A., Ian D., O'Mahoney M. (2002) Local population disappearance follows (20 yr after) cycle collapse in a pivotal ecological species. *Marine Ecology Progress Series* 226:311–313.
- Barry J.P., Baxter C.H., Sagarin R.D., Gilman S.E. (1995) Climate-related, long-term faunal changes in a California rocky intertidal community. *Science* 267:672–675.
- Bavestrello G., Puce S., Cerrano C., Zocchi E., Boero F. (2006) The problem of seasonality of benthic hydroids in temperate waters. *Chemistry and Ecology* 22:197–205.
- Beal B.F., Parker M.R., Vencille K.W. (2001) Seasonal effects of intraspecific density and predator exclusion along a shore-level gradient on survival and growth of juveniles of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L., in Maine, USA. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 264:133–169.
- Begon M., Townsend C.R., Harper J.L. (2006) *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing 759 pp.
- Bettim A.L. (2010) Endoparasitismo em *Hydractinia carnea* (M. Sars, 1846) (Cnidaria: Hydrozoa) na comunidade incrustante em substrato artificial na Foz do Rio Itiberê, Paranaguá, Paraná. Relatório de pesquisa do 18º EVINCI da Universidade Federal do Paraná, Curitiba:20 pp.



- Bigarella J.J. (2001) Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. *Brazilian Archives of Biology and Technology Jubilee* Vo:65–110.
- Black R.W., Hairston N.G. (1988) Predator driven changes in community structure. *Oecologia* 77:468–479.
- Blanchard A.L., Feder H.M., Hoberg M.K. (2010) Temporal variability of benthic communities in an Alaskan glacial fjord, 1971-2007. *Marine environmental Research* 69:95–107.
- Boeger W.P. (2009) *O Tapete de Penélope: O Relacionamento entre as espécies e a Evolução Orgânica*. Editora UNESP, São Paulo:104 pp.
- Boero F. (1984) The Ecology of Marine Hydroids and Effects of Environmental factors: A Review. *Marine Ecology* 5:93–118.
- Boero F. (1994) Fluctuations and Variations in Coastal Marine Environments. *Marine Ecology* 15:3–25.
- Boero F. (1996) Episodic events: Their relevance to ecology and evolution. *Marine Ecology* 17:237–250.
- Boero F., Balduzzi A., Bavestrello G., Caffa B., Cattaneo-Vietti R. (1986) Population dynamics of *Eudendrium glomeratum* (Cnidaria: Anthomedusae) on the Portofino Promontory (Ligurian Sea). *Marine Biology* 92:81–85.
- Boero F., Bouillon J., Gravili C., Miglietta M.P., Parsons T., Piraino S. (2008) Gelatinous plankton: irregularities rule the world (sometimes). *Marine Ecology Progress Series* 356:299–310.
- Boero F., Fresi E. (1986) Zonation and Evolution of a Rocky Bottom Hydroid Community. *Marine Ecology* 7:123–150.
- Box S.J., Mumby P.J. (2007) Effect of macroalgal competition on growth and survival of juvenile Caribbean corals. *Marine Ecology Progress Series* 342:139–149.
- Brault S., Bourget E. (1985) Structural changes in an estuarine subtidal epibenthic community: biotic and physical causes. *Marine Ecology Progress Series* 21:63–73.

- Brinckmann-Voss A. (1996) Seasonality of hydroids (Hydrozoa, Cnidaria) from an intertidal pool and adjacent subtidal habitats at Race Rocks, off Vancouver Island, Canada. *Scientia Marina* 60:89–97.
- Brock M.A. (1974) Growth, developmental, and longevity rhythms in *Campanularia flexuosa*. *American Zoologist* 14:757–771.
- Buss L.W. (1979) Bryozoan overgrowth interactions - the interdependence of competition for space and food. *Nature* 281:475 – 477.
- Buss L.W., Yund P.O. (1988) A comparison of recent and historical populations of the colonial hydroid *Hydractinia*. *Ecology* 69:646–654.
- Cabral A.C. (2010) Recrutamento ou crescimento: qual é a estratégia para o sucesso de organismos sésseis na estruturação inicial de uma comunidade incrustante? Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba 44 pp.
- Calder D.R. (1990) Seasonal cycles of activity and inactivity in some hydroids from Virginia and South Carolina, USA. *Canadian Journal of Zoology* 68:442–450.
- Cangussu L.C., Altvater L., Haddad M.A., Cabral A.C., Heyse H.L., Rocha R.M. (2010) Substrate type as a selective tool against colonization by non-native sessile invertebrates. *Brazilian Journal of Oceanography* 58:219–231.
- Capetta O. (2011) Chuva já passou média mensal em Paranaguá, segundo INEP. Prefeitura Municipal de Paranaguá/ Notícias da Prefeitura [http://www.paranagua.pr.gov.br/noticias.php?noticia\\_id=2220](http://www.paranagua.pr.gov.br/noticias.php?noticia_id=2220) (último acesso em 19/12/2012).
- Caro A.U., Guiñez R., Ortiz V., Castilla J.C. (2011) Competition between a native mussel and a non-indigenous invader for primary space on intertidal rocky shores in Chile. *Marine Ecology Progress Series* 428:177–185.
- Cerrano C., Bavestrello G., Puce S., Sarà M. (1998) Biological Cycle of *Podocoryna exigua* (Cnidaria: Hydrozoa) from a Sandy Bottom of the Ligurian Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 78:1101–1111.

- Cerrano C., Puce S., Chiantore M., Bavestrello G., Cattaneo-Vietti R. (2001) The influence of the epizoic hydroid *Hydractinia angusta* on the recruitment of the Antarctic scallop *Adamussium colbecki*. *Polar Biology* 24:577–581.
- Chesson P.L., Huntly N. (1988) Community consequences of life-history traits in a variable environment. *Annales Zoologici Fennici* 25:5–16.
- Clarke A. (1993) Temperature and extinction in the sea: a physiologist's view. *Paleobiology* 19:499–518.
- Coma R., Ribes M. (2003) Seasonal energetic constraints in Mediterranean benthic suspension feeders: effects at different levels of ecological organization. *Oikos* 101:205–215.
- Coma R., Ribes M., Gili J., Zabala M. (2000) Seasonality in coastal benthic ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution* 15:448–453.
- Coma R., Ribes M., Serrano E., Jiménez E., Salat J., Pascual J. (2009) Global warming-enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:6176–6181.
- Cornelius P.F.S. (1992) Medusa loss in leptolid Hydrozoa (Cnidaria), hydroid rafting, and abbreviated life-cycles among their remote-island faune: an interim review. *Scientia Marina* 56:245–261.
- Correia M.D., Silva J.L. (1990) Caracterização das comunidades incrustantes e a fauna associada em painéis experimentais na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. In: Academia de Ciências do Estado de São Paulo (Ed.). II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo. São Paulo. 498p. ACIESP. pp 89–110.
- Cunha A.F., Jacobucci G.B. (2010) Seasonal variation of epiphytic hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) associated to a subtropical *Sargassum cymosum* (Phaeophyta: Fucales) bed. *Zoologia* 27:945–955.
- Currie D.R., Parry G.D. (1999) Changes to benthic communities over 20 years in Port Phillip Bay, Victoria, Australia. *Marine Pollution Bulletin* 38:36–43.

- Dayton P.K. (1971) Competition, Disturbance, and Community Organization: The Provision and Subsequent Utilization of Space in a Rocky Intertidal Community. *Ecological Monographs* 41:351–389.
- Dayton P.K. (1989) Interdecadal variation in an Antarctic sponge and its predators from oceanographic climate shifts. *Science* 245:1484–1486.
- Dean T.A., Hurd L.E. (1980) Development in an Estuarine Fouling Community: The Influence of Early Colonists on Later Arrivals. *Oecologia* 46:295–301.
- Di Camillo C.G., Bavestrello G., Valisano L., Puce S. (2008) Spatial and temporal distribution in a tropical hydroid assemblage. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88:1589–1599.
- Di Camillo C.G., Betti F., Bo M., Martinelli M., Puce S., Vasapollo C., Bavestrello G. (2012) Population dynamics of *Eudendrium racemosum* (Cnidaria, Hydrozoa) from the North Adriatic Sea. *Marine Biology* 159:1593–1609.
- Dunson W.A., Travis J. (1991) The role of abiotic factors in community organization. *The American Naturalist* 138:1067–1091.
- Dye A.H. (1998) Community-level analyses of long-term changes in rocky littoral fauna from South Africa. *Marine Ecology Progress Series* 164:47–57.
- Eastwood M.M., Donahue M.J., Fowler A.E. (2007) Reconstructing past biological invasions: niche shifts in response to invasive predators and competitors. *Biological Invasions* 9:397–407.
- Edwards C. (1972) The hydroids and the medusae *Podocoryna areolata*, *P. borealis* and *P. carnea*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 52:97–144.
- Ellis J.C., Shulman M.J., Wood M., Witman J.D., Lozyniak S. (2007) Regulation of intertidal food webs by avian predators on New England rocky shores. *Ecology* 88:853–863.
- Fonseca A., Brandini N., Machado E. da C., Brandini F.P. (2008) Variação espacial e sazonal da produção primária microfitobêntica em uma planície entremarés subtropical, Baía de Paranaguá, Paraná-Brasil. *INSULA Revista de Botânica* 37:19–34

- Frid C.L.J., Garwood P.R., Robinson L.A. (2009) Observing change in a North Sea benthic system: A 33 year time series. *Journal of Marine Systems* 77:227–236.
- Frid C.L.J., Harwood K.G., Hall S.J., Hall J.A. (2000) Long-term changes in the benthic communities on North Sea fishing grounds. *Journal of Marine Science* 57:1303–1309.
- Fridley J.D., Stachowicz J.J., Naeem S., Sax D.F., Seabloom E.W., Smith M.D., Stohlgren T.J., Tilman D., Von Holle B. (2007) The invasion paradox: reconciling pattern and process in species invasions. *Ecology* 88:3–17.
- Gili J.-M., Alvà V., Coma R., Orejas C., Pagès F., Ribes M., Zabala M., Arntz W., Bouillon J., Boero F., Hughes R.G. (1998) The impact of small benthic passive suspension feeders in shallow marine ecosystems: the hydroids as an example. Commemorative volume for the 80th birthday of Willem Vervoort in 1997 In: *Zool Verh Leiden*:99–105.
- Gili J.-M., Hughes R.G. (1995) The Ecology of marine benthic hydroids. *Oceanography and Marine Biology* 33:351–426.
- Gili J.-M., Murillo J., Ros J. (1989) The distribution pattern of benthic cnidarians in the Western Mediterranean. *Scientia Marina* 53:19–35.
- Gili J.-M., Petraitis P.S. (2009) Seasonal Dynamics. In: M. Wahl (ed.), *Marine Hard Bottom Communities*, Ecological Studies Volume 206. Springer-Verlag Heidelberg, pp 191–200.
- Giraudeau P. (2012) *pgirmess*: Data analysis in ecology. R package version 154:<http://CRAN.R-project.org/package=pgirmess>.
- Gotelli N.J., Entsminger G.L. (2001). *EcoSim*: Null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm> (último acceso 07/2012).
- Gray J.S., Christie H. (1983) Predicting long-term changes in marine benthic communities. *Marine Ecology Progress Series* 13:87–94.
- Grosberg R.K., Levitan D.R. (1992) For adults only? Supply-side ecology and the history of larval biology. *Trends in Ecology & Evolution* 7:130–133.

- Hagberg J., Jonze N., Lundberg P., Ripa J. (2003) Uncertain biotic and abiotic interactions in benthic communities. *Oikos*:353–361.
- Hart S.P., Marshall D.J. (2009) Spatial arrangement affects population dynamics and competition independent of community composition. *Ecology* 90:1485–1491.
- Holland A.F., Polgar T.T. (1976) Seasonal Changes in the Structure of an Intertidal Community. *Marine Biology* 37:341–348.
- Hughes R.G. (1983) The life-history of *Tubularia indivisa* (Hydrozoa: Tubulariidae) with observations on the status of *T. ceratogyne*. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom* 63:467–479.
- Hughes T.P., Baird A.H., Dinsdale E.A., Moltschaniwskyj N.A., Pratchett M.S., Tanner J.E., Willis B.L. (2000) Supply-side ecology works both ways: the link between benthic adults, fecundity, and larval recruits. *Ecology* 81:2241–2249.
- Instituto de Geociências/USP. 2008. Complexo estuarino-lagunar Cananéia-Iguape-Paranaguá e águas litorâneas. 103-110. In: Relatório de situação dos recursos hídricos da Unidade de Gerenciamento N° 11: Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul [http://geolig.igc.usp.br/geoproc/rs\\_ugrhi\\_rb/app/RS-2\\_2\\_7\\_](http://geolig.igc.usp.br/geoproc/rs_ugrhi_rb/app/RS-2_2_7_). (último acesso 22/08/12).
- Jackson J.B.C. (1977) Competition on marine hard substrata: the adaptive significance of solitary and colonial strategies. *The American Naturalist* 111:743–767.
- Jaubet M.L., Genzano G.N. (2011) Seasonality and reproductive periods of the hydroid *Clytia gracilis* in temperate littoral ecosystems. Is asexual reproduction the prime mechanism in maintaining populations? *Marine Biology Research* 7:804–811.
- Karlson R.H. (1978) Predation and space utilization patterns in a marine epifaunal community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 31:225–239.
- Karlson R.H. (1980) Alternative competitive strategies in a periodically disturbed habitat. *Bulletin of Marine Science* 30:894–900.

- Karlson R.H. (1981) A simulation study of growth inhibition and predator resistance in *Hydractinia echinata*. *Ecological Modelling* 13:29–47.
- Klôh A.S. (2011) Tolerância fisiológica do bivalve *Mytella charruana*, dos cirripédios *Amphibalanus reticulatus*, *Fistulobalanus citerosum* e *Megabalanus coccopoma* e potencial invasor. Dissertação Mestrado em Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba 60 pp.
- Knoppers B.A., Brandini F.P., Thamm C.A. (1987) Ecological studies in the bay of Paranaguá. Some physical and chemical characteristics. *Nerítica* 2:1–36.
- Krohling W., Zalmon I.R. (2008) Epibenthic Colonization on an Artificial Reef in a Stressed Environment off the North Coast of the Rio de Janeiro State, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 51:213–221.
- Kroiher M., Berking S. (1999) On natural metamorphosis inducers of the cnidarians *Hydractinia echinata* (Hydrozoa) and *Aurelia aurita* (Scyphozoa). *Helgoland Marine Research* 53:118–121.
- Lana P.C., Marone E., Lopes R.M., Machado E.C. (2001) The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. *Ecological Studies* 144:131–145.
- Luz B.L.P. (2012) Espécies exóticas incrustantes nas Baías de Guaratuba e Paranaguá, Paraná. Relatório de pesquisa do 20º EVINCI da Universidade Federal do Paraná, Curitiba 20 pp.
- López M.S., Coutinho R. (2009) Acoplamento plâncton-bentos: o papel do suprimento larval na estrutura das comunidades bentônicas de costões rochosos. *Oecologia Australis* 12:575–601.
- Marone E., Machado E.C., Lopes R.M., Silva E.T. (2005) Land-ocean fluxes in the Paranaguá Bay estuarine system, southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 53:169–181.
- Martins C.C., Braun J.A.F., Seyffert B.H., Machado E.C., Fillmann G. (2010) Anthropogenic organic matter inputs indicated by sedimentary fecal steroids in a large South American tropical estuary (Paranaguá estuarine system, Brazil). *Marine Pollution Bulletin* 60:2137–2143.
- Martins C.C., Seyffert B.H., Braun J.A.F., Fillmann G. (2011) Input of organic matter in a large south american tropical estuary (Paranaguá Estuarine System, Brazil) indicated by sedimentary

- sterols and multivariate statistical approach. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 22:1585–1594.
- Maughan B.C., Barnes D.K.A. (2000) Seasonality of competition in early development of subtidal encrusting communities. *Marine Ecology* 21:205–220.
- Menge B.A. (1995) Indirect effects in marine rocky intertidal interaction webs: patterns and importance. *Ecological Monographs* 65:21–74.
- Miglietta M.P., Lessios H.A. (2009) A silent invasion. *Biological Invasions* 11:825–834.
- Miglietta M.P., McNally L., Cunningham C.W. (2010) Evolution of Calcium-carbonate Skeletons in the Hydractiniidae. *Integrative and Comparative Biology* 50:428–435.
- Migotto A.E., Marques A.C., Flynn M.N. (2001) Seasonal recruitment of hydroids (Cnidaria) on experimental panels in the São Sebastião Channel, Southeastern Brazil. *Bulletin of Marine Science* 68:287–298.
- Miron G., Boudreau B., Bourget E. (1995) Use of larval supply in benthic ecology: testing correlations between larval supply and larval settlement. *Marine Ecology Progress Series* 124:301–305.
- Moreira G.S., Nipper M.G., Leite L.R. (1979) On *Stylactis hooperi* Sigerfoos, 1899 (Hydrozoa, Hydractiniidae) a new addition to the fauna of southern Brazil. *Biogeography and Evolution in the southern Hemisphere* 2:679–689.
- Netto S.A., Lana P.C. (1996) Benthic macrofauna of *Spartina alterniflora* marshes and nearby unvegetated tidal flats of Paranaguá Bay (SE Brazil). *Nerítica* 10:41–55.
- Neves C.S., Rocha R.M. (2008) Introduced and cryptogenic species and their management in Paranaguá Bay, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 51:623–633.
- Neves C.S., Rocha R.M., Pitombo F.B., Roper J.J. (2007) Use of artificial substrata by introduced and cryptogenic marine species in Paranaguá Bay, southern Brazil. *Biofouling* 23:319–30.
- Nichols F.H. (1985) Abundance Fluctuations among Benthic Invertebrates in Two Pacific Estuaries. *Estuaries* 8:136–144.



- Nipper-Buscariolli M., Moreira G.S. (1983) Combined effects of temperature and salinity on *Stylactis hooperi* Sigerfoos 1899 (Hydrozoa, Hydractiniidae). I. Colony Growth, Development of medusa buds and hydrant degeneration. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 18:111–120.
- Noernberg M.A., Lautert L.F.C., Araújo A.D., Marone E., Angelotti R., Netto Jr J.P.B. (2004) Remote Sensing and GIS Integration for Modelling the Paranaguá Estuarine Complex -Brazil. *Journal of Coastal Research* 39(SI):1627–1631.
- Nogueira Jr M. (2012) Gelatinous zooplankton fauna (Cnidaria, Ctenophora and Thaliacea) from Baía da Babitonga (southern Brazil). *Zootaxa* 3398:1–21.
- Obermüller B.E., Morley S.A., Barnes D.K.A., Peck L.S. (2010) Seasonal physiology and ecology of Antarctic marine benthic predators and scavengers. *Marine Ecology Progress Series* 415:109–126.
- Okamura B. (1986) Formation and disruption of aggregations of *Mytilus edulis* in the fouling community of San Francisco Bay, California. *Marine Ecology Progress Series* 30:275–282.
- Osman R.W. (1978) The Influence of Seasonality and Stability on the Species Equilibrium. *Ecology* 59:383–399.
- Osman R.W., Haugsness J.A. (1981) Mutualism among Sessile Invertebrates: A Mediator of Competition and Predation. *Science* 211:846–848.
- Osman R.W., Whitlatch R.B. (1995) The influence of resident adults on recruitment: a comparison to settlement. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 190:169–198.
- Park C.S., Hwang E.K. (2012) Seasonality of epiphytic development of the hydroid *Obelia geniculata* on cultivated *Saccharina japonica* (Laminariaceae, Phaeophyta) in Korea. *Journal of Applied Phycology* 24:433–439.
- Pearse J.S., McClintock J.B., Bosch I. (1991) Reproduction of Antarctic benthic marine invertebrates: tempos, modes, and timing. *American Zoologist* 31:65–80.

- Piraino S., De Vito D., Schmich J., Bouillon J., Boero F. (2004) Reverse development in Cnidaria. *Canadian Journal of Zoology* 82:1748–1754.
- Puce S., Bavestrello G., Di Camillo C.G., Boero F. (2009) Long-term changes in hydroid (Cnidaria, Hydrozoa) assemblages: effect of Mediterranean warming? *Marine Ecology* 30:313–326.
- Rajagopal S., Nair K.V.K., Van Der Velde G., Jenner H.A. (1997) Seasonal settlement and succession of fouling communities in Kalpakkam, East coast of India. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 30:309–325.
- Rodríguez S., Alvizu A., Tagliafico A., Bastidas C. (2008) Low natural repopulation of marginal coral communities under the influence of upwelling. *Hydrobiologia* 624:1–11.
- Ruiz G.M., Carlton J.T., Grosholz E.D., Hines A.H. (1997) Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. *American Zoologist* 37:621–632.
- Russ G.R. (1982) Overgrowth in a marine epifaunal community: Competitive hierarchies and competitive networks. *Oecologia* 53:12–19.
- Santos D., Christo S.W. (2010) Estudo populacional de *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) em duas populações naturais do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, Paraná - Brasil. XIX Encontro Anual de Iniciação Científica (EAIC) - Unicentro, Guarapuava 28–31.
- Sarvala J. (1986) Interannual variation of growth and recruitment in *Pontoporeia affinis* (Lindström) (Crustacea: Amphipoda) in relation to abundance fluctuations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 101:41–59.
- Schmich J., Kraus Y., De Vito D., Grazziusi D., Boero F., Piraino S. (2007) Induction of reverse development in two marine Hydrozoans. *The International Journal of Developmental Biology* 51:45–56.
- Schuchert P. (2008) The European athecate hydroids and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Filifera Part 3. *Revue Suisse de Zoologie* 115:221–302.

- Silguero J.M.B., Robison B.H. (2000) Seasonal abundance and vertical distribution of mesopelagic calyophoran siphonophores in Monterey Bay, CA. *Journal of Plankton Research* 22:1139–1153.
- Sorte C.J.B., Williams S.L., Zerebecki R.A. (2010) Ocean warming increases threat of invasive species in a marine fouling community. *Ecology* 91:2198–2204.
- Sprung M. (1995) Physiological energetics of the zebra mussel *Dreissena polymorpha* in lakes II. Food uptake and gross growth efficiency. *Hydrobiologia* 304:133–146.
- Strayer D.L., Eviner V.T., Jeschke J.M., Pace M.L. (2006) Understanding the long-term effects of species invasions. *Trends in Ecology & Evolution* 21:645–51.
- Sutherland J.P., Karlson R.H. (1977) Development and stability of the fouling community at Beaufort, North Carolina. *Ecological Monographs* 47:425–446.
- Swami B.S., Udhayakumar M. (2010) Seasonal influence on settlement, distribution and diversity of fouling organisms at Mumbai harbour. *Indian Journal of Marine Sciences* 39:57–67.
- Tessmar-Raible K., Raible F., Arboleda E. (2011) Another place, another timer: Marine species and the rhythms of life. *Bioessays* 33:165–172.
- Trussell G.C., Ewanchuk P.J., Bertness M.D. (2003) Trait-mediated effects in rocky intertidal food chains: predator risk cues alter prey feeding rates. *Ecology* 84:629–640.
- Underwood A.J. (1984) Vertical and seasonal patterns in competition for microalgae between intertidal gastropods. *Oecologia* 64:211–222.
- Vermeij M.J.A. (2006) Early life-history dynamics of Caribbean coral species on artificial substratum: the importance of competition, growth and variation in life-history strategy. *Coral Reefs* 25:59–71.
- Wood S.A., Lilley S.A., Schiel D.R., Shurin J.B. (2010) Organismal traits are more important than environment for species interactions in the intertidal zone. *Ecology letters* 13:1160–71.
- Woodin S.A., Jackson J.B.C. (1979) Interphyletic competition among marine benthos. *American Zoologist* 19:1029–1043.

WoRMS (2012) World Register of Marine Species <http://www.marinespecies.org/index.php>. (último acesso 21/10/2012).

Yund P.O., Cunningham C.W., Buss L.W. (1987) Recruitment and postrecruitment interactions in a colonial hydroid. *Ecology* 68:971–982.

Zajac R.N. (1991) Population ecology of *Polydora ligni* (Polychaeta: Spionidae). I. Seasonal variation in population characteristics and reproductive activity. *Marine Ecology Progress Series* 77:197–206.

ANEXO 1 - Porcentagem média de cobertura de *Podocoryna* sp. nov. nos ciclos estacionais, nas estações, desvio padrão (D.P.) e a amplitude de valores registrados por estação e nas faces interna e externa das placas instaladas na foz do Rio Itiberê.

		Ciclo estacional 1			Ciclo estacional 2			Ciclo estacional 3			Ciclo estacional 4		
Média		23,4			6,2			8,0					
		1 out			2 out/inv			3 out/inv			4 out/inv		
Face	total	I	E	total	I	E	total	I	E	total	I	E	
Média	5,0	6,1	4,0	23,1	25,2	21,2	0,0	0,2	0,0	12,0	14,1	12,1	
D.P.	±11,8	±9,2	±12,0	±33,2	±34,3	±33,3	0,0	0,0	0,0	±27,0	±26,3	±27,0	
mín - máx	0,0-52,5	0,0-52,5	0,0-27,5	0,0-100,0	0,0-100,0	0,0-82,5	0,0-0,0	0,0-0,0	0,0-0,0	0,0-100,0	0,0-85,0	0,0-100,0	
		1 inv/pri			2 inv/pri			3 inv/pri					
Face	total	I	E	total	I	E	total	I	E				
Média	9,0	9,4	8,4	0,4	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	-	-	-	
D.P.	±23,0	±26,5	±20,1	±1,2	±0,7	±1,5	0,0	0,0	0,0	-	-	-	
mín - máx	0,0-80,0	0,0-80,0	0,0-57,5	0,0-5,0	0,0-2,5	0,0-5,0	0,0-0,0	0,0-0,0	0,0-0,0	-	-	-	
		1 pri/ver			2 pri/ver			3 pri/ver					
Face	total	I	E	total	I	E	total	I	E				
Média	33,1	35,0	31,5	1,0	1,7	0,2	4,0	1,5	6,0	-	-	-	
D.P.	±31,0	±32,1	±30,5	±3,5	±5,0	±0,7	±15,2	±5,5	±21,0	-	-	-	
mín - máx	0,0-90,0	0,0-90,0	0,0-75,0	0,0-17,5	0,0-17,5	0,0-2,5	0,0-77,5	0,0-20,0	0,0-77,5	-	-	-	
		1 ver/out			2 ver/out			3 ver/out					
Face	total	I	E	total	I	E	total	I	E				
Média	43,0	53,0	32,0	0,0	0,0	0,0	28,0	30,0	26,0	-	-	-	
D.P.	±36,0	±35,0	±34,4	±0,0	±0,0	±0,0	±32,0	±36,0	±28,0	-	-	-	
mín - máx	0,0-100,0	0,0-95,0	0,0-100,0	0,0-0,0	0,0-0,0	0,0-0,0	0,0-100,0	0,0-100	0,0-77,5	-	-	-	

ANEXO 2 - Porcentagem média de cobertura e desvio padrão dos morfotipos/espécies registrados nas placas instaladas na foz do Rio Itiberê ao longo dos ciclos de estações. As classificações taxonômicas seguem o estabelecido no World Register of Marine Species (WoRMS, 2012).

Morfotipos/espécies	ciclo estacional 1	ciclo estacional 2	ciclo estacional 3	TOTAL
<b>PORIFERA</b>				
<b>Porifera morfotipo 1 não identificado</b>	0,5 ± 2,0	0,5 ± 2,0	0,4 ± 2,0	0,5 ± 2,0
<b>Porifera morfotipo 2 não identificado</b>	0,1 ± 0,8	0,5 ± 2,5	2,0 ± 4,1	0,8 ± 3,0
<b>Porifera morfotipo 3 não identificado</b>	0,1 ± 1,0	0,4 ± 2,0	0,0	0,2 ± 1,2
<b>CNIDARIA</b>				
Classe Anthozoa Ehrenberg, 1834				
Subclasse Hexacorallia				
Ordem Actiniaria Carlgren, 1949				
<b>Actiniaria morfotipo 1</b>	0,3 ± 1,5	0,5 ± 2,0	0,2 ± 1,0	0,3 ± 1,5
Subclasse Octocorallia Haeckel, 1866				
Ordem Alcyonacea Lamouroux, 1812				
<b>Stragulum bicolor (Ofwegen &amp; Haddad, 2011)</b>	1,6 ± 3,1	0,0 ± 0,2	0,2 ± 0,8	0,5 ± 2,0
Classe Hydrozoa Owen, 1843				
Subclasse Hydroidolina Collins & Marques, 2004				
Ordem Anthoathecata Cornelius, 1992				
<b>Podocoryna sp. nov.</b>	23,4 ± 31,0	6,2 ± 19,0	7,7 ± 21,0	12,0 ± 25,0
<b>Eudendrium carneum Clarke, 1882</b>	1,1 ± 3,6	0,2 ± 1,7	0,6 ± 2,4	0,6 ± 2,6
<b>Garveia franciscana Torrey, 1902</b>	0,4 ± 2,2	0,6 ± 2,2	0,0	0,3 ± 1,7
Ordem Leptothecata Cornelius, 1992				
<b>Obelia dichotoma (Linnaeus, 1758)</b>	1,0 ± 6,2	1,1 ± 6,1	0,0 ± 0,5	0,8 ± 5,6
<b>Obelia bidentata Clarke, 1875</b>	0,5 ± 2,4	0,1 ± 0,8	0,0 ± 0,2	0,2 ± 1,4
<b>Clytia gracilis (Sars, 1850)</b>	1,2 ± 5,4	2,0 ± 7,1	0,0	1,0 ± 5,0
<b>Clytia linearis (Thornely, 1899)</b>	0,3 ± 2,1	0,4 ± 2,6	0,0	0,2 ± 2,0
<b>ANNELIDA</b>				
Classe Polychaeta Grube, 1850				
<b>Poliqueta (um morfotipo não identificado)</b>	1,5 ± 3,4	0,5 ± 2,3	0,0 ± 0,2	0,6 ± 2,3
<b>Tubo de poliqueta</b>	1,0 ± 3,4	0,3 ± 1,2	3,0 ± 7,0	1,2 ± 4,4
Subclasse Canalipalpata Rouse & Fauchald, 1997				
Ordem Sabellida				
<b>Hydroides sanctaecrucis Krøyer in Mörch, 1863</b>	0,1 ± 0,6	0,2 ± 0,6	0,1 ± 0,4	0,1 ± 0,5
<b>Parasabella sp.</b>	0,0	0,0 ± 0,2	0,0 ± 0,2	0,0 ± 0,2
Ordem Terebellida sensu Rouse & Fauchald, 1997				
<b>Nicolea venustula (Montagu, 1818)</b>	0,0	0,0 ± 0,2	0,0 ± 0,3	0,0 ± 0,2
<b>MOLLUSCA</b>				
Classe Bivalvia Linnaeus, 1758				
Subclasse Heterodonta Neumayr, 1884				
Ordem Euheterodonta				
<b>Hiatella sp.</b>	0,0 ± 0,2	0,1 ± 0,7	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,7
Subclasse Pteriomorphia Beurlen, 1944				
<b>Ostra (3 morfotipos não identificados)</b>	6,3 ± 10,0	2,0 ± 3,3	2,5 ± 6,0	3,2 ± 7,0

## ANEXO 2 - Continuação

Morfotipos/espécies	ciclo estacional 1	ciclo estacional 2	ciclo estacional 3	TOTAL
<b>MOLLUSCA</b>				
Classe Bivalvia Linnaeus, 1758				
Subclasse Heterodonta Neumayr, 1884				
Ordem Mytiloidea Férussac, 1822				
<b>Mexilhão (cinco morfotipos não identificados)</b>	4,0 ± 11,5	16,0 ± 29,3	2,2 ± 10,0	7,0 ± 19,5
<b>CRUSTACEA</b>				
Classe Malacostraca				
Subclasse Eumalacostraca				
Ordem Amphipoda Latreille, 1816				
<b>Monocorophium acherusicum (Costa, 1851)</b>	0,4 ± 1,6	4,3 ± 14,0	0,0 ± 0,3	1,5 ± 8,1
Classe Maxillopoda Dahl, 1956				
Infraclasse Cirripedia Burmeister, 1834				
Subordem Balanomorpha Pilsbry, 1916				
<b>Amphibalanus eburneus (Gold, 1841)</b>	0,4 ± 1,0	1,0 ± 3,0	0,2 ± 0,7	0,5 ± 2,0
<b>Amphibalanus improvisus (Darwin, 1854)</b>	0,1 ± 1,0	0,3 ± 1,0	0,0 ± 0,4	0,2 ± 1,0
<b>Amphibalanus reticulatus (Utinoni, 1967)</b>	0,6 ± 2,0	0,0 ± 0,4	0,0 ± 0,2	0,2 ± 1,1
<b>Fistulobalanus citerosum (Henry, 1974)</b>	3,2 ± 9,0	7,0 ± 16,0	1,0 ± 2,4	3,3 ± 11,0
<b>Megabalanus coccopoma (Darwin, 1854)</b>	0,0	0,0	0,0 ± 0,5	0,0 ± 0,2
<b>BRYOZOA</b>				
Classe Gymnolaemata Allman, 1856				
Ordem Ctenostomatida Busk, 1852				
<b>Aeverrillia setigera (Hincks, 1887)</b>	0,0	0,3 ± 4,0	0,0	0,1 ± 2,0
<b>Alcyonidium sp.</b>	0,0	0,2 ± 1,5	0,0	0,0 ± 1,0
Ordem Cheilostomatida Busk, 1852				
<b>Biflustra sp.</b>	0,2 ± 1,0	0,2 ± 1,3	0,0 ± 0,2	0,1 ± 1,0
<b>Bugula neritina (Linnaeus, 1758)</b>	0,0	0,0	0,0 ± 0,3	0,0 ± 0,2
<b>Bugula stolonifera Ryland, 1960</b>	0,0	0,1 ± 1,2	0,0	0,0 ± 0,7
<b>Sinoflustra annae (Osburn, 1953)</b>	0,1 ± 5,4	0,1 ± 5,0	2,0 ± 9,0	1,0 ± 6,5
<b>Electridae d'Orbigny, 1851 (duas espécies)</b>	12,0 ± 25,0	10,5 ± 19,0	10,0 ± 20,0	10,4 ± 21,0
<b>Hippoporina indica Madhavan Pillai, 1978</b>	24,4 ± 23,4	23,0 ± 28,0	39,0 ± 34,0	31,0 ± 30,4
<b>TUNICATA</b>				
Classe Ascidiacea Nielsen, 1995				
Ordem Aplousobranchia Lahille, 1886				
<b>Diplosoma listerianum (Milne-Edwards, 1841)</b>	0,0	0,0	6,2 ± 16,0	2,0 ± 9,3
Ordem Stolidobranchia Lahille, 1887				
<b>Microcosmus exasperatus Heller, 1878</b>	0,1 ± 0,6	0,0 ± 0,7	0,3 ± 1,0	0,1 ± 0,8
<b>Molgula phytophila Monniot, 1970</b>	0,2 ± 1,3	4,5 ± 13,5	2,0 ± 4,3	2,0 ± 8,2
<b>ENTOPROCTA</b>				
<b>Entoprocta (um morfotipo não identificado)</b>	0,7 ± 3,0	1,1 ± 4,0	0,9 ± 3,0	1,0 ± 3,2

ANEXO 3 – Porcentagem média de cobertura e desvio padrão dos invertebrados incrustantes considerados mais abundantes (cobertura $\geq$ 5%), por estação, nas placas instaladas na foz do Rio Itiberê.

Espécie/ morfotipo	ciclo estacional 1	ciclo estacional 2	ciclo estacional 3	ciclo estacional 4
	1 out	2 out/inv	3 out/inv	4 out/inv
Electridae	1,4 $\pm$ 2,4	3,2 $\pm$ 5,1	3,1 $\pm$ 8,3	5,1 $\pm$ 11,1
<i>H. indica</i>	36,1 $\pm$ 17,4	26,0 $\pm$ 24,0	51,1 $\pm$ 21,0	58,5 $\pm$ 29,0
mexilhão	0,9 $\pm$ 0,0	0,4 $\pm$ 1,3	2,0 $\pm$ 4,0	0,2 $\pm$ 1,0
<i>F. citerosum</i>	0,0	0,1 $\pm$ 0,5	0,0	0,0
vazio	8,0 $\pm$ 7,0	9,0 $\pm$ 15,0	8,0 $\pm$ 6,0	10,0 $\pm$ 12,0
	1 inv/pri	2 inv/pri	3 inv/pri	
Electridae	59,0 $\pm$ 29,5	26,0 $\pm$ 28,3	28,4 $\pm$ 28,5	-
<i>H. indica</i>	3,2 $\pm$ 5,6	14,0 $\pm$ 12,0	3,2 $\pm$ 5,0	-
mexilhão	0,0	0,1 $\pm$ 0,5	0,5 $\pm$ 0,6	-
<i>F. citerosum</i>	0,0	0,3 $\pm$ 0,8	0,0	
vazio	8,0 $\pm$ 9,0	13,0 $\pm$ 13,0	31,0 $\pm$ 24,0	
	1 pri/ver	2 pri/ver	3 pri/ver	
Electridae	4,2 $\pm$ 6,0	12,0 $\pm$ 15,5	2,7 $\pm$ 8,0	-
<i>H. indica</i>	26,0 $\pm$ 29,0	51,4 $\pm$ 32,5	63,2 $\pm$ 29,2	-
mexilhão	11,3 $\pm$ 20,3	4,3 $\pm$ 12,5	7,0 $\pm$ 1,4	-
<i>F. citerosum</i>	0,0	0,0	2,0 $\pm$ 3,0	
vazio	10,0 $\pm$ 13,0	16,0 $\pm$ 25,0	0,0	
	1 ver/out	2 ver/out	3 ver/out	
Electridae	1,1 $\pm$ 2,1	2,0 $\pm$ 6,0	2,2 $\pm$ 4,4	-
<i>H. indica</i>	24,0 $\pm$ 22,3	1,1 $\pm$ 3,1	43,2 $\pm$ 34,0	-
mexilhão	3,0 $\pm$ 7,0	57,0 $\pm$ 29,4	0,2 $\pm$ 19,1	-
<i>F. citerosum</i>	11,0 $\pm$ 14,0	25,0 $\pm$ 23,0	2,2 $\pm$ 3,2	
vazio	7,0 $\pm$ 9,0	8,0 $\pm$ 13,0	11,0 $\pm$ 20,0	