

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCIANA ALTVATER

COMPOSIÇÃO E SAZONALIDADE DE CNIDÁRIOS EM SUBSTRATO ARTIFICIAL,
NA FOZ DO RIO ITIBERÊ, BAÍA DE PARANAGUÁ, PARANÁ

CURITIBA
2009

LUCIANA ALTVATER

COMPOSIÇÃO E SAZONALIDADE DE CNIDÁRIOS EM SUBSTRATO ARTIFICIAL,
NA 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.

Orientador: Maria Angélica Haddad

CURITIBA
2009

Termo de aprovação

**COMPOSIÇÃO E SAZONALIDADE DE CNIDÁRIOS EM
SUBSTRATO ARTIFICIAL, NA FOZ DO RIO ITIBERÊ, BAÍA DE
PARANAGUÁ, PARANÁ.**

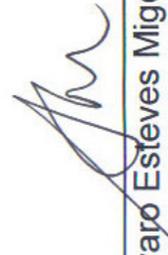
por

Luciana Altvater

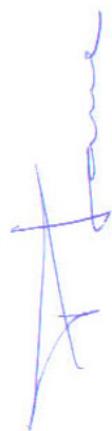
Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zootologia, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zootologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores



Dra. Maria Angélica Haddad
Presidente e Orientadora



Dr. Alvaro Esteves Migotto - USP



Dr. Paulo da Cunha Lana - UFPR

Curitiba, 03 de março de 2009.

SUMARIO

Sumário	i
Agradecimentos	iii
Lista de figuras	v
Lista de tabelas	xi
Resumo	1
Abstract	3
Prefácio	5
Referências Bibliográficas	10
Capítulo I - Cnidários bentônicos da Baía de Paranaguá: definindo padrões de recrutamento	13
Resumo	14
Abstract	16
Introdução	18
Metodologia	24
Área de estudo	24
Local dos experimentos	26
Procedimentos de campo	28
Análise quantitativa das placas	30
Suficiência amostral	32
Análise dos dados	33
Resultados	37
Variação temporal no recrutamento das espécies	39

Padrões de similaridade entre os tratamentos dentro, pareado e entre os dois meses de submersão	52
A assembléia de cnidários	54
Fauna dos demais Invertebrados que recrutaram	58
Discussão	61
Referências Bibliográficas	75
Capítulo II: Sucessão de cnidários bentônicos em um ambiente estuarino	84
Resumo	85
Abstract	87
Introdução	89
Metodologia	95
Local dos experimentos	95
Procedimentos de campo	95
Análise quantitativa das placas	96
Suficiência amostral	97
Análise dos dados	98
Resultados	100
Distribuição temporal das espécies de cnidários	103
A assembléia de cnidários	116
Fauna dos demais Invertebrados	123
Discussão	128
Sucessão dos demais invertebrados	138
Referências Bibliográficas	141
Conclusões gerais	149

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Maria Angélica Haddad, por ter me apresentado com tanto entusiasmo os cnidários. Pela orientação, incentivo e atenção em todos os momentos.

Aos meus colegas e ex-colegas do Laboratório de estudos de Cnidaria e Bryozoa, Ana Caroline Cabral, Ariane Lima Betim, Halina Heyse, Jovana Karoline de Lima, Julia Beneti, Juliana Müller, Renato Mitsuo e Tatiane Klingelfus, pelo auxílio nas saídas de campo, pelas conversas no lab e por tornarem o trabalho mais divertido.

Ao Marcos Paulo Trindade da Veiga pela ajuda na identificação das cracas, pelo auxílio nas coletas e por deixá-las sempre mais animadas.

Ao Leonardo Caparroz pelo auxílio em campo, pelas dicas e troca de idéias.

À Profa. Dra. Rosana Moreira da Rocha pelas importantes sugestões e discussões a respeito das análises.

Ao Miodeli Nogueira pelas dicas de estatística.

À Halina Heyse e ao Leandro Manzoni, pela identificação dos briozoários.

Ao Fabio Pitombo pela identificação das cracas.

À Nadia Bonnet, Tatiane Moreno e Thaís Zanata pela identificação das ascídias.

À Verônica Maria de Oliveira, pela identificação dos poliquetas.

Ao Programa de Pós-graduação em Zoologia da UFPR por todo suporte e incentivo à pesquisa.

Ao pessoal da administração do late Clube de Paranaguá pelo espaço concedido.

Aos meus pais, Arlindo de Mattos Altvater e Catarina Altvater, por todo amor, carinho e educação que recebi durante minha vida. Foi o apoio de vocês que me possibilitou chegar até aqui.

Aos meus irmãos e meus sobrinhos, que estiveram sempre presentes.

Ao Alexandre Dias Kassuga, pelo amor, amizade e incentivo. Você foi meu companheiro nos momentos mais importantes desta etapa de minha vida. Ah, e não posso esquecer de agradecer pela ajuda na estatística, é claro!

À todos meus amigos (da época de colégio, graduação e mestrado), pelos momentos de descontração.

À Capes pela bolsa concedida durante todo período do curso.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figura 1: Mapa da Baía de Paranaguá e sua localização no Brasil e no estado do Paraná. O barco representa o late Clube de Paranaguá, local onde foram instaladas as placas experimentais (mapa adaptado do Google Earth) 23
- Figura 2: Variação diária de salinidade e temperatura ao longo de dois meses no Canal da Galheta, Baía de Paranaguá/ PR, obtida de Marone & Noenberg (2002) 26
- Figura 3: Variação de salinidade em três pontos próximos à foz do Rio Itiberê 27
- Figura 4: Variação de temperatura em três pontos próximos à foz do Rio Itiberê 27
- Figura 5: A) Flutuadores que dão acesso às embarcações. B) Estrutura de sustentação do píer 28
- Figura 6: A) Placas de poliestireno utilizadas no experimento. B) Após serem retiradas da água, as placas foram mantidas em baldes plásticos contendo água do mar do local 30
- Figura 7: Esquema do late Clube de Paranaguá. Os pontos vermelhos representam os locais de colocação dos conjuntos experimentais 30
- Figura 8: Esquema do quadrado reticulado utilizado para a análise das placas experimentais. As quadrículas sombreadas são utilizadas na análise das placas de recrutamento 32
- Figura 9: Curva do coletor utilizada para verificar a suficiência amostral de placas experimentais de recrutamento na Baía de Paranaguá 33
- Figura 10: Esquema de comparação entre placas de recrutamento submersas por 1 mês (1m) e 2 meses (2m). PAREADO (P) – comparação entre as placas submersas no mesmo período após 1 e 2 meses de exposição; DENTRO (D) – comparação entre as placas de 2

meses e 1 mês analisadas no mesmo dia e; ENTRE (E) – comparação entre as placas de 1 mês submersas em meses consecutivos	34
Figura 11: Freqüência de ocorrência (total de quadrículas ocupadas, n=126) das espécies de Cnidaria mais comuns ($F > 15$ em pelo menos dois dos meses amostrados) em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. Os meses se referem ao período de colocação das placas. Nos três meses iniciais, a maior parte das colônias de <i>Obelia</i> eram de <i>Obelia dichotoma</i> , entretanto, não foi possível diferenciar de <i>O. bidentata</i> em todas as quadrículas, por isto foram consideradas juntas	41
Figura 12: Variação temporal no recrutamento das oito espécies de Cnidaria mais abundantes em porcentagem de cobertura. As siglas se referem aos meses em que as placas foram analisadas. Nos três meses iniciais, a maior parte das colônias de <i>Obelia</i> eram de <i>Obelia dichotoma</i> , entretanto, não foi possível diferenciar de <i>O. bidentata</i> em todas as quadrículas, por isto foram consideradas juntas	42
Figura 13: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de <i>Obelia dichotoma</i> em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. *meses que apresentaram diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem a data de submersão das placas	44
Figura 14: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de <i>Obelia bidentata</i> em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. *meses que apresentaram diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem a data de submersão das placas	45
Figura 15: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de <i>Clytia gracilis</i> em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. *meses que apresentaram diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem a data de submersão das placas	46

Figura 16: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de *Eudendrium carneum* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. *meses que apresentaram diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem a data de submersão das placas 47

Figura 17: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de *Garveia franciscana* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. Os meses se referem a data de submersão das placas 48

Figura 18: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de *Hydractinia minuta* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. *meses que apresentaram diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem a data de submersão das placas 49

Figura 19: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de Alcyoniidae em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. *meses que apresentaram diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem a data de submersão das placas 50

Figura 20: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de *Aiptasia pallida* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. * meses que apresentaram diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem a data de submersão das placas 51

Figura 21: Média e Intervalo de confiança da similaridade total dos conjuntos de dados PAREADO, DENTRO e ENTRE de todo o período de estudo 52

Figura 22: Média mensal da similaridade dos três conjuntos de dados – PAREADOS (amostras submersas no mesmo período e analisadas no primeiro e segundo mês de exposição), DENTRO (amostras expostas por 1 e 2 meses analisadas na mesma data) e ENTRE (amostras submersas em meses consecutivos e analisadas no primeiro mês após

a submersão). *meses que apresentaram diferença significativa entre os conjuntos (ver texto). Os meses se referem à data de colocação das placas 53

Figura 23: Média e intervalo de confiança da Riqueza (S), Equitabilidade (E_H) e Diversidade (H) de cnidários em placas de recrutamento na Baía de Paranaguá/ PR: A) após 1 e 2 meses de submersão e B) ao longo do ano levando em consideração o tempo de submersão (1 e 2 meses). *diferença significativa. As placas submersas em junho, julho e agosto/2007 foram excluídas devido à não separação das espécies de *Obelia* .. 55

Figura 24: Dendograma mostrando os grupos formados pela análise de cluster, baseada na composição e abundância dos táxons de Cnidaria por porcentagem de cobertura em placas de recrutamento. Os valores foram transformados para raiz quarta e a matriz de similaridade foi construída utilizando o índice de Bray-Curtis 57

Capítulo II

Figura 1: A) Conjunto experimental. B) Placa de poliestireno. C) Flutuadores do late Clube de Paranaguá 96

Figura 2: Esquema do quadrado reticulado utilizado para a análise das placas experimentais. Todos os quadrados numerados são usados na análise das placas acumulativas 97

Figura 3: Curva do coletor para fauna da Baía de Paranaguá/PR. A curva do coletor relaciona o número de amostras analisadas e o número de espécies acumuladas registradas. A suficiência amostral é dada pela estabilização da curva 98

Figura 4: Frequência relativa e média da porcentagem de cobertura das espécies de Cnidaria em placas experimentais na Baía de Paranaguá/ PR, durante todo o período experimental 102

Figura 5: Porcentagem de cobertura de hidróides e antozoários em placas experimentais ao longo de 14 meses, na Baía de Paranaguá/ PR	103
Figura 6: Frequência de ocorrência total das espécies de Cnidaria mais comuns em substrato artificial na Baía de Paranaguá/ PR	104
Figura 7: <i>Obelia dichotoma</i> : Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá	107
Figura 8: <i>Obelia bidentata</i> : Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá	108
Figura 9: <i>Clytia gracilis</i> : Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá	109
Figura 10: <i>Clytia linearis</i> : Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá	110
Figura 11: <i>Hydractinia minuta</i> : Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá	111
Figura 12: Abundância média mensal de colônias de <i>Hydractinia minuta</i> em placas acumulativas indicando a porcentagem de cobertura total, a porcentagem de colônias férteis e a porcentagem de colônias com pólipos de defesa	112
Figura 13: Alcyoniidae: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá	113
Figura 14: <i>Aiptaisa pallida</i> : Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá	114
Figura 15: Actiniaria sp.1: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá	114

Figura 16: Campanularídeos mortos: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá 115

Figura 17: Média e intervalo de confiança da Riqueza (S), Equitabilidade (J') e Diversidade (H') para os táxons de cnidários em substrato artificial na Baía de Paranaguá/ PR. *diferenças significativas 117

Figura 18: Taxa de sucessão (turnover rate) e linha de tendência dos táxons de cnidários entre os meses de imersão. *Taxa de sucessão = (Número de espécies presentes apenas na 1ª amostra + Número de espécies presentes apenas na 2ª amostra) ÷ (Número total de espécies na 1ª amostra + Número total de espécies na 2ª amostra) 118

Figura 19: Dendograma mostrando os grupos formados pela análise de agrupamentos (Cluster), baseada na abundância dos táxons de Cnidaria por porcentagem de cobertura em placas acumulativas. Os valores foram transformados à raiz quarta e a matriz de similaridade foi construída utilizando o índice de Bray-Curtis 120

Figura 20: Porcentagem de cobertura dos taxa de invertebrados em substrato artificial na Baía de Paranaguá/ PR 125

Figura 21: Porcentagens médias de cobertura mensal dos invertebrados mais abundantes (cobertura >5% em pelo menos um dos meses amostrados) em substrato artificial na Baía de Paranaguá/ PR 127

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1: Porcentagem média de cobertura mensal de espécies de cnidários em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão	40
Tabela 2: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de <i>Obelia dichotoma</i> em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa	44
Tabela 3: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de <i>Obelia bidentata</i> em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa	45
Tabela 4: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de <i>Clytia gracilis</i> em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa	46
Tabela 5: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de <i>Eudendrium carneum</i> em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa	47
Tabela 6: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de <i>Garveia franciscana</i> em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa	48
Tabela 7: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de <i>Hydractinia minuta</i> em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa	49

Tabela 8: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de Alcyoniidae em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa	50
Tabela 9: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de <i>Aiptasia pallida</i> em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa	51
Tabela 10: Meses em que foi observada diferença significativa entre as similaridades dos conjuntos de dados	53
Tabela 11: ANOVA da Riqueza, Equitabilidade e Diversidade de Shannon-Wiener das espécies de cnidários em relação aos fatores: mês e tempo de submersão (1 e 2 meses). G.L.=graus de liberdade; *diferença significativa	55
Tabela 12: Similaridade média (SIMPER) e categorias mais relevantes para similaridade por grupo de amostras mensais, analisadas após 1 e 2 meses de submersão, realizadas na Baía de Paranaguá/ PR (espécies de cnidários que primeiro contribuem para 90% da abundância). Os grupos foram formados através das análises multivariadas MDS e cluster	57
Tabela 13: Média de cobertura mensal de espécies de invertebrados em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. N = número de indivíduos; % = porcentagem de cobertura	59

Capítulo II

Tabela 1: Porcentagem média de cobertura mensal e amplitude de valores encontrados para as espécies de cnidários em placas acumulativas	105
Tabela 2: Freqüência mensal das espécies de cnidários em placas acumulativas. N = 6804	106

Tabela 3: Teste Kruskal-Wallis para abundância dos principais táxons de Cnidaria ao longo dos meses de coleta. Em todos os casos em que foi verificada diferença significativa, os testes a posteriori indicaram os meses diferentes. GL (graus de liberdade)=13; $\alpha=0,05$	106
Tabela 4: Análise de similaridade (ANOSIM) entre os meses de coleta para a abundância dos táxons de Cnidaria. * diferença significativa	121
Tabela 5: Similaridade média (SIMPER) e categorias mais relevantes para similaridade por grupo de amostras mensais realizadas na Baía de Paranaguá/ PR (espécies de cnidários que primeiro contribuem para 90% da abundância). Os grupos foram formados através das análises multivariadas ANOSIM, MDS e cluster	122
Tabela 6: Ocorrência de invertebrados marinhos em substrato artificial na Baía de Paranaguá/ PR. o=ausência. X=presença	124

RESUMO GERAL

Ciclos de atividade e dormência são comuns entre os cnidários e mais pronunciados em espécies de águas rasas, onde as variações ambientais são mais acentuadas. O recrutamento de cnidários marinhos bentônicos é determinado por diversos fatores pré e pós-assentamento, que agem em diferentes escalas temporais. O processo de formação de uma nova comunidade, após a disponibilização de um espaço, é mutável, tanto na composição quanto na abundância das espécies. Com a finalidade de conhecer os padrões de colonização dos cnidários bentônicos na região portuária da Baía de Paranaguá, Paraná, conjuntos experimentais com placas de poliestireno, de 15 x 15cm, presas a uma corda, foram amarrados aos flutuadores do late Clube de Paranaguá, submersos a profundidades de 0,5 a 2m, no período de fevereiro/2007 a outubro/2008. O primeiro capítulo trata dos padrões sazonais de recrutamento dos cnidários sésseis e dos possíveis fatores que os influenciaram. As embarcações que trafegam entre portos e marinas atuam como vetores de introdução e distribuição de espécies e as estruturas artificiais, comuns nestes locais, favorecem o recrutamento de espécies exóticas. Assim, no primeiro capítulo também são destacadas as possíveis espécies introduzidas na região. O segundo capítulo focaliza o desenvolvimento temporal dos cnidários na comunidade de invertebrados bentônicos que colonizaram as placas, com a finalidade de compreender o processo sucessional e suas possíveis causas, através das mudanças na composição e abundância dos organismos. Para o recrutamento, seis placas foram colocadas mensalmente e analisadas *in vivo* no primeiro e segundo mês após a submersão. No experimento de sucessão, todas as placas foram submersas simultaneamente e, a cada mês, seis placas foram retiradas aleatoriamente e analisadas. A sazonalidade no ciclo biológico dos organismos foi determinante no recrutamento e crescimento das espécies de cnidários. *Obelia dichotoma*, *Obelia*

bidentata, *Clytia gracilis* e *Aiptasia pallida* recrutaram ao longo de todo o período de estudo, *Eudendrium carneum* e *Garveia franciscana*, exclusivamente nos meses frios ou quentes do ano, enquanto *Hydractinia minuta* e Alcyoniidae exibiram recrutamento irregular. Nos primeiros meses do processo de sucessão, *Hydractinia minuta* e Alcyoniidae cobriram a maior parte do substrato. Após o oitavo mês de submersão, foram registrados os maiores valores de diversidade: de outubro/2007 a janeiro/2008, os valores aumentaram, em fevereiro e março/2008 diminuíram e um pico isolado ocorreu em abril/2008. As mudanças na comunidade refletiram as diferenças temporais na ocorrência dos cnidários. O octocoral Alcyoniidae e *Hydractinia minuta* podem ter sido introduzidos na região, pois não haviam sido registrados em estudos anteriores. As informações sobre o ciclo biológico das espécies presentes neste estudo fornecerão subsídios para o monitoramento da região, visto que trata-se de um ambiente propício à introdução de organismos exóticos.

ABSTRACT

Cycles of activity and dormancy are common among cnidarians and more frequent in shallow water species, where environmental changes are greater. Recruitment of marine benthic cnidarians is determined by several factors before and after settlement, which act on different time scales. Community development in any possible place show changes in both species composition and abundance. In order to know the patterns of benthic cnidarians colonization in Paranaguá Bay, Paraná, experimental sets with polystyrene plates, measuring 15 x 15cm, attached to a string, were installed in Paranaguá Yacht Club floats, submerged at depths of 0.5 to 2m, from February/2007 to October/2008. The first chapter of this work deals with the seasonal patterns of sessile cnidarians recruitment and their possible influencing factors. Boats travelling between ports and marinas act as species introduction and distribution vectors and artificial structures, common in these places, encourage recruitment of non-indigenous species. Therefore, in first chapter possible introduced species in region are also detached. The second chapter focuses on cnidarians development time in invertebrate benthic community that colonized the plates, aiming to understand the succession process and its possible causes, through changes in composition and abundance of organisms. For recruitment study, six plates a month were placed and analyzed *in vivo* in the first and the second month after submersion. For the succession experiment, all plates were simultaneously submerged, and each month, six plates were analyzed at random. Seasonality in life cycle of species has been crucial in cnidarians recruitment and growth. *Obelia dichotoma*, *Obelia bidentata*, *Clytia gracilis* and *Aiptasia pallida* recruited throughout the experiment, *Eudendrium carneum* and *Garveia franciscana*, only in cold or hot months of the year, while *Hydractinia minuta* and Alcyoniidae showed irregular recruitment. In the first months of succession process,

Hydractinia minuta and Alcyoniidae covered most of substrate. After the eighth month of submersion were recorded the highest values of diversity: from October/2007 to January/2008 values increased, from February/2008 to March/2008 values decreased and a single peak occurred in April/2008. Changes in community reflected temporal differences in cnidarians occurrence. The octocoral Alcyoniidae and hydrozoan *Hydractinia minuta* may have been introduced in region as they had not been previously recorded. The information about the biological cycle of the species presented in this study will enable the monitoring of the region, since this is an appropriate place to introduction of exotic organisms.

PREFÁCIO

Cnidários se destacam entre os Metazoa devido ao seu ciclo de vida metagenético, no qual as formas pólipó e medusa se alternam, ocupando os ambientes bentônico e plantônico, respectivamente (Cornelius, 1992). O subfilo Anthozoa compreende somente a classe Anthozoa, com espécies exclusivamente polipóides. O subfilo Medusozoa inclui as classes Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa e Staurozoa (Marques *et al.*, 2003), nas quais a forma medusóide, reduzida ou livre, é a fase sexuada do ciclo de vida e a polipóide, geralmente colonial, é a fase assexuada.

Cnidários bentônicos não estão restritos a um dado substrato ou habitat, ao contrário, mostram notável adaptabilidade a diferentes tipos de substratos e condições ambientais (Gili *et al.*, 1989). Essa adaptabilidade é refletida em uma grande variedade de formas e ciclos de vida (Gili *et al.*, 1989; Gili & Hughes, 1995). Os antozoários não apresentam o estágio medusóide. Nos hidrozóários, a medusa pode variar desde completamente funcional, em algumas espécies, à um estágio vestigial que fica preso ao pólipó, em outras. Cerca de metade das espécies de hidrozóários não apresentam medusas livre-natantes (Gili *et al.*, 1989; Gili & Hughes, 1995). Panteleeva (2002), ao examinar diversas espécies de hidróides, observou que a redução completa ou parcial do estágio medusóide nesses organismos pode ser uma adaptação a ambientes com condições mais árduas. Gili & Hughes (1995) observaram também a predominância de espécies com gonóforos em águas mais calmas, enquanto que em áreas de maior movimento predominam espécies com medusas livres. O ciclo de vida pode apresentar variações até mesmo intraespecíficas, dependendo das condições ambientais.

Entre os invertebrados marinhos sésseis, as larvas desempenham um importante papel na dispersão e recrutamento das espécies. Nos cnidários, a dispersão

é realizada principalmente pelas larvas plânula ou actínula e também pela medusa, nas espécies em que é liberada.

Diferentes métodos de reprodução assexuada podem também atuar na dispersão dos cnidários, que formam clones através de fissão ou fragmentação. Anêmonas-do-mar reproduzem-se assexuadamente por fissão longitudinal ou laceração pedal, corais escleractíneos e octocorais comumente realizam fissão longitudinal e fragmentação de partes da colônia (Fautin, 2002). Os hidrozoários podem autotomizar diferentes partes da colônia na forma de estolões, brotos, frústulas, hidrantes livres ou grupos de pólipos (Gili & Hughes, 1995; Bavestrello *et al.*, 2000).

A estolonização é um dos mecanismos de reprodução assexuada mais difundido entre os hidróides e consiste na formação de estolões a partir da hidrorriza ou do hidrocaule, que cresce e se prende a outro substrato próximo à colônia-mãe, e então separa-se para formar uma nova colônia (Gili & Hughes, 1995; Bavestrello *et al.*, 2000). A autotomia de hidrantes, brotos e frústulas (protuberâncias dos hidrantes e da hidrorriza) é comum em hidróides, freqüentemente em resposta a condições estressantes, e sua dispersão requer a presença de correntes (Gili & Hughes, 1995). Esses elementos assexuados podem prender-se ao substrato e originar uma nova colônia (Gili & Hughes, 1995).

Diversas espécies de hidróides apresentam ainda estágios de dormência, capazes de resistir a condições adversas. Estes estágios podem ser formados por reprodução sexuada, como é o caso dos cistos ou ovos que formam uma cápsula protetora (Schuchert, 2006), ou por regressão da colônia, em resposta a estresse físico (Hughes, 1986), e podem ser transportados por longas distâncias, agindo, dessa forma, na dispersão desses organismos. Espécies que colonizam estruturas flutuantes, tais como algas ou mesmo barcos e navios, podem também se dispersar e colonizar substratos distantes (Gili & Hughes, 1995).

No ciclo de vida dos cnidários bentônicos, mesmo daqueles que produzem medusas livres, a larva é a principal responsável pelo assentamento no substrato. O recrutamento, entretanto, acontece somente quando novos indivíduos ou novas colônias são adicionados à população, após sobreviverem a uma fase de alta mortalidade logo após o assentamento. Em comunidades marinhas bentônicas, a composição das espécies muda ao longo do ano e a presença de ciclos sazonais em hidróides já foi registrada por diversos autores. Algumas espécies ocorrem somente em determinados períodos, enquanto outras são contínuas (Calder, 1990; Genzano, 1994; Migotto *et al.*, 2001). Alguns hidróides apresentam reprodução sexuada ao longo de todo ano, que pode ser observada através do aparecimento de estruturas reprodutivas nas colônias, mas um período de fertilidade limitado é comum à maioria (Bavestrello *et al.*, 2006). Isso pode explicar, ao menos em parte, os padrões de ocorrência observados nesses organismos. A formação dos gonozoóides (= a gonângios) é regulada por diversos fatores, como disponibilidade de alimento, idade e tamanho da colônia e temperatura da água. Em condições de estresse ambiental, a reprodução pode ser acelerada (Gili & Hughes, 1995).

Substratos artificiais têm sido muito utilizados em estudos de comunidades incrustantes, envolvendo a imersão de placas, que podem ser de diferentes tipos, texturas e tamanhos. A principal vantagem das placas é a facilidade de controle experimental das variáveis físicas, como textura e inclinação, além de fornecerem um substrato uniforme, diferentemente do substrato natural que apresenta uma heterogeneidade de microhabitats, dificultando a obtenção de amostras práticas e quantitativas (Glasby & Connel, 2001; Migotto *et al.*, 2001; Watson & Barnes, 2004). A replicação aumenta, pois as placas tem tamanho e formato similares, a localização e identificação dos recrutas é facilitada pela superfície lisa e as amostras podem ser facilmente manipuladas (Watson & Barnes, 2004). Qualquer diferença física

desconhecida (tamanho, formato, composição), que possa influenciar o desenvolvimento da comunidade é minimizada (Glasby & Connel, 2001).

O porto de Paranaguá (PR) é o maior em exportação de grãos da América do Sul, recebendo navios de diversos países (Marone, 2000). O Iate Clube de Paranaguá, localizado próximo ao porto, é freqüentado por lanchas de passeio de diversas localidades do Brasil e do exterior. Embarcações são vetores de introdução e distribuição de espécies não nativas, pois, sem o devido controle, podem transportar organismos entre regiões (Floerl & Inglis, 2003). Como espaço é um fator limitante para os organismos bentônicos (Russ, 1982), o fornecimento de novas superfícies na forma de substratos artificiais pode acentuar o recrutamento. As espécies nativas da região, entretanto, podem demorar a colonizar um substrato desconhecido (Tyrrel & Byers, 2007; Glasby *et al.*, 2007), que pode acabar agindo como porta de entrada para espécies exóticas. Portos e marinas, portanto, são provavelmente fontes de dispersão de espécies não-nativas.

Ações humanas, ao alterarem o ambiente, podem influir sobre a capacidade competitiva das espécies nativas, diminuindo suas vantagens sobre as exóticas (Byers, 2002). Esse mecanismo, denominado Modificação no Regime de Seleção (S.R.M.) (Byers, 2002), pode servir como base para entendermos a grande ocorrência de invasões registradas em ambientes com distúrbios. Poluição e ambientes urbanizados em níveis moderados, por exemplo, podem aumentar a riqueza, biomassa e diversidade de espécies, porém, níveis altos podem diminuir estes índices através da exclusão competitiva das espécies menos tolerantes (Breves-Ramos *et al.*, 2005). Quando estabelecidas, as espécies introduzidas podem atingir grandes densidades populacionais e tornarem-se invasoras (Carlton, 1985), substituindo espécies nativas e monopolizando os recursos disponíveis, entre outros prejuízos (Ruiz *et al.*, 1997).

Os cnidários apresentam características no ciclo de vida que facilitam seu transporte, introdução e estabelecimento em novos ambientes. Embora muitos apresentem período larval curto, seu transporte entre regiões pode ser feito através de incrustação nos cascos e nos tanques de lastro das embarcações. As medusas, nas espécies que as possuem, podem ser transportadas por água de lastro. As formas produzidas através de reprodução assexuada agem na dispersão e estágios de dormência podem resistir por longos períodos a condições ambientais desfavoráveis. A plasticidade e o crescimento rápido desses organismos acentuam a colonização de novos ambientes.

O presente trabalho objetiva o estudo do recrutamento e do desenvolvimento colonial de cnidários bentônicos, em substratos artificiais, e a identificação de mudanças na composição das espécies do grupo na região portuária da Baía de Paranaguá, através da comparação com trabalhos anteriores. O Capítulo 1 trata do recrutamento, com a finalidade de identificar possíveis padrões sazonais para cada espécie e os fatores que os influenciam. O Capítulo 2 aborda o desenvolvimento da comunidade de invertebrados bentônicos ao longo de uma escala temporal (14 meses), com enfoque nos cnidários. Visa o entendimento do processo sucessional e suas causas, através das mudanças na composição e abundância dos organismos.

Este trabalho traz contribuições inéditas ao conhecimento da biologia e ecologia dos cnidários bentônicos e do papel de estruturas artificiais no seu estabelecimento e desenvolvimento. Também é útil para o monitoramento de espécies introduzidas na região do Município de Paranaguá, a mais urbanizada das margens da Baía de Paranaguá.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAVESTRELLO, G.; PUCE, S.; CERRANO, C.; CASTELLANO, L. & ARILLO, A. 2000. Water movement activating fragmentation: a new dispersal strategy for hydractiniid hydroids. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 80: 361-362.
- BAVESTRELLO, G.; PUCE, S.; CERRANO, C.; ZOCCHI, E. & BOERO, N. 2006. The problem of seasonality of benthic hydroids in temperate waters. *Chemistry and Ecology*. 22 (1): 197-205.
- BREVES-RAMOS, A.; LAVRADO, H. P.; JUNQUEIRA, A. O. R. & SILVA, S. H. G. 2005. Succession in Rocky Intertidal Benthic Communities in Areas with Different Pollution Levels at Guanabara Bay (RJ-Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 48(6): 951-965.
- BYERS, J. E. 2002. Impact of non-indigenous species on natives enhanced by anthropogenic alteration of selection regimes. *Oikos*. 97(3):449-458.
- CALDER, DR. 1990. Seasonal cycles of activity and inactivity to some hydroids from Virginia and South Carolina, U.S.A. *Canadian Journal of Zoology*. 68: 442-450.
- CARLTON, J. T. 1985. Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 23: 313-371.
- CORNELIUS, P. F. S. 1992. Medusa loss in leptolid Hydrozoa (Cnidaria), hydroid rafting, and abbreviated life-cycles among their remote-island faunae: an interim review *Scientia Marina*. 56(2/3): 245-261.
- FAUTIN, D. G. 2002. Reproduction of Cnidaria. *Canadian Journal of Zoology*. 80: 1735-1754.

- FLOERL, O. & INGLIS, G. J. 2003. Boat harbour design can exacerbate hull fouling. *Austral Ecology*. 28(2): 116-127.
- GENZANO, G. N. 1994. La comunidad hidroide del intermareal de Mar del Plata (Argentina). I: Estacionalidad, abundancia y periodos reproductivos = Hydroid community in the intertidal fringe of Mar del Plata (Argentina). I: abundance during the breeding season. *Cahiers de biologie marine*. 35(3): 289-303.
- GILI, J. M.; MURILLO, J. & ROS, J. D. 1989. The distribution pattern of benthic cnidarians in the Western Mediterranean. *Scientia Marina*. 53(1): 19-35.
- GILI, J. M. & HUGHES, R. G. 1995. The ecology of marine benthic hydroids. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*. 33: 351-426.
- GLASBY, T. M. & CONNELL, S. D. 2001. Orientation and position of a substratum have large effects on epibiotic assemblages. *Marine Ecology Progress Series*. 214: 127-135.
- GLASBY, T. M.; CONNELL, S. D.; HOLLOWAY, M. G. & HEWITT, C. L. 2007. Nonindigenous biota on artificial structures: could habitat creation facilitate biological invasions? *Marine Biology*. 151: 887-895.
- HUGHES, R. G. 1986. Differences in growth, form and life history of *Plumularia setacea* (Ellis & Solander) (Hydrozoa: Plumulariidae) in two contrasting habitats. *Proceedings of the Royal Society of London*. (B) 288: 113-125.
- MARONE E.; MACHADO, E. C.; LOPES, R. M.; SILVA, E. T. 2000. Paranaguá Bay estuarine complex, Paraná State. Obtido de: <http://data.ecology.su.se/mnode/South%20America/Paranagua/paranaguabaybud.htm>. Acesso em 16 de agosto de 2005.
- MARQUES, A. C.; MORANDINI, A. C. & MIGOTTO, A. E. 2003. Synopsis of knowledge on Cnidaria Medusozoa from Brazil. *Biota Neotropica*. 3(2): 1-18.

- 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(2): 287-298.
- PANTELEEVA, N. N. 2002. Life-cycle adaptation of hydroids of the family Corynidae and the subfamily Obeliinae to habitat conditions. *Doklady Biological Sciences*. 386: 457-459.
- 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.
- SCHUCHERT, P. 2006. The European athecate hydroids and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Capitata Part 1. *Revue Suisse de Zoologie*, 113(2): 325-410.
- TYRRELL, M. C. & BYERS, J. E. 2007. Do artificial substrates favor nonindigenous fouling species over native species? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 342: 54-60.
- WATSON, D. I. & BARNES, D. K. A. 2004. Temporal and spatial components of variability in benthic recruitment, a 5-year temperate example. *Marine Biology*. 145: 201-214.

CAPÍTULO 1

CNIDÁRIOS BENTÔNICOS DA BAÍA DE PARANAGUÁ:

DEFININDO PADRÕES DE RECRUTAMENTO

RESUMO

As larvas de invertebrados marinhos sésseis desempenham um importante papel na dispersão e recrutamento das espécies. No ciclo de vida dos cnidários bentônicos, embora alguns apresentem medusas livres que atuam na dispersão, a maioria têm esse estágio reduzido ou completamente ausente. Nesses casos a larva plânula, ou a actínula em algumas espécies, é a principal responsável pela dispersão, além de efetuar o assentamento no substrato. O recrutamento, entretanto, acontece somente quando novos indivíduos são adicionados à população, após sobreviverem a uma fase de alta mortalidade logo após o assentamento. Neste estudo, procurou-se identificar os períodos de recrutamento das espécies de cnidários que colonizaram placas artificiais na região portuária da Baía de Paranaguá, com o objetivo de verificar se apresentam padrões reprodutivos sazonais. Seis placas experimentais de poliestireno foram submersas mensalmente, de junho/2007 a setembro/2008, amarradas aos flutuadores do late Clube de Paranaguá e analisadas *in vivo* no primeiro e segundo mês após a submersão. Foram identificadas dezesseis espécies de cnidários; doze Hydrozoa e quatro Anthozoa. Os hidrozoários *Obelia dichotoma*, *Obelia bidentata*, *Clytia gracilis*, *Eudendrium carneum*, *Garveia franciscana* e *Hydractinia minuta* e os antozoários Alcyoniidae e *Aiptasia pallida* foram os mais abundantes e frequentes. As espécies *O. dichotoma*, *O. bidentata*, *C. gracilis* e *A. pallida* recrutaram ao longo de todo o experimento, *E. carneum*, exclusivamente nos meses frios, *G. franciscana*, exclusivamente nos meses quentes e *H. minuta* e Alcyoniidae exibiram um recrutamento irregular. *Obelia bidentata* e *C. gracilis* apresentaram um declínio na porcentagem de cobertura do primeiro para o segundo mês de submersão, *E. carneum*, *H. minuta*, *A. pallida* e Alcyoniidae, um aumento, e *O. dichotoma* e *G. franciscana* mantiveram-se constantes. Concluiu-se que a sazonalidade no ciclo biológico das espécies foi um fator determinante no recrutamento dos cnidários.

O octocoral Alcyoniidae e a fase hidróide de *H. minuta* não eram conhecidos na costa brasileira e podem representar introduções na região, através do intenso movimento de navios e outras embarcações menores no Porto de Paranaguá, vindos de outros portos brasileiros e do exterior. Assim, este estudo poderá fornecer informações para subsidiar o monitoramento de espécies exóticas na região, considerando que se trata de um ambiente propício à introdução de novas espécies.

Palavras chave: recrutamento, substrato artificial, sazonalidade, introdução, Cnidaria.

ABSTRACT

Larvae of sessile marine invertebrates play an important role in species recruitment and dispersion. In life cycle of benthic cnidarians, although some presents free jellyfish, who act in dispersion, the great part have this stage reduced or completely absent. In such cases the plânula, or actínula in some species, is primarily responsible for dispersion, and make the settlement in substrate. Recruitment, however, only occurs when new individuals are added to population, after have survived through a phase of high mortality soon after settlement. We tried to identify the periods of cnidarians recruitment that colonized artificial plates in Paranaguá Bay, in order to verify seasonal patterns of reproduction. From June/2007 to September/2008, six experimental polystyrene plates were monthly submerged, tied to Paranaguá Yacht Club floats. The plates were analyzed *in vivo* in the first and second month after submersion. Sixteen cnidarians species were identified; twelve Hydrozoa and four Anthozoa. The hydrozoans *Obelia dichotoma*, *Obelia bidentata*, *Clytia gracilis*, *Eudendrium carneum*, *Garveia franciscana* and *Hydractinia minuta* and the anthozoans Alcyoniidae and *Aiptasia pallida* were the most abundant and frequent. The species *O. dichotoma*, *O. bidentata*, *C. gracilis* and *A. pallida* recruited throughout the experiment, *E. carneum* only in cold months, *G. franciscana* exclusively in warm months of the year, while *H. minuta* and Alcyoniidae showed irregular recruitment. *Obelia bidentata* and *C. gracilis* exhibited a decline in coverage from the first to the second month of submersion, *E. carneum*, *H. minuta*, *A. pallida* and Alcyoniidae, an increase, and *O. dichotoma* and *G. franciscana* remained constant. We concluded that seasonality in biological cycle of species was a crucial factor in cnidarians recruitment. The octocoral Alcyoniidae and the hydroid *H. minuta* were not known in the Brazilian coast and may represent introductions in region, through the intense movement of ships and other smaller vessels in Paranaguá Port, from other Brazilian and foreign ports. This study may provide

information to support the monitoring of exotic species in this region, considering that this is an appropriate environment to the introduction of new species.

Key words: recruitment, artificial substrate, seasonality, introduction, Cnidaria.

INTRODUÇÃO

As larvas de invertebrados marinhos sésseis desempenham um importante papel na dispersão desses organismos (Watson & Barnes, 2004). Entre os cnidários, embora muitos apresentem medusas livres que atuam na dispersão, outros têm este estágio reduzido ou completamente ausente e, nestes casos, a dispersão é realizada principalmente pelas larvas plânula ou actínula (Gili & Hughes, 1995). Em adição, estolões e outros fragmentos das colônias, formados por reprodução assexuada, tais como planulóides, frústulas e hidrantes livres, podem se desprender por autotomia, originando propágulos capazes de se dispersar e formar novas colônias (Bavestrello *et al.*, 2000; Fautin, 2002).

Além da dispersão, as larvas e os elementos assexuados são também responsáveis pelo assentamento, a fase inicial do desenvolvimento de novas colônias. É importante esclarecer a diferença entre assentamento e recrutamento: assentamento é a passagem do modo de vida pelágico para o bentônico, que implica a descida da larva da coluna d'água, sua permanência no substrato e as mudanças morfogênicas associadas (Rodriguez *et al.*, 1993); o recrutamento requer um intervalo maior de tempo, considerando-se como recrutas os novos indivíduos que são adicionados a uma população (Caley *et al.*, 1996), isto é, que sobreviveram a uma fase de alta mortalidade, logo após o assentamento (Hulburt, 1991; Booth & Brosnan, 1995; Pineda *et al.*, 2008). Hunt & Scheibling (1997) sugeriram ainda que o recrutamento pode ser mais significativo biologicamente se o considerarmos como o número de indivíduos que estão sofrendo a transição para a vida adulta ou já a alcançaram.

A intensidade do recrutamento depende de uma combinação de fatores, tais como produção e dispersão larval, mortalidade pré-assentamento, assentamento, sobrevivência

e crescimento pós-assentamento (Holm, 1990). O recrutamento, portanto, resulta do sucesso em todas estas etapas.

Em animais como os cnidários, nos quais o ciclo de vida tem fases em habitats bem diferentes, o recrutamento é afetado por fatores pelágicos pré-assentamento e bentônicos, pós-assentamento (Pineda *et al.*, 2008). As medusas podem ser levadas por grandes distâncias, através das correntes, antes de liberarem seus gametas na água. As plânulas sofrem influência de muitos fatores externos como luz, gravidade, correntes, temperatura e salinidade da água, até entrar em contato com uma superfície sólida para assentar, se fixar e iniciar a formação da colônia (Orlov, 1996).

O grau de dependência da larva aos fatores ambientais que atuam no momento do assentamento e metamorfose varia entre as espécies. As larvas de muitos invertebrados selecionam ativamente o substrato (Pech *et al.*, 2002) ao reagirem sensivelmente às características físicas (textura, contorno) e químicas (composição e coloração) da superfície de assentamento (Cerrano *et al.*, 2001). Esta escolha pode estar relacionada à utilização de ranhuras e micro-contornos como abrigo ou a diferenças na velocidade das microcorrentes (Pech *et al.*, 2002). Muitas espécies de Cnidaria sésseis estão associadas a um ou alguns tipos de substrato, indicando que suas plânulas provavelmente manifestam padrões de comportamento claramente definidos, que as auxilia na localização de superfícies apropriadas para a colonização (Williams, 1965). Há, no entanto, espécies que não selecionam nenhum tipo de substrato para o assentamento, fixando-se em superfícies lisas e artificiais como vidro, plástico e madeira.

Interações inter e intra-específicas são fatores importantes para as larvas na escolha do substrato (Yund *et al.*, 1987; Cerrano *et al.*, 2001). Independentemente da vantagem dessas relações, todas implicam uma resposta larval no momento do assentamento. A maioria das larvas não assenta sobre a superfície durante os primeiros dias de imersão, aparecendo somente após a formação de um filme superficial de muco,

que é constituído por microorganismos e materiais secretados por eles (Crisp, 1984; Keough & Raimondi, 1995; Orlov, 1996; Cerrano *et al.*, 2001). Alguns invertebrados demonstram preferência por assentar sobre outras espécies de animais e plantas (Hulburt, 1991; Rodriguez *et al.*, 1993), que podem servir como abrigo, enquanto outros mostram comportamento gregário no momento do assentamento (Crisp, 1984; Hulburt, 1991; Rodriguez *et al.*, 1993; Osman & Withlatch, 1995). A presença de coespecíficos, além de aumentar a probabilidade de fertilização dos gametas, age como mecanismo de proteção (Rodriguez *et al.*, 1993).

O recrutamento dos cnidários e outros invertebrados bentônicos é consequência da sazonalidade no período reprodutivo e do ciclo biológico dos organismos. Algumas espécies assentam preferencialmente nos meses frios ou nos meses quentes do ano, outras durante todo o ano, enquanto algumas apresentam picos isolados ou irregulares de assentamento (Boero & Fresi, 1986; Calder, 1990; Gili & Hughes, 1995; Migotto *et al.*, 2001; Bavestrello *et al.*, 2006). Mudanças sazonais na presença e abundância dos organismos podem estar intimamente relacionadas à temperatura (Calder, 1990; Gili & Hughes, 1995). Ciclos sazonais são mais aparentes em espécies de águas rasas, onde as diferenças de temperatura são mais amplas. Outros fatores também podem interferir na distribuição temporal desses organismos como dessecação, estresse mecânico, disponibilidade de alimento, salinidade, sedimentação e ritmos circanuais endógenos (Gili & Hughes, 1995; Bavestrello *et al.*, 2006).

A mortalidade pós-assentamento não obscurece a relação entre abundância de assentamento e recrutamento na maioria dos estudos sobre invertebrados sésseis (Osman & Withlatch, 1995; Hunt & Scheibling, 1997), no entanto, a taxa de mortalidade varia entre as espécies (Hulburt, 1991) e, por isto, deve ser considerada quando se procura entender os padrões de recrutamento. São várias as causas da mortalidade pós-assentamento: distúrbios biológicos, tais como predação, competição por espaço,

escassez de alimento, modificação do fluxo de água pela presença de outros organismos e sobreposição; distúrbios físicos e hidrodinâmicos, como correntes e ondas; stress fisiológico, causado por dessecação, exposição excessiva à luminosidade, deposição de silte, extremos de temperatura e salinidade, anoxia ou hipoxia e acúmulo de toxinas, principalmente em estuários (Hunt & Scheibling, 1997). O recrutamento de corais recifais, por exemplo, está diretamente relacionado a fatores bióticos, como competição, oferta de alimento e predação, e abióticos, como sedimentação, eutrofização, temperatura, salinidade, luminosidade, excesso de nutrientes e poluição da água (Castro *et al.*, 2006).

Painéis experimentais têm sido amplamente utilizados em estudos sobre aspectos ecológicos de comunidades marinhas bentônicas. Embora a natureza do substrato possa influenciar a composição e a abundância das espécies, a maioria dos hidróides é aparentemente generalista em relação ao substrato (Migotto *et al.*, 2001). No Brasil, entre os estudos sobre recrutamento de comunidades incrustantes em painéis experimentais, a maioria realizados nas regiões Sul e Sudeste, poucos tratam de Cnidaria. No Paraná, Correia & Silva (1990) caracterizaram as comunidades incrustantes em painéis de acrílico, em três regiões da Baía de Paranaguá, e Silva (2001) acompanhou o recrutamento dos organismos epilíticos em painéis de concreto na Ilha de Currais. Na região Sudeste do Brasil, Migotto *et al.* (2001) usaram painéis de cerâmica em um estudo sobre a sazonalidade no recrutamento de hidróides no canal de São Sebastião/SP. Na Baía de Guanabara/RJ, Zalmon *et al.* (1993) estudaram o processo sucessional de uma comunidade epibêntica, utilizando painéis experimentais de madeira imersos por diferentes períodos e Xavier *et al.* (2008) analisaram os efeitos dos distúrbios físicos sobre comunidades incrustantes em placas de PVC. Nassar & Silva (1999) acompanharam o recrutamento das espécies bentônicas marinhas sésseis em placas de PVC, na Ilha da Guaíba, litoral sul do Rio de Janeiro. A comunidade incrustante do litoral norte do Rio de Janeiro, que colonizou placas de diferentes materiais, fixadas em um

recife artificial, foi caracterizada por Zalmon & Gomes (2003), Krohling *et al.* (2006a), Krohling *et al.* (2006b) e Krohling & Zalmon (2008). Nos recifes Itacolomis, localizados no sul da Bahia, as taxas de recrutamento de corais recifais (Scleractinia e Milleporidae) e zoantídeos foram estimadas por Castro *et al.* (2006). No estado do Pernambuco, Maida & Ferreira (1995) e Pinheiro (2006) estudaram o recrutamento de corais em azulejos de cerâmica no recife da Ilha da Barra, na Baía de Tamandaré.

Sobre recrutamento em substrato natural, no Brasil, somente um trabalho foi encontrado, de Breves-Ramos *et al.* (2005), que descreveram e compararam o desenvolvimento da comunidade bentônica em áreas com diferentes níveis de eutrofização, na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro.

A descrição e caracterização de comunidades bentônicas implicam em um levantamento das espécies e em um estudo dos aspectos da sua biologia. Com base nisso, o presente trabalho visa: 1) identificar as espécies de cnidários que colonizaram placas artificiais instaladas nas marinas do late Clube de Paranaguá, Paraná, ao longo de um ano; 2) registrar seus períodos de recrutamento; 3) descrever a abundância e a sazonalidade de ocorrência em porcentagem de cobertura, procurando relacioná-las com outros invertebrados, e 4) analisar o desenvolvimento dos cnidários durante dois meses.

Através destes estudos e em comparação com trabalhos anteriores, é possível determinar os efeitos das mudanças a longo prazo, que podem ter sido causadas por atividades humanas. Muitos organismos incrustantes têm um potencial invasivo restrito devido à sua dispersão limitada, entretanto, a provisão de estruturas artificiais, como pilastras e flutuadores, entre outros, podem acentuar a dispersão e o recrutamento de tais espécies, aumentando a chance de invasão (Glasby *et al.*, 2007, Tyrel & Byers, 2007). Navios e outras embarcações são importantes vetores de introduções no ambiente marinho, pois transportam organismos bentônicos através de incrustação nos cascos (Floerl & Inglis, 2003) e ainda organismos plantônicos e as larvas dos bentônicos na água

de lastro (Carlton & Geller, 1993). Conseqüentemente, marinas e portos são portas de entrada e estabelecimento para espécies exóticas. Assim, este estudo, realizado em ambiente próximo ao Porto de Paranaguá, fornece informações que poderão subsidiar o monitoramento de espécies exóticas na região, considerando que trata-se de um ambiente propício à introdução de novas espécies.

METODOLOGIA

Área de estudo

A Baía de Paranaguá está localizada no litoral norte do Estado do Paraná, estendendo-se cerca de 50 km continente adentro (figura 1). Esta baía é parte de um grande sistema estuarino subtropical que inclui o sistema Cananéia-Iguape, no litoral sul do estado de São Paulo, sendo melhor definida como um sistema estuarino que compreende dois grandes corpos d'água, as baías de Paranaguá e Antonina, com 260 km² de extensão, e as baías de Laranjeiras e Pinheiros (Lana *et al.*, 2001). O sistema é conectado com o oceano por três canais, sendo as entradas principais aquelas ao redor da Ilha do Mel. A vegetação que recobre as margens da Baía é caracterizada por restingas, manguezais, pântanos salgados, costões rochosos e baixios.

O clima é temperado úmido com verão quente segundo a classificação de Köppen-Geiger, com uma média anual de chuva de 2,500mm e com umidade média do ar de 85% (Lana *et al.*, 2001). As chuvas estão relacionadas com as estações do ano, sendo os verões chuvosos e os invernos secos. A época chuvosa inicia-se no final da primavera e estende-se durante todo o verão (dezembro a abril), enquanto a época seca se estende do final do outono ao final do inverno (maio a novembro), sendo usualmente interrompida por períodos de chuva fracos no início do inverno (Lana *et al.*, 2001; Instituto de Geociências/ USP, 2008).

No interior da Baía, há diminuição da turbulência da água, alta sedimentação e grandes variações de salinidade (12-29 no verão e 20-34 no inverno), principalmente nas regiões mais internas (Lana *et al.*, 2001). A temperatura da água varia entre 23-30°C no verão e 18-25°C no inverno (Lana *et al.*, 2001). A circulação de suas águas é realizada predominantemente por correntes de marés, típica dos estuários, além de sofrer o efeito reduzido das descargas dos rios. As águas doce e salgada interagem e as grandes

variações de salinidade ocasionam um ambiente bastante estressante (Bigarella, 1978). A baía é dividida de acordo com um gradiente de salinidade-energia em uma região externa euhalina (salinidade média 30) altamente energética, uma região média polihalina e uma região interna meso e oligohalina (salinidade média 0-15) de baixa energia (Lana *et al.*, 2001). O aporte de água doce dos rios cria diversos micro-estuários nos setores euhalino e polihalino (Lana *et al.*, 2001). A figura 2 mostra a variação diária de salinidade e temperatura ao longo de dois meses, no Canal da Galheta, obtida de Marone & Noenberg (2002).

As concentrações anuais de oxigênio dissolvido variam entre 4 e 7,5 ml l⁻¹, sendo os menores valores encontrados nas águas de fundo nas regiões média e interna da Baía durante o período de chuvas. O estado trófico da baía de Paranaguá varia entre oligotrófico na seção 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 na regiões média e interna durante o período chuvoso (Lana *et al.*, 2001).



Figura 1: Mapa da Baía de Paranaguá e sua localização no Brasil e no estado do Paraná (área laranja). O barco representa o Iate Clube de Paranaguá, local onde foram instaladas as placas experimentais (mapa adaptado do Google Earth).

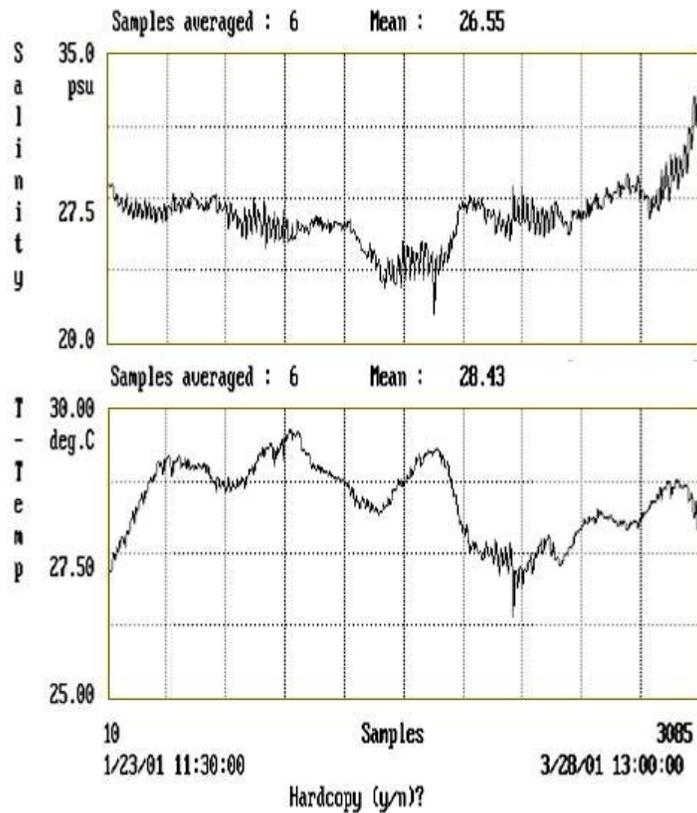


Figura 2: Variação diária de salinidade e temperatura ao longo de dois meses no Canal da Galheta, Baía de Paranaguá/ PR, obtida de Marone & Noenberg (2002).

Local dos experimentos

Os experimentos foram realizados na marina do late Clube de Paranaguá (48°30'1.04"O, 25°30'54.73"S), situada na foz do Rio Itiberê, no interior da Baía de Paranaguá, planície litorânea do Paraná (figura 1). Essa região é bastante eutrofizada, devido à descarga de esgoto da cidade de Paranaguá. Dados históricos e simultâneos ao período experimental, de salinidade e temperatura da água, de pontos próximos ao late Clube, foram obtidos em estudos da região (Correia & Silva, 1990; Queiroz, 2005; Oliveira, 2008) (figuras 3 e 4).

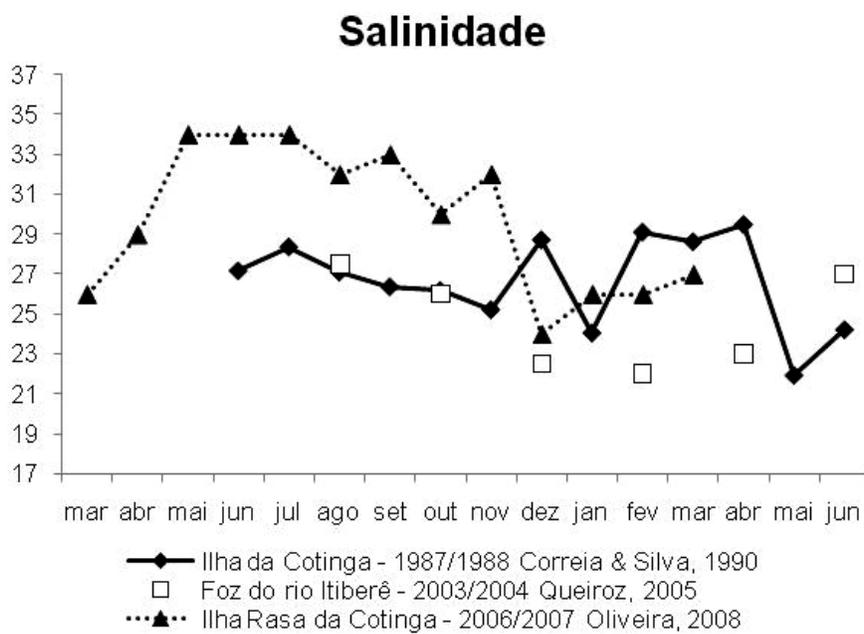


Figura 3: Variação de salinidade em três pontos próximos à foz do Rio Itiberê.

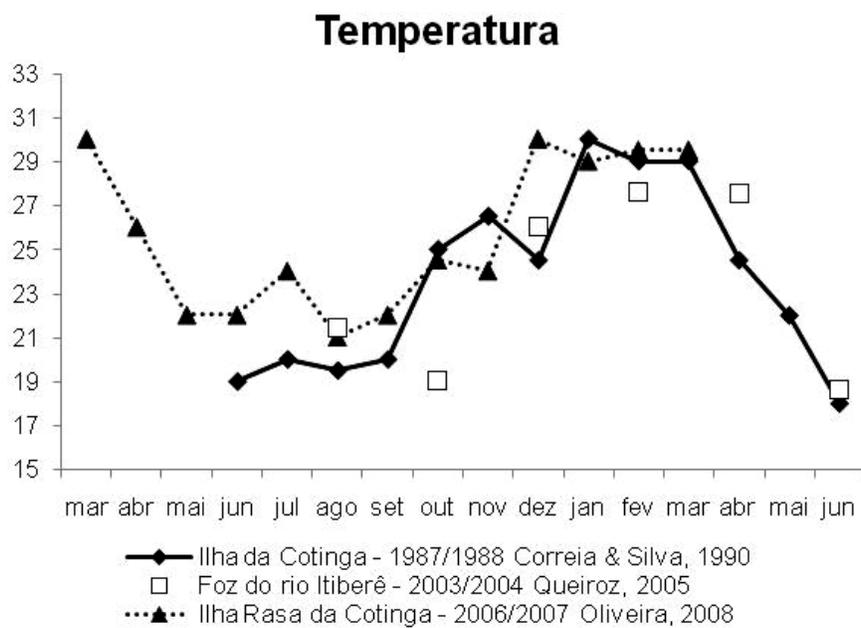


Figura 4: Variação de temperatura em três pontos próximos à foz do Rio Itiberê.

A estrutura principal do clube é construída em concreto, com colunas que sustentam três passarelas de acesso às embarcações (figura 5B). A partir destas passarelas, rampas dão acesso aos flutuadores constituídos de fibra de vidro e recobertos na parte superior por madeira (figura 5A).

Os principais tipos de embarcações que freqüentam o clube são lanchas e veleiros de calado entre 0,8 e 1,8 m, oriundas de muitas regiões do Brasil (Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina, principalmente) e do exterior (França, Alemanha e Holanda, entre outros países). O late Clube está localizado próximo ao Porto de Paranaguá, considerado o maior em exportação de grãos da América do Sul (Marone *et al.*, 2000), recebendo diariamente navios de vários países, o que o torna suscetível a introdução de espécies marinhas exóticas (Neves *et al.*, 2007; Neves & Rocha, 2008).

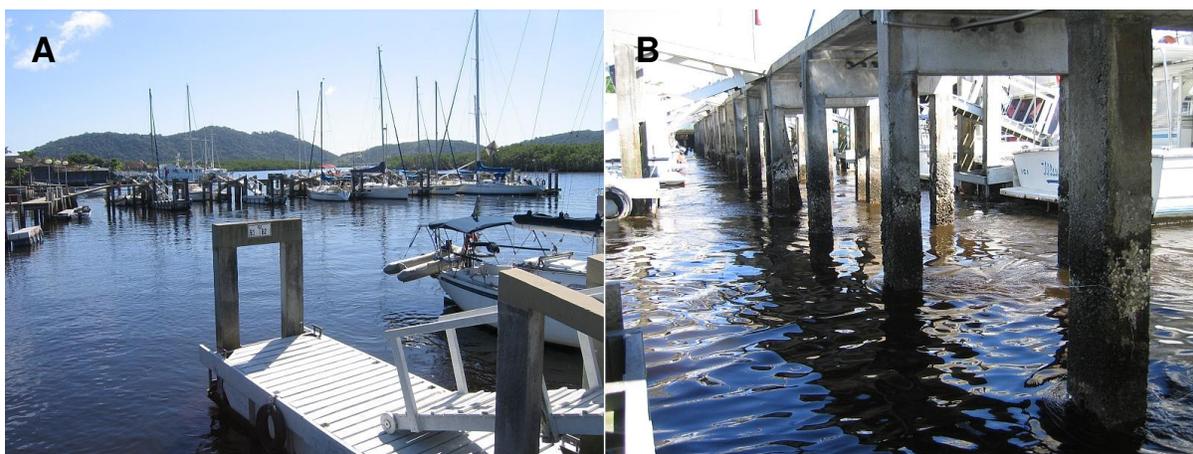


Figura 5: A) Flutuadores que dão acesso às embarcações. B) Estrutura de sustentação do píer.

Procedimentos de campo

O experimento foi realizado de junho/2007 a outubro/2008, perfazendo um período de dezessete meses. Placas de poliestireno com dimensões de 14x14cm foram fixadas verticalmente em cordas por braçadeiras plásticas (Figura 6A). A face exposta da placa (oposta a corda) foi lixada para aumentar sua rugosidade (figura 6A). Blocos de tijolo com

duas placas de granito presas a ele foram amarrados nas extremidades inferiores das cordas, mantendo-as submersas a aproximadamente 2,5m de profundidade. As cordas foram então amarradas aos flutuadores da marina, assim, o conjunto amostral não sofreu alteração com a variação da maré. Ao todo foram utilizados 20 conjuntos amostrais distribuídos em 10 diferentes píers do late Clube de Paranaguá (figura 7). Mensalmente, seis placas foram imersas, fixadas aleatoriamente a conjuntos experimentais diferentes.

As placas foram analisadas *in vivo* no primeiro e no segundo mês após a submersão e devolvidas ao mesmo local, onde foram mantidas até o final do experimento. Durante o processo de vistoria, que durava aproximadamente 2h, as placas foram mantidas aeradas em baldes plásticos com água do mar do local (figura 6B). Espécimes das espécies identificadas foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MUZUSP).

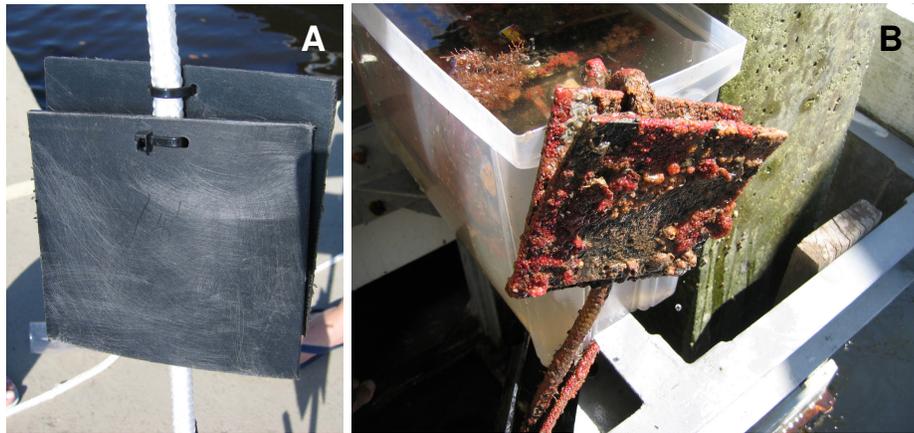


Figura 6: A) Placas de poliestireno utilizadas no experimento. B) Após serem retiradas da água, as placas foram mantidas em baldes plásticos contendo água do mar do local.

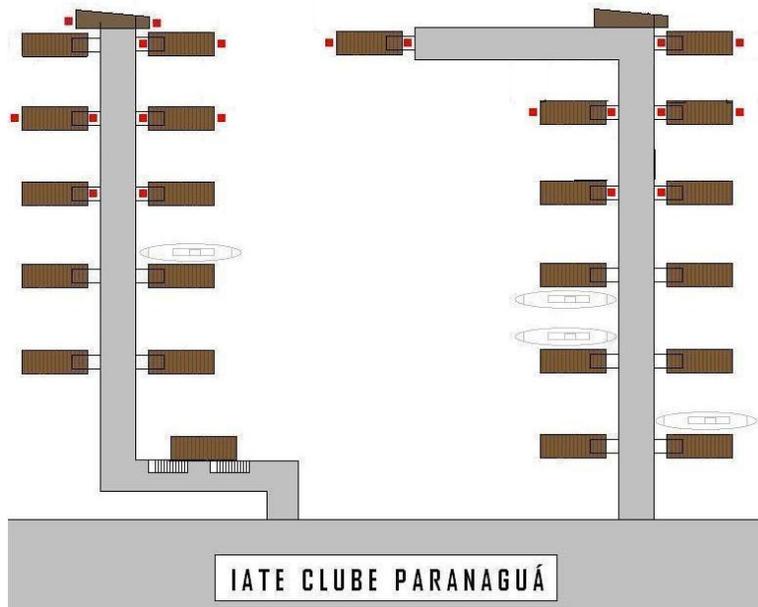


Figura 7: Esquema do Iate Clube de Paranaguá. Os pontos vermelhos representam os locais de colocação dos conjuntos experimentais nos flutuadores.

Análise quantitativa das placas

Primeiramente, as placas imersas em água foram examinadas sob a lupa, utilizando-se uma grade quadriculada de 15X15cm, com 121 subdivisões de aproximadamente 1,4x1,4cm, das quais foram analisadas 21 quadrículas, correspondente a 21% da placa (figura 8). Foi analisada somente a face lixada, que ficou totalmente

exposta aos movimentos do mar, pois a face oposta sofreu o impacto constante da corda que sustentava as placas. As bordas das placas foram excluídas da análise, pois apresentam características diferentes de textura e de exposição às pressões ambientais, conhecidos por efeitos de borda. Foram analisadas as seguintes variáveis: riqueza de espécies, presença e porcentagem de cobertura em cada quadrícula e, no caso das espécies solitárias, o número de indivíduos. A porcentagem de cobertura foi estimada em cada quadrícula, conforme a colônia ocupasse aproximadamente 12,5%, 25%, 37,5%, 50%, 62,5%, 75%, 87,5% e 100% de cobertura e zero quando ausente. A análise foi realizada levando-se em conta todos os estratos observados. Nos casos em que houve dúvidas quanto à identificação, os exemplares foram coletados para a confecção de lâminas e/ou para serem enviados a especialistas em cada grupo: Octocorallia (Juan Sanchez Universidad de los Andes, Bogotá/ Colômbia e Leen van Ofwegen do National Museum of Natural History Naturalis, Leiden/ Holanda), Polychaeta (Verônica Maria de Oliveira, Mestranda do Programa de Zoologia, da Universidade Federal do Paraná, Paraná/ Brasil), Cirripedia (Marcos Paulo da Veiga, Mestrando do Programa de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, Paraná/ Brasil e Fábio Pitombo, da Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro/ Brasil), Bryozoa (Leandro Manzoni da Universidade de São Paulo, São Paulo/ Brasil e Halina L. Heyse da Universidade Federal do Paraná, Paraná/ Brasil), Ascidiacea (Tatiane Moreno, das Faculdades Integradas Espírita, Paraná/ Brasil, Mestranda Nadia Bonnet e graduanda Thaís B. Zanata, da Universidade Federal do Paraná, Paraná/ Brasil). Alguns táxons ainda estão em processo de identificação, visando alcançar o menor nível taxonômico possível.

Placas da Baía de Paranaguá - Quadrículas									
					Etiqueta				
	1								2
		3			4			5	
			6				7		
				8		9			
		10			11			12	
				13		14			
			15				16		
		17			18			19	
	20								21

Figura 8: Esquema do quadrado reticulado utilizado para a análise das placas experimentais. As quadrículas sombreadas foram as analisadas nas placas de recrutamento.

Suficiência amostral

A curva do coletor foi utilizada para avaliar a suficiência amostral, relacionando o número acumulativo de espécies registradas e o número de placas analisadas no primeiro mês de experimento. Através desta análise (figura 9) pode-se observar que a partir de quatro placas não houve a inclusão de novas espécies, representando a suficiência amostral, ou seja, o número mínimo de placas que devem ser analisadas para a caracterização da composição faunística de cnidários do local de estudo.

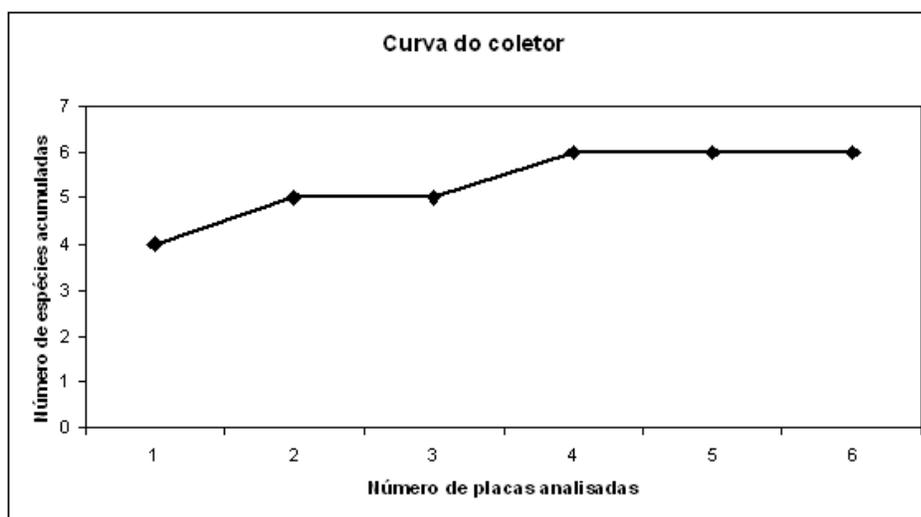


Figura 9: Curva do coletor utilizada para verificar a suficiência amostral de placas experimentais de recrutamento na Baía de Paranaguá.

Análise dos dados

Primeiramente, foram construídos gráficos da frequência de ocorrência e da porcentagem de cobertura das espécies, no primeiro e segundo mês após a submersão. A significância das diferenças observadas na distribuição das espécies ao longo do ano e entre as placas de 1 e 2 meses foram avaliadas através de ANOVA de medidas repetidas, com os dados transformados à raiz quarta. Em todos os casos em que foram verificadas diferenças significativas, os testes *a posteriori* de Tukey e Fisher foram aplicados, com intuito de identificá-las. A associação entre as espécies de cnidários mais abundantes no primeiro mês após a submersão foi testada através do coeficiente de correlação de Spearman.

As placas de 1 e 2 meses foram comparadas duas a duas sem repetições, obtendo-se três conjuntos de dados (tratamentos): Pareado (P) – comparação entre as placas submersas no mesmo período após 1 e 2 meses de exposição; Dentro (D) – comparação entre as placas de 2 meses e 1 mês analisadas na mesma data; Entre (E) – comparação entre as placas de 1 mês, submersas em meses consecutivos. O índice de

Bray-Curtis foi utilizado para estabelecer a similaridade entre os dados pareados, dentro e entre os meses (figura 10), com os valores transformados à raiz quarta.

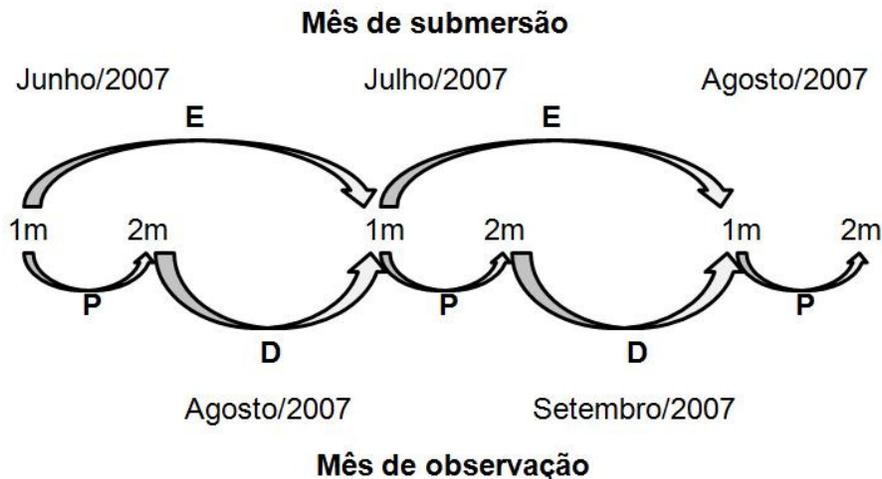


Figura 10: Esquema de comparação entre placas de recrutamento submersas por 1 mês (1m) e 2 meses (2m). A similaridade foi estabelecida utilizando o índice de Bray-Curtis. **Pareado (P)** – comparação entre as placas submersas no mesmo período após 1 e 2 meses de exposição; **Dentro (D)** – comparação entre as placas de 2 meses e 1 mês analisadas na mesma data e; **Entre (E)** – comparação entre as placas de 1 mês submersas em meses consecutivos.

Os três conjuntos de dados foram comparados através de ANOVA de medidas repetidas com o intuito de verificar diferenças significativas em relação ao mês e ao tempo de submersão. Comparações múltiplas, utilizando-se o teste de Tukey, foram realizadas para reconhecer as diferenças. De acordo com o resultado obtido, é possível estabelecer os modelos de interações que estruturam a comunidade de cnidários durante dois meses:

- Dentro>Entre/ Dentro>Pareado – A presença de espaço disponível para o assentamento age como fator secundário, pois os organismos conseguem recrutar tanto sobre o substrato limpo quanto sobre a comunidade já estabelecida (maior similaridade dos dados DENTRO). A menor similaridade entre os dados ENTRE, indica ainda que as espécies que estão recrutando mudam ao longo dos dois meses de observação, portanto, a sazonalidade e o ciclo biológico dos organismos

são os fatores que mais afetam o recrutamento. Já a menor similaridade dos dados PAREADOS indica substituição das espécies presentes no primeiro mês por outras no segundo mês, ou então, facilitação, espécies que não conseguiam recrutar no primeiro mês conseguem no segundo.

- Entre>Dentro/ Entre>Pareado – A maior similaridade dos dados ENTRE indica que as mesmas espécies estão recrutando de um mês para o outro (disponibilidade de larvas). Enquanto que, a menor similaridade dos dados DENTRO pode indicar inibição, ou seja, essas espécies necessitam de substrato limpo para o recrutamento (disponibilidade de espaço) pois estão sendo repelidas por espécies presentes no segundo mês, ou ainda, facilitação. A menor similaridade dos dados PAREADOS indica também substituição ou facilitação.
- Pareado>Dentro/ Pareado>Entre – As espécies mantiveram-se de um mês para o outro (sobrevivência) (maior similaridade dos dados PAREADOS), mas não estão mais recrutando, ou pela ausência de larvas disponíveis para o assentamento ou pela ocorrência de eventos de mortalidade pós-assentamento (menor similaridade ENTRE). Ainda, a menor similaridade dos dados DENTRO pode significar inibição ou facilitação.

A riqueza específica (S), equitabilidade de Shannon Wiener (E_H) e diversidade de Shannon Wiener (H) foram calculados para cada amostra e os valores foram comparados entre os meses de coleta e entre o tempo de submersão (1 e 2 meses) através de ANOVA de medidas repetidas.

As amostras foram comparadas através da análise multivariada de Agrupamento (Cluster), com intuito de verificar padrões sazonais no recrutamento dos cnidários e seu desenvolvimento após 1 e 2 meses de submersão. Estas análises foram baseadas na composição e abundância dos táxons de cnidários, utilizando-se o valor total das porcentagens de cobertura mensal de cada espécie. Em todos os casos, a matriz foi

construída utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis com os dados transformados à raiz quarta. A porcentagem de similaridade (SIMPER) estabeleceu quais espécies contribuíram para as similaridades e dissimilaridades dentro e entre os grupos de amostras.

RESULTADOS

Durante todo o período de estudo, recrutaram dezesseis espécies de cnidários, doze espécies de Hydrozoa, uma de Octocorallia e três morfotipos de Hexacorallia, classificados a seguir (segundo www.itis.gov):

Classe	Hydrozoa Owen, 1843
Subclasse	Anthomedusae Haeckel, 1879
Ordem	Filifera Kühn, 1913
Família	Hydractiniidae Agassiz, 1862 <i>Hydractinia</i> Fleming, 1828 <i>Hydractinia minuta</i> (Mayer, 1900)
Família	Eudendriidae Hincks, 1868 <i>Eudendrium</i> Ehrenberg, 1834 <i>Eudendrium carneum</i> Clarke, 1882
Família	Bougainvillidae Lütken, 1850 <i>Bougainvillia</i> Lesson, 1836 <i>Bougainvillia muscus</i> (Allman, 1863) <i>Garveia franciscana</i> (Torrey, 1902)
Ordem	Capitata Kühn, 1913
Família	Tubulariidae Fleming, 1828 Tubulariidae não-identificado <i>Ectopleura</i> Agassiz, 1862 <i>Ectopleura dumortieri</i> (Van Beneden, 1844) <i>Pinauay</i> Marques & Migotto, 2001 <i>Pinauay crocea</i> (Agassiz, 1862)

Subclasse Leptothomedusae Haeckel, 1886

Ordem Proboscoida Broch, 1910

Família Campanulariidae Hincks, 1868

Obelia Péron & Lesueur, 1810

Obelia dichotoma (Linnaeus, 1758)

Obelia bidentata Clarke, 1875

Clytia Lamouroux, 1812

Clytia gracilis (M. Sars, 1850)

Clytia linearis (Thornely, 1899)

Ordem Conica Broch, 1909

Família Plumulariidae Hincks, 1868

Plumularia Lamarck, 1816

Plumularia floridana Nutting, 1900

Classe Anthozoa Ehrenberg, 1834

Subclasse Octocorallia Haeckel, 1866

Ordem Alcyonacea Lamouroux, 1816

Família Alcyoniidae Lamouroux, 1812

Alcyoniidae não identificado

Subclasse Hexacorallia

Ordem Actiniaria Carlgren, 1949

Actiniaria não-identificada

Família Aiptasiidae Carlgren, 1924

Aiptasia Gosse, 1858

Aiptasia pallida (Verril, 1864)

Família Diadumenidae Stephenson, 1920

Diadumene Stephenson, 1920

Diadumene não-identificada

Os cnidários mais abundantes foram *Obelia dichotoma*, *Obelia bidentata*, *Clytia gracilis*, *Eudendrium carneum*, *Garveia franciscana*, *Hydractinia minuta*, Alcyoniidae e *Aiptasia pallida* (figura 11). As outras espécies de Cnidaria foram raramente observadas, não alcançando 5% de cobertura em nenhum dos meses amostrados (tabela 1).

Com exceção de *Clytia linearis*, todas as espécies recrutaram já no primeiro mês de submersão (tabela 1). Em relação ao tempo de submersão, três padrões de colonização (recrutamento + crescimento inicial) dos cnidários foram observados: *O. bidentata* e *Clytia gracilis* apresentaram um declínio na porcentagem de cobertura do primeiro para o segundo mês, *E. carneum*, *H. minuta*, Alcyoniidae e *A. pallida*, um aumento, enquanto *O. dichotoma* e *G. franciscana* mantiveram-se constantes (tabela 1). O mesmo foi verificado para a freqüência, com exceção de *Eudendrium carneum*, que apresentou a mesma freqüência, porém, coberturas diferentes entre 1 e 2 meses de exposição das placas.

Variação temporal no recrutamento das espécies

A figura 11 mostra a variação mensal da freqüência das espécies mais comuns (presença nas quadrículas analisadas), no primeiro e no segundo mês de submersão, considerando o mês de instalação das placas. A tabela 1 e as figuras 13 a 20 trazem os valores médios mensais da porcentagem de cobertura das placas, por espécie analisada, considerando também o mês de instalação das placas. A figura 12 traz a porcentagem de cobertura considerando o mês de análise das placas.

Tabela 1: Porcentagem média de cobertura mensal de espécies de cnidários em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão.

Data de submersão	jun/07		jul/07		ago/07		set/07		out/07		nov/07		dez/07		jan/08		fev/08		mar/08		abr/08		mai/08		jun/08		jul/08		ago/08		
	TS**/ Mês	Média	Média	Média																											
Hydrozoa - Leptomedusae																															
<i>Obelia</i> spp.***	1	71,8	20,5	22,4	31,5	20,2	14,0	25,8	18,5	78,5	49,4	3,5	29,7	25,4	8,9	19,3															
	2	48,7	61,5	36,5	25,8	7,7	6,1	0,1	21,0	15,7	14,8	6,0	11,4	10,6	27,6	39,4															
<i>Obelia dichotoma</i>	1	-	-	-	29,6	20,2	4,8	1,8	0,0	0,0	43,9	3,5	23,1	7,4	6,8	0,6															
	2	-	-	-	25,8	6,4	1,1	0,0	0,0	13,4	12,5	2,5	9,9	9,0	23,6	26,0															
<i>Obelia bidentata</i>	1	-	-	-	2,0	0,0	9,3	24,0	18,5	78,5	5,6	0,0	6,5	18,0	2,1	18,8															
	2	-	-	-	0,0	1,3	5,0	0,1	21,0	2,3	2,3	3,5	1,5	1,6	4,0	13,4															
<i>Clytia gracilis</i>	1	0,0	31,0	5,6	3,9	9,3	6,2	0,1	0,0	0,2	0,4	2,4	37,8	40,9	24,3	26,3															
	2	3,7	4,6	2,2	4,3	5,8	0,0	0,0	0,3	0,6	0,2	28,8	37,3	11,9	30,6	18,8															
<i>Clytia linearis*</i>	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6															
<i>Plumularia floridana*</i>	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8															
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8															
Hydrozoa - Anthomedusae																															
<i>Garveia franciscana</i>	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	1,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0															
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
<i>Eudendrium carneum</i>	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,7	19,6	6,5	0,0	0,3	0,1															
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6	2,4	53,2	0,9	0,1	0,0	0,0															
<i>Bougainvillea muscus*</i>	1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	1,6	0,2															
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0															
<i>Ectopleura dumortieri*</i>	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0															
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0															
<i>Pinauy crocea*</i>	1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0															
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3															
<i>Tubulariidae</i> sp.2*	1	0,0	0,0	0,0	1,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	2	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
<i>Hydractinia minuta</i>	1	3,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0															
	2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	12,4	0,0	0,0	0,8	0,2	1,2															
Hidróides Mortos	1	0,0	1,4	0,4	0,0	1,4	3,6	0,0	1,8	0,0	2,7	4,4	0,0	0,0	0,1	0,8															
	2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	0,7	0,6	0,0	1,5	10,1	0,0	3,3	7,6	1,2	0,3															
Anthozoa - Octocorallia																															
<i>Acyoniidae</i> sp.	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0															
	2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,8	5,4	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0															
Anthozoa - Hexacorallia																															
<i>Aiptasia pallida</i>	1	0,8	0,0	0,0	1,4	1,6	0,0	0,8	0,4	0,0	0,2	0,4	1,0	0,0	2,8	0,0															
	2	1,0	0,0	2,8	11,9	7,1	0,0	0,0	0,6	0,2	3,1	5,0	1,0	0,2	1,0	2,1															
<i>Diadumeni</i> sp.*	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
<i>Actiniaria</i> sp.1*	1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	1,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0															

* espécies com cobertura inferior a 5% em todos os meses amostrados. ** Tempo de submersão. *** porcentagem de cobertura das duas espécies de *Obelia*

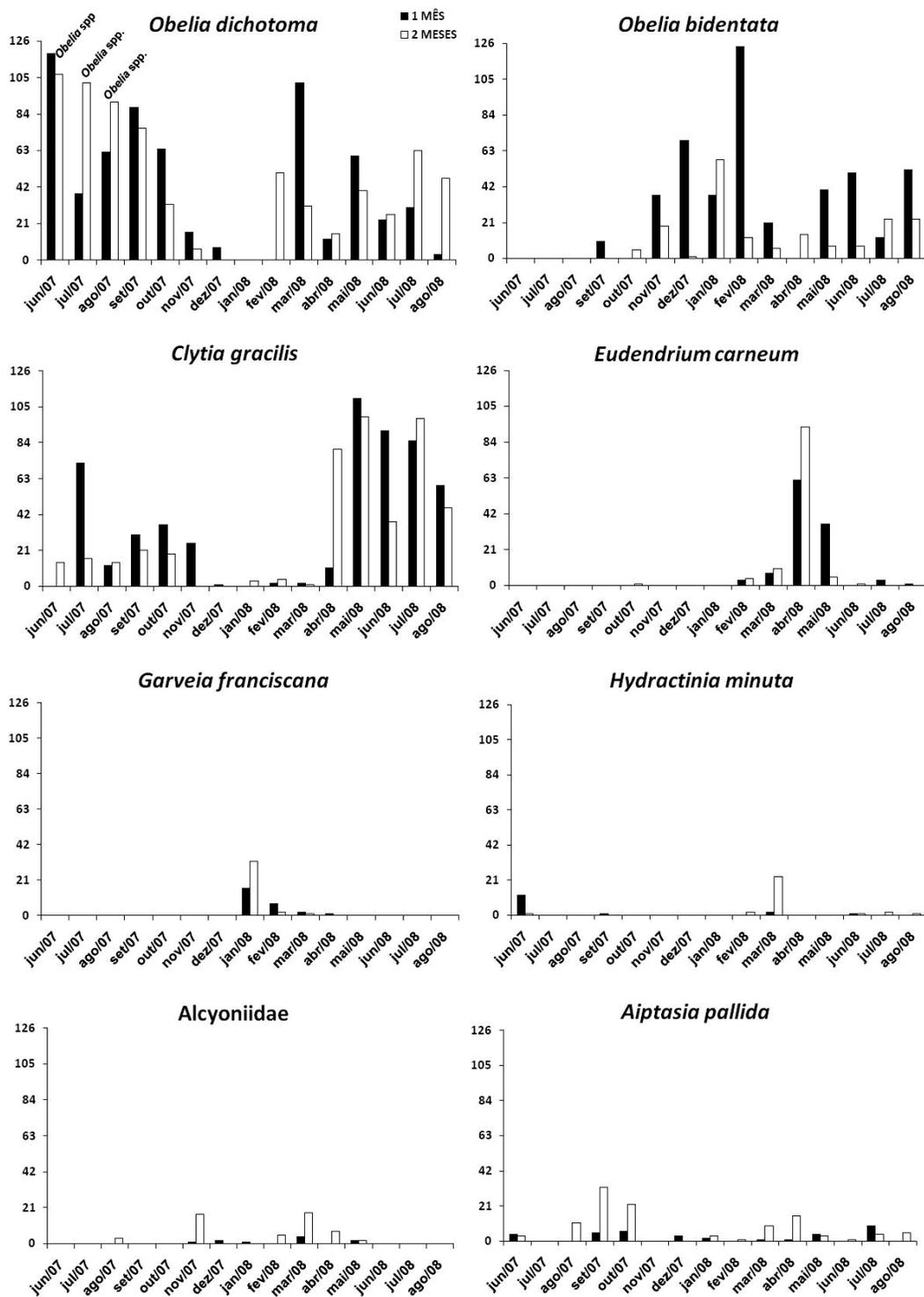


Figura 11: Freqüência de ocorrência (total de quadrículas ocupadas, n=126) das espécies de Cnidaria mais comuns ($F > 15$ em pelo menos dois dos meses amostrados) em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. Os meses se referem ao período de colocação das placas. Nos três meses iniciais, a maior parte das colônias de *Obelia* eram de *Obelia dichotoma*, entretanto, não foi possível diferenciar de *O. bidentata* em todas as quadrículas, por isto foram consideradas juntas.

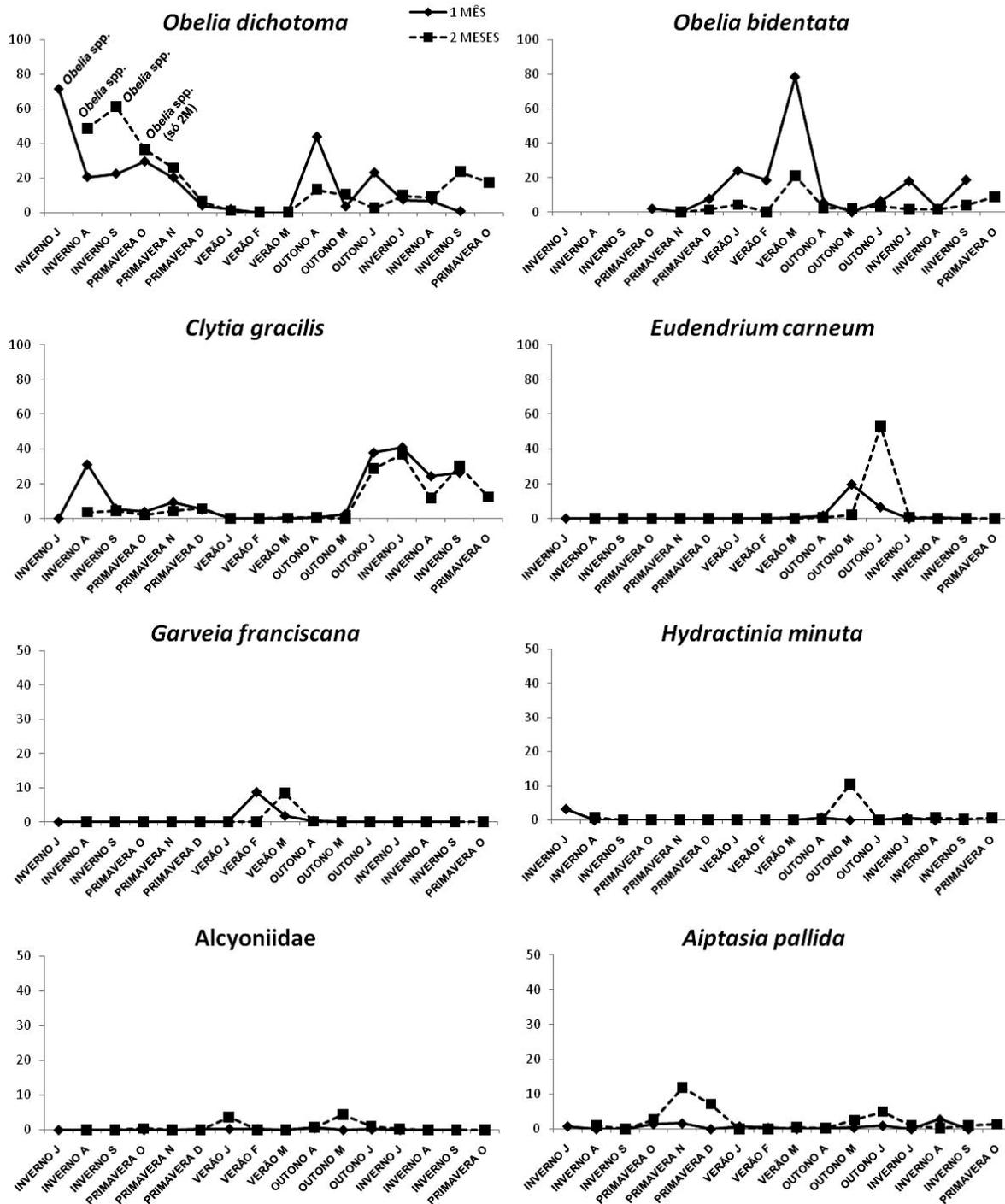


Figura 12: Variação temporal no recrutamento das oito espécies de Cnidaria mais abundantes em porcentagem de cobertura. As siglas se referem aos meses em que as placas foram analisadas. Nos três meses iniciais, a maior parte das colônias de *Obelia* eram de *Obelia dichotoma*, entretanto, não foi possível diferenciar de *O. bidentata* em todas as quadrículas, por isto foram consideradas juntas.

Analisando os aspectos gerais do recrutamento, os hidrozoários *O. dichotoma*, *O. bidentata*, *C. gracilis* e a anêmona *A. pallida* recrutaram ao longo de todo o experimento, *E. carneum* e *G. franciscana* apresentaram uma sazonalidade bem marcada, recrutando exclusivamente nos meses de verão e outono (a primeira de fevereiro a junho e a última de janeiro a abril), enquanto *Hydractinia minuta* exibiu um recrutamento irregular (figura 11).

O campanularídeo *Obelia dichotoma* recrutou ao longo de todo o período experimental, porém, mais fortemente na primavera e no outono e em quantidades muito baixas no verão (figura 12). A maior abundância significativa foi registrada nas placas de 1 mês submersas em setembro/07 e março/08 (figura 13, tabela 2). Na análise total dos dados, não houve diferença significativa na porcentagem de cobertura após 1 e 2 meses de exposição (tabela 2), mas, a ANOVA dos fatores combinados (mês x tempo de submersão) mostrou diferenças significativas nas placas colocadas em alguns meses (outubro/07, fevereiro, março, maio, julho e agosto/08) (figura 13, tabela 2).

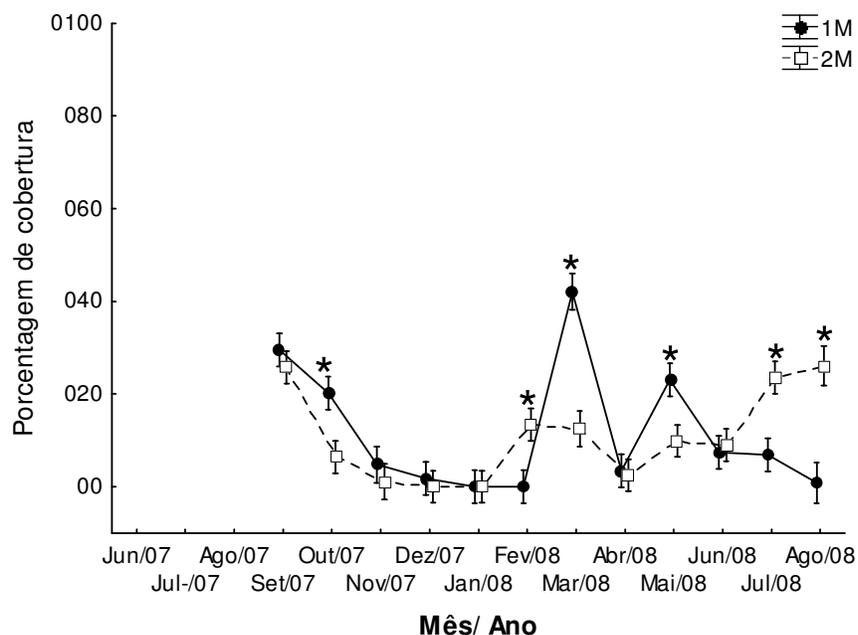


Figura 13: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de *Obelia dichotoma* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. * meses em que houve diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem à data de colocação das placas.

Tabela 2: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de *Obelia dichotoma* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano.

G.L.= grau de liberdade; *diferença significativa

	G.L.	F	p
Mês de submersão	11	63,63*	<0,05
Tempo de submersão	1	0,01	>0,05
Mês X Tempo	11	35,48*	<0,05

Obelia bidentata recrutou em todos os meses amostrados e foi significativamente mais abundante nas placas submersas no período de dezembro/07 a janeiro/08 (figura 14, tabela 3), com um pico nas placas analisadas durante o verão (figura 12). Em relação ao tempo de submersão, maiores porcentagens de cobertura foram observadas nas placas de 1 mês (figura 14, tabela 3).

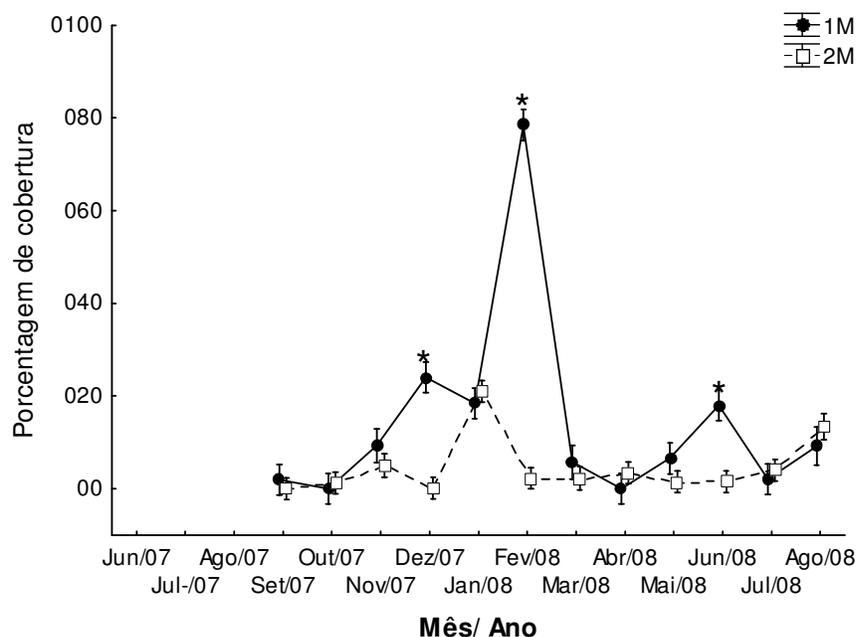


Figura 14: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de *Obelia bidentata* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. * meses em que houve diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem à data de colocação das placas.

Tabela 3: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de *Obelia bidentata* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano.

G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa

	G.L.	F	p
Mês de submersão	11	64,54*	<0,05
Tempo de submersão	1	243,29*	<0,05
Mês X Tempo	11	78,40*	<0,05

Clytia gracilis foi registrada ao longo de todo ano de estudo. Foi significativamente mais abundante durante o outono e inverno, nas placas submersas no período de julho/07 e de abril/08 a agosto/08 (figura 15, tabela 4), e quase desapareceu nas amostras analisadas no verão (figura 12). Em geral, a cobertura foi maior no primeiro mês de submersão das placas (figura 15, tabela 4), exceto naquelas colocadas em abril/2008.

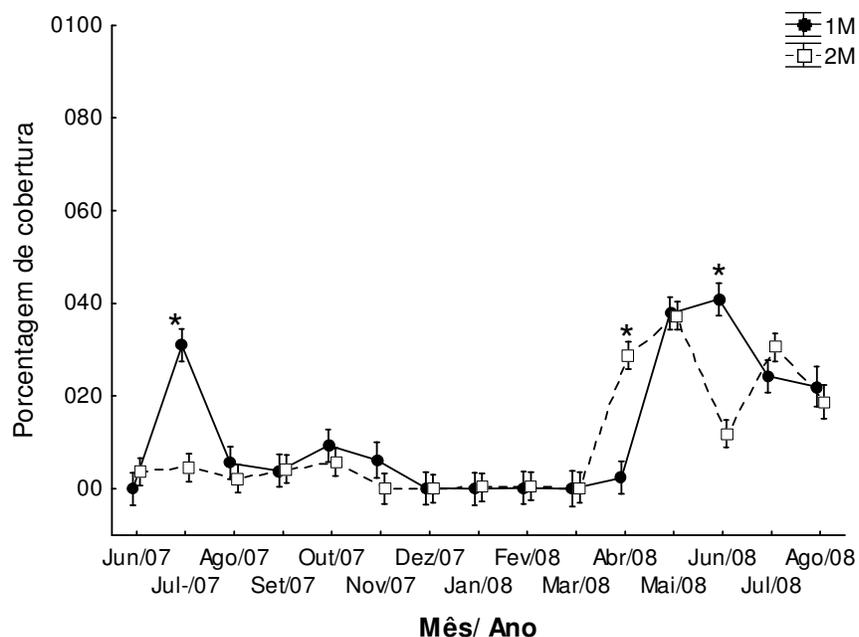


Figura 15: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de *Clytia gracilis* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. * meses em que houve diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem à data de colocação das placas.

Tabela 4: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de *Clytia gracilis* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano.

G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa

	G.L.	F	p
Mês de submersão	14	142,01*	<0,05
Tempo de submersão	1	10,65*	<0,05
Mês X Tempo	14	38,05*	<0,05

O hidróide *Eudendrium carneum* apresentou um recrutamento bem marcado no final do outono e começo do inverno (figura 12). Os valores foram significativamente maiores nas placas submersas em abril/08 (figura 16, tabela 5), quando cobriu mais de 50% do substrato das placas de 2 meses e foi a espécie predominante deste período. A porcentagem de cobertura foi mais alta após dois meses de submersão (figura 16, tabela 5).

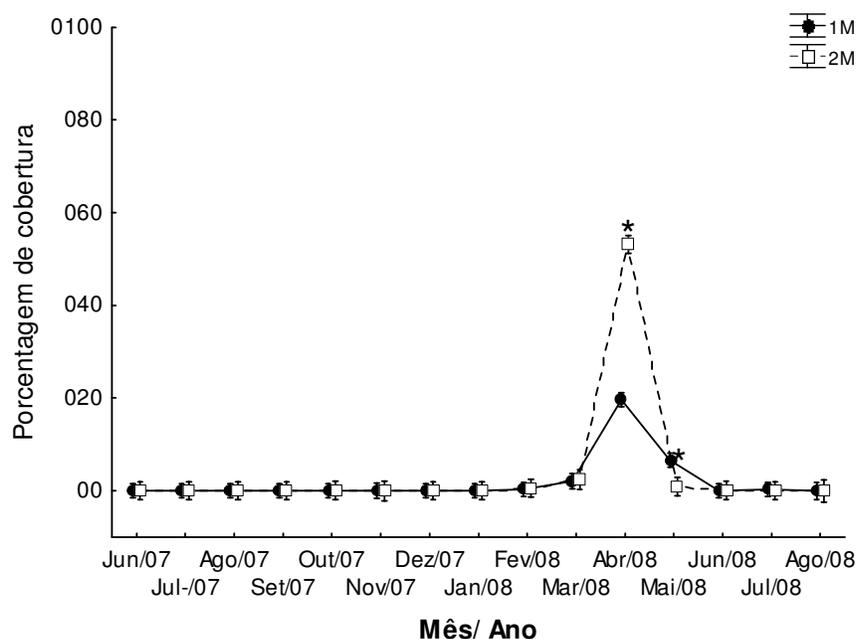


Figura 16: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de *Eudendrium carneum* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. * meses em que houve diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem à data de colocação das placas.

Tabela 5: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de *Eudendrium carneum* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa

	G.L.	F	p
Mês de submersão	14	170,71*	<0,05
Tempo de submersão	1	7,97*	<0,05
Mês X Tempo	14	45,89*	<0,05

Garveia franciscana recrutou apenas no verão (figura 12), com valores significativamente mais altos nas amostras submersas em janeiro/08, após 1 e 2 meses (figura 17, tabela 6). Não foram observadas diferenças significativas em relação ao tempo de submersão (tabela 6).

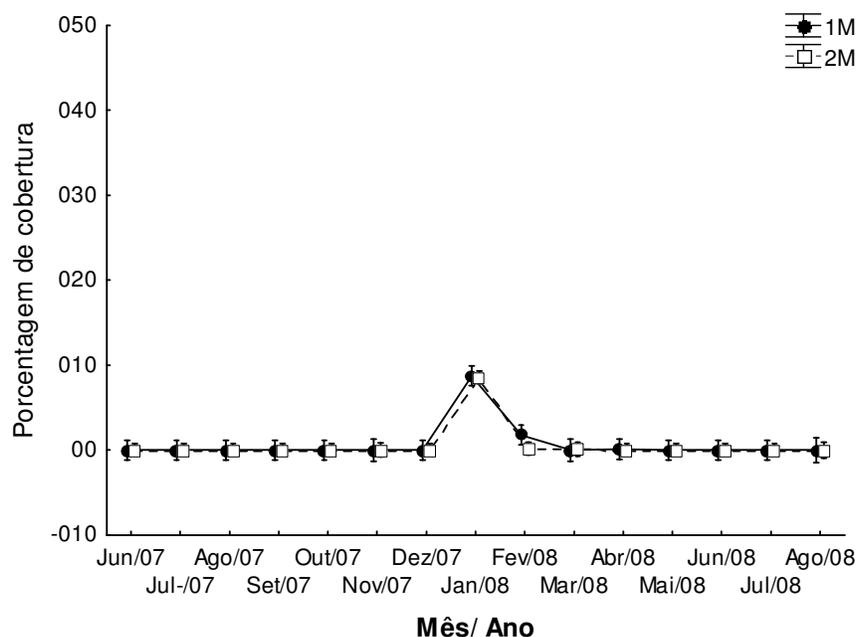


Figura 17: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de *Garveia franciscana* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. Os meses se referem à data de colocação das placas.

Tabela 6: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de *Garveia franciscana* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= grau de liberdade; *diferença significativa

	G.L.	F	p
Mês de submersão	14	30,94*	<0,05
Tempo de submersão	1	1,92	>0,05
Mês X Tempo	14	7,05*	<0,05

Hydractinia minuta apresentou um padrão irregular de recrutamento (figura 12), mas os maiores valores foram registrados no outono e inverno. A cobertura foi significativamente maior nas amostras submersas em junho/2007 e março/2008 (figura 18, tabela 7) e no segundo mês após a submersão (tabela 7).

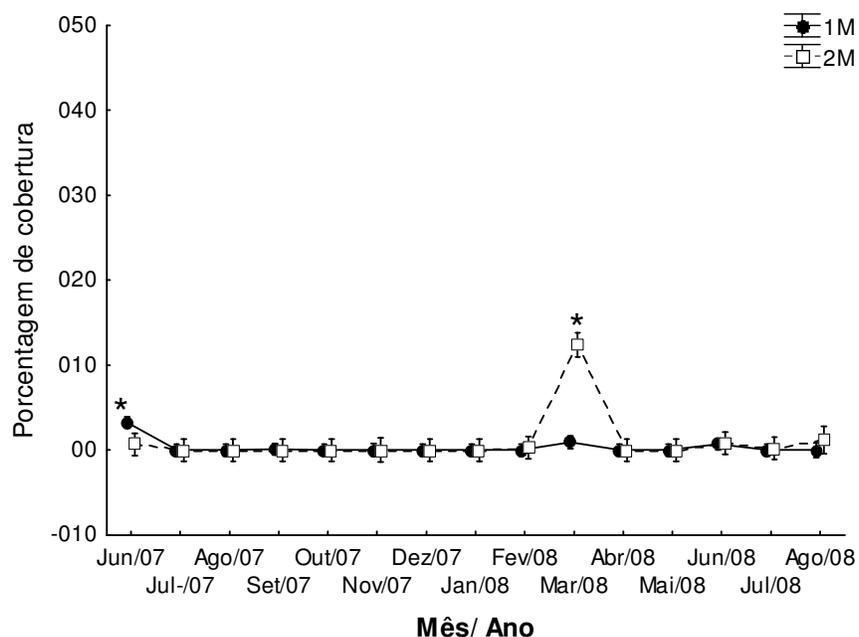


Figura 18: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de *Hydractinia minuta* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. * meses em que houve diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem à data de colocação das placas.

Tabela 7: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de *Hydractinia minuta* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa

	G.L.	F	p
Mês de submersão	14	17,53*	<0,05
Tempo de submersão	1	12,00*	<0,05
Mês X Tempo	14	21,33*	<0,05

O octocoral da família Alcyoniidae recrutou no verão e no outono (figura 12). Foi significativamente mais abundante nas placas submersas em novembro/2007 e março/2008, após 2 meses de exposição (figura 19, tabela 8).

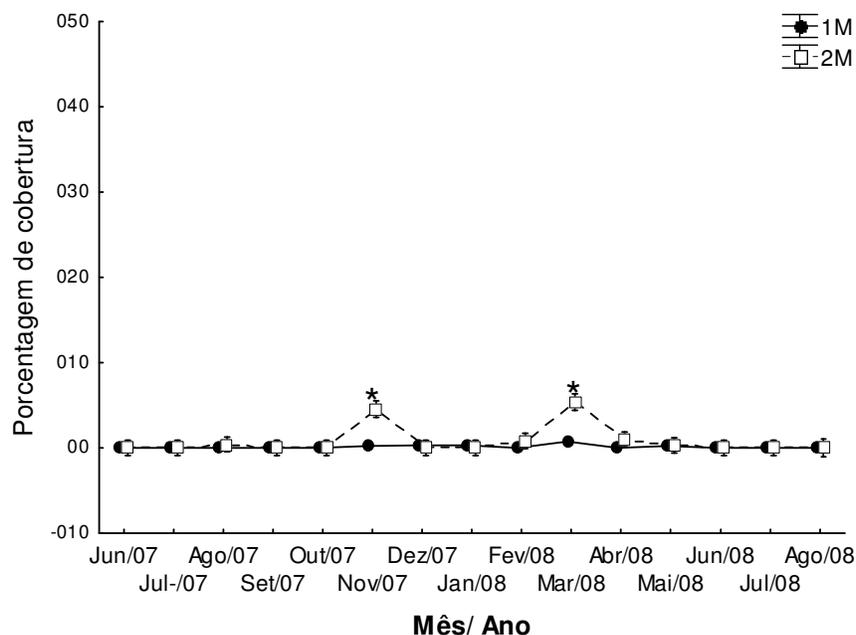


Figura 19: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de Alcyoniidae em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. * meses em que houve diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem à data de colocação das placas.

Tabela 8: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de Alcyoniidae em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa

	G.L.	F	p
Mês de submersão	14	12,01*	<0,05
Tempo de submersão	1	35,60*	<0,05
Mês X Tempo	14	10,55*	<0,05

A anêmona *Aiptasia pallida* recrutou ao longo de todas as estações do ano (figura 12) e foi significativamente mais abundante nas amostras submersas em setembro e outubro/2007 e abril/2008 (figura 20, tabela 9). Geralmente, a porcentagem de cobertura foi significativamente maior nas placas de dois meses (tabela 9).

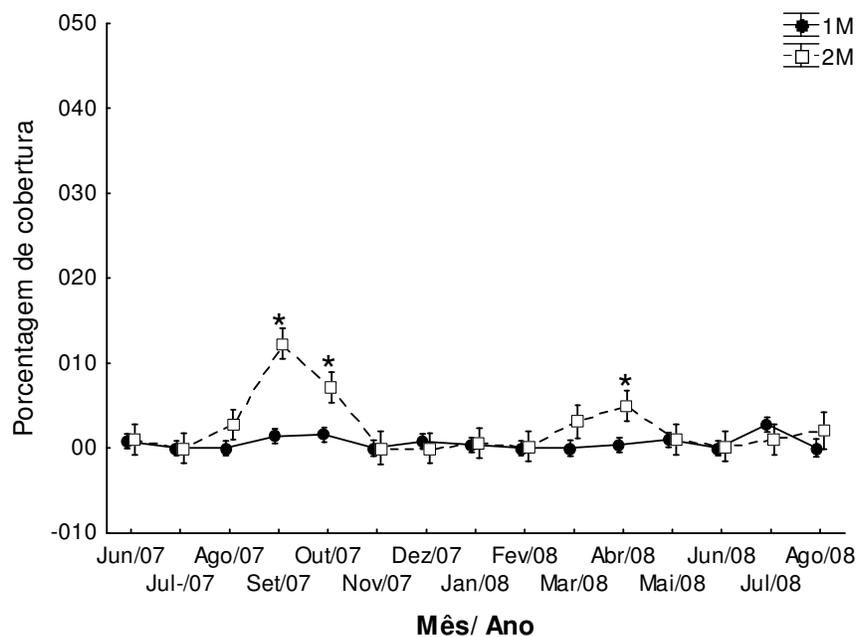


Figura 20: Média e intervalo de confiança da porcentagem de cobertura de *Aiptasia pallida* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão. * meses em que houve diferença em relação ao tempo de submersão. Os meses se referem à data de colocação das placas.

Tabela 9: ANOVA de medidas repetidas comparando a porcentagem de cobertura de *Aiptasia pallida* em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão e ao longo do ano. G.L.= graus de liberdade; *diferença significativa

	G.L.	F	p
Mês de submersão	14	11,68*	<0,05
Tempo de submersão	1	54,16*	<0,05
Mês X Tempo	14	10,84*	<0,05

Padrões de similaridade entre os tratamentos dentro, pareado e entre os dois meses de submersão

Em geral, os valores de similaridades dos tratamentos PAREADO, DENTRO e ENTRE foram baixos, com médias em torno de 40%, embora as amplitudes tenham variado de 0 a 95%. Não houve diferença significativa entre os valores totais dos três conjuntos de dados (ANOVA $F=1,16$; $p>0,05$) (figura 21), entretanto, ao se relacionar a similaridade entre os conjuntos de dados ao longo dos meses, foi possível a observação das diferenças (ANOVA $F=2,36$; $p<0,05$) (Tabela 10, figura 22).

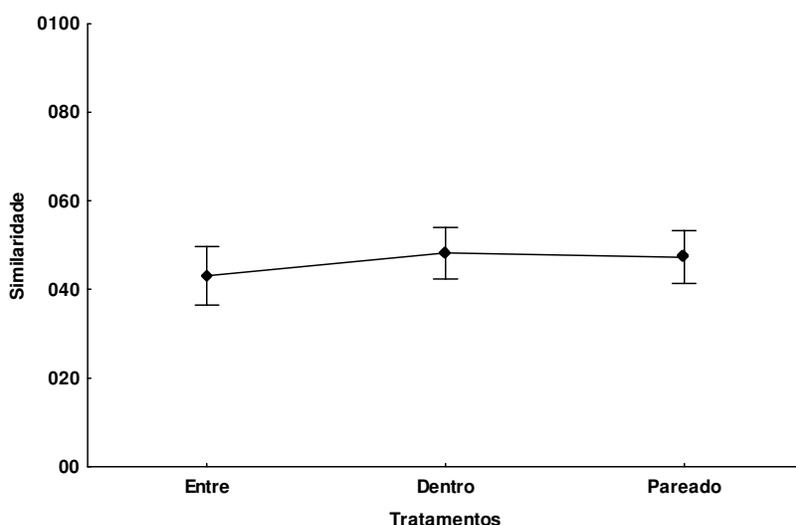


Figura 21: Média e Intervalo de confiança da similaridade total dos tratamentos PAREADO, DENTRO e ENTRE de todo o período de estudo.

Na maioria dos casos, a similaridade dos tratamentos PAREADO e DENTRO do mesmo mês foi maior do que a do tratamento ENTRE meses, ou seja, as espécies que recrutaram nas placas experimentais limpas mudaram de um mês para o outro (figura 22). Os três tratamentos apresentaram flutuações na similaridade ao longo do experimento (figura 22). Os dados ENTRE foram mais semelhantes (similaridade $\geq 50\%$) em outubro/07 e em junho e julho/08, os dados DENTRO, de julho a setembro/07 e em fevereiro, maio e

junho/08 e os dados PAREADOS, em junho, julho, setembro e outubro/07 e maio e julho/08 (figura 22).

Tabela 10: Meses em que foi observada diferença significativa entre as similaridades dos tratamentos.

jul/07	Pareado>Entre	
set/07	Dentro>Entre	
jan/08	Pareado>Dentro	
fev/08	Dentro>Entre	Dentro>Pareado
mar/08	Dentro>Entre	Pareado>Entre
mai/08	Dentro>Entre	Pareado>Entre
jul/08	Pareado>Dentro	

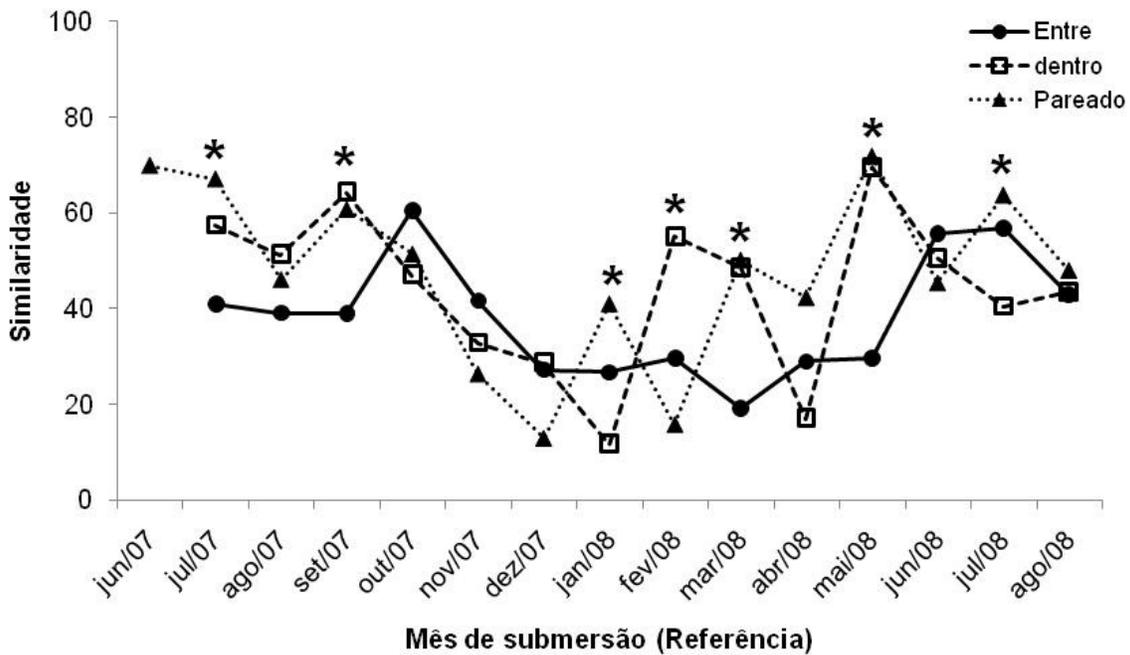


Figura 22: Média mensal da similaridade dos três tratamentos – PAREADOS (amostras submersas no mesmo período e analisadas no primeiro e segundo mês de exposição), DENTRO (amostras expostas por 1 e 2 meses analisadas na mesma data) e ENTRE (amostras submersas em meses consecutivos e analisadas no primeiro mês após a submersão). *meses que apresentaram diferença significativa entre os conjuntos (ver texto). Os meses se referem à data de colocação das placas.

A assembléia de cnidários

O teste de Spearman indicou uma correlação negativa entre presença e ausência de *O. bidentata* e as espécies *O. dichotoma* (Spearman $R = -0,29$; $p < 0,05$), *C. gracilis* (Spearman $R = -0,12$; $p < 0,05$) e *E. carneum* (Spearman $R = -0,11$; $p < 0,05$), no primeiro mês de submersão. Os hidróides *C. gracilis* e *E. carneum* apresentaram uma correlação positiva, porém baixa (Spearman $R = 0,06$; $p < 0,05$). *C. gracilis* e *O. dichotoma* apresentaram uma distribuição semelhante ao longo do período experimental, entretanto, não houve correlação entre elas.

Os valores de riqueza de espécies (S) e equitabilidade de Shannon-Wiener (E_H) apresentaram diferenças significativas em relação ao mês, mas não em relação ao tempo de submersão (tabela 11, figura 23), enquanto que a diversidade de Shannon-Wiener (H) apresentou diferença tanto em relação ao mês quanto ao tempo. Em geral, as placas apresentaram maior diversidade após o segundo mês de submersão (figura 23). Os maiores valores de riqueza e diversidade foram encontrados nas placas de dois meses, submersas de fevereiro a abril e em agosto/07, e nas de um mês submersas em maio/07 (figura 23). A equitabilidade foi significativamente menor no mês de janeiro/08, em relação a novembro/07 e agosto/08. Os dados dos três primeiros meses de experimento foram descartados destas análises, pois nesse período as espécies de *Obelia* foram contadas conjuntamente. O maior e menor valores registrados foram, respectivamente, 5 em maio/08 (1M) e 0 em dezembro/08 (2M) para riqueza; 0,8 em agosto/08 (1M) e 0 em dezembro/08 (2M) para equitabilidade; e 0,9 em maio/08 (1M) e 0 em dezembro/08 (2M) para diversidade.

Tabela 11: ANOVA da Riqueza, Equitabilidade e Diversidade de Shannon-Wiener das espécies de cnidários em relação aos fatores: mês e tempo de submersão (1 e 2 meses).
G.L.=graus de liberdade; * diferença significativa.

	Riqueza (S)		Equitabilidade (E_H)		Diversidade (H')	
	G.L.	F	G.L.	F	G.L.	F
Mês	11	7,61*	11	2,12*	11	2,96*
Tempo	1	2,06	1	2,25	1	4,10*
Mês X Tempo	11	4,34*	11	2,65*	11	2,59*

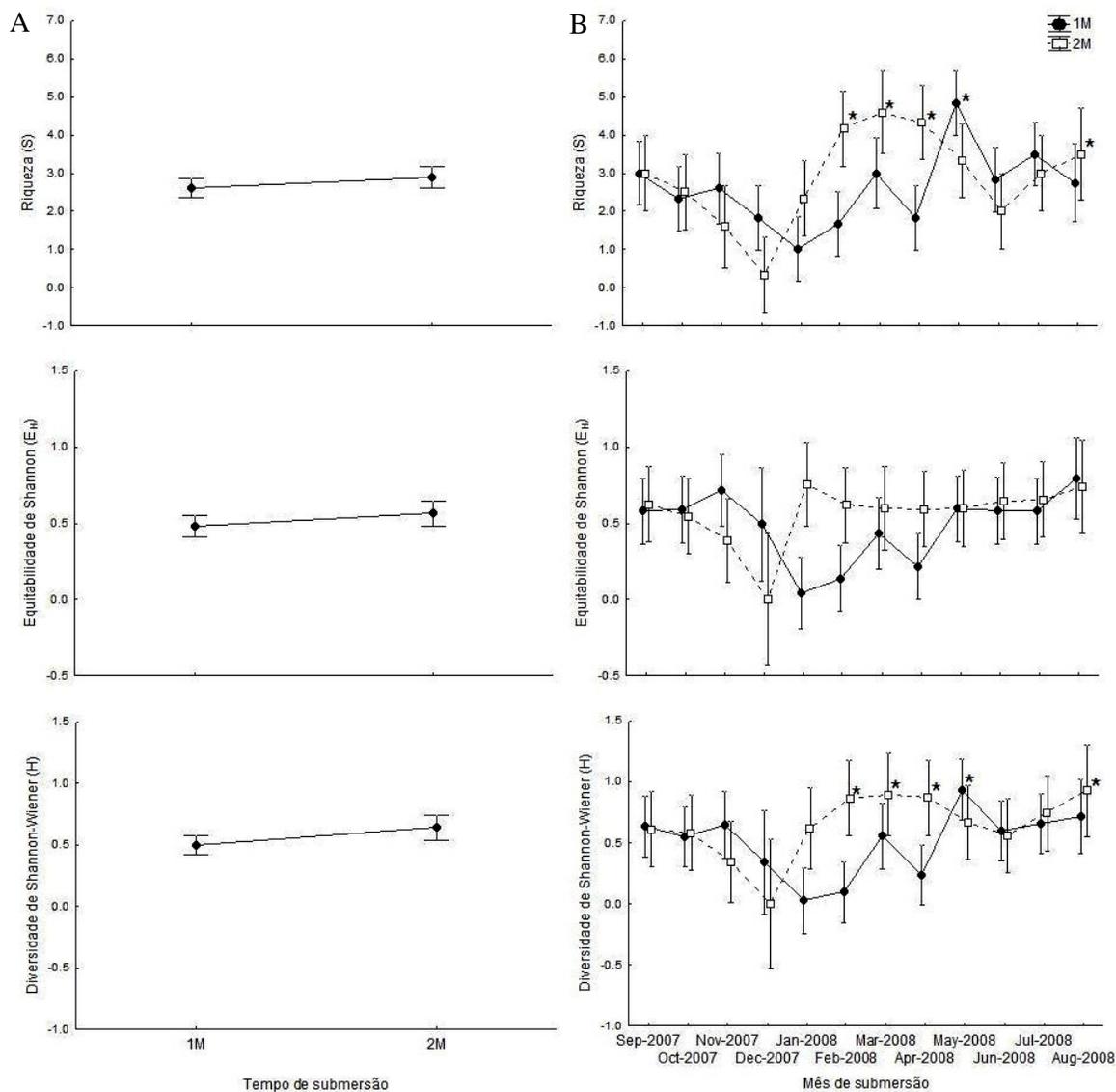


Figura 23: Média e intervalo de confiança da Riqueza (S), Equitabilidade (E_H) e Diversidade (H) de cnidários em placas de recrutamento na Baía de Paranaguá/ PR: A) após 1 e 2 meses de submersão e B) ao longo do ano levando em consideração o tempo de submersão (1 e 2 meses). * diferença significativa. As placas submersas em junho, julho e agosto/2007 foram excluídas devido à não separação das espécies de *Obelia*.

Com os valores totais da porcentagem de cobertura mensal das espécies, a análise multivariada de agrupamento (Cluster) (figura 24) resultou em um gráfico no qual foi possível identificar quatro grupos, formados principalmente de acordo com o período do ano em que foram submersas. As espécies que representaram cada um dos grupos foram identificadas através da análise de SIMPER (tabela 12). O primeiro grupo compreendeu as amostras submersas no inverno e na primavera, caracterizadas pela grande quantidade de *Obelia dichotoma*, *Clytia gracilis* e *Aiptasia pallida*; o segundo grupo foi composto somente por amostras da primavera, cobertas principalmente por *Obelia bidentata*, *Obelia dichotoma*, Alcyoniidae e hidróides mortos; o terceiro, compreendeu somente amostras do verão, quando *Obelia bidentata*, *Garveia franciscana* e *Aiptasia pallida* ocuparam a maior parte do substrato; e o quarto grupo foi formado pelas amostras do final do verão, do outono e começo do inverno, evidenciadas pela presença de *Obelia dichotoma*, *Clytia gracilis*, *Obelia bidentata*, *Aiptasia pallida*, hidróides mortos e *Eudendrium carneum* (figura 24, tabela 12). As placas de 2 meses submersas em dezembro/07 não agruparam com nenhuma outra amostra (figura 24). Não foi observado nenhum agrupamento em relação ao tempo de submersão.

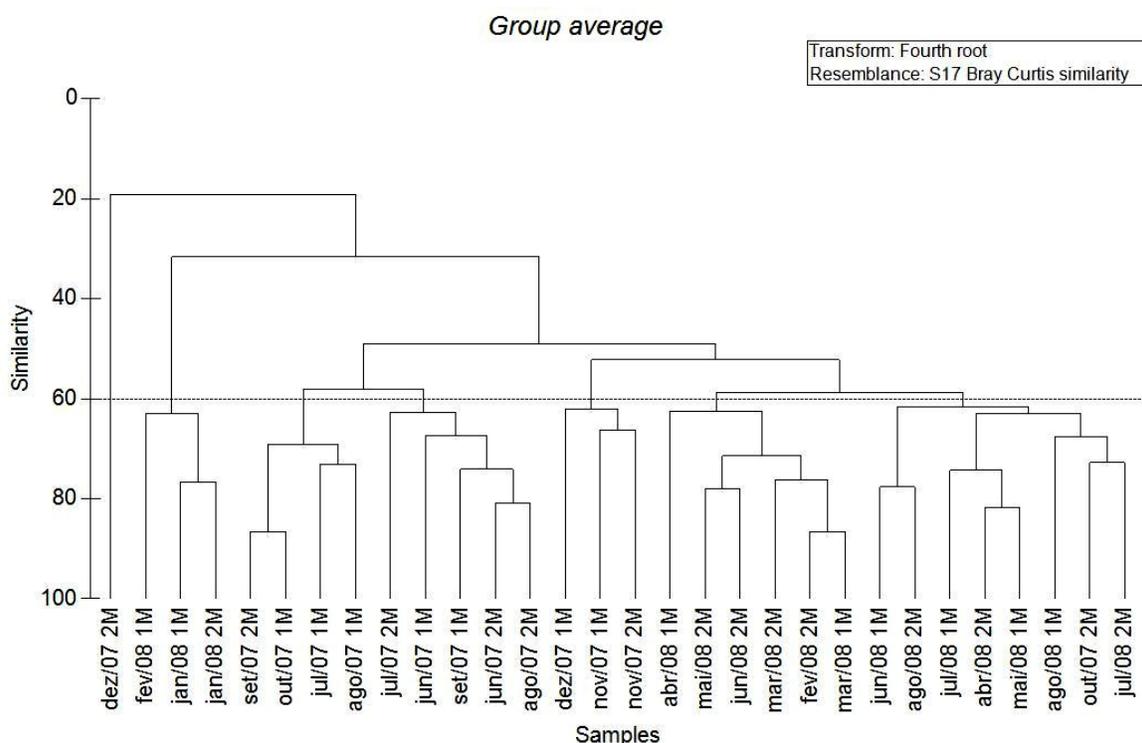


Figura 24: Dendrograma mostrando os grupos formados pela análise de cluster, baseada na composição e abundância dos táxons de Cnidaria em porcentagem de cobertura nas placas de recrutamento. Os valores foram transformados para raiz quarta e a matriz de similaridade foi construída utilizando-se o índice de Bray-Curtis.

Tabela 12: Similaridade média (SIMPER) e categorias mais relevantes para similaridade por grupo de amostras mensais, analisadas após 1 e 2 meses de submersão, realizadas na Baía de Paranaguá/ PR (espécies de cnidários que primeiro contribuem para 90% da abundância). Os grupos foram formados através das análises multivariadas MDS e cluster.

Grupo	Similaridade	Espécies	Ab. Méd.	Sim. Méd.	Contrib%	Cum.%
Grupo 1	63,27%	<i>Obelia dichotoma</i>	8,12	35,62	56,3	56,3
Jun/07 1m-2m; Jul/07 1m-2m;		<i>Clythia gracilis</i>	4,67	16,53	26,12	82,42
Ago/07 1m-2m; Set/07 1m-2m;		<i>Aiptasia pallida</i>	2,86	6,66	10,53	92,95
Out/07 1m						
Grupo 2	63,47%	<i>Obelia bidentata</i>	5,93	25,91	40,83	40,83
Nov/07 1m-2m; Dez/07 1m		<i>Obelia dichotoma</i>	3,95	17,74	27,95	68,78
		Alcyoniidae	3,13	11,99	18,89	87,66
		Hidróides Mortos	2,45	4,92	7,75	95,41
Grupo 3	67,45%	<i>Obelia bidentata</i>	8,03	36,03	53,41	53,41
Jan/08 1m-2m; Fev/08 1m		Garveia franciscana	5,12	22,95	34,03	87,44
		<i>Aiptasia pallida</i>	1,87	4,43	6,57	94,01
Grupo 4	62,61%	<i>Obelia dichotoma</i>	5,88	15,25	24,36	24,36
Out/07 2m; Fev/08 2m; Mar/08		<i>Clythia gracilis</i>	6,1	14,86	23,74	48,1
1m-2m; Abr/08 1m-2m; Mai/08		<i>Obelia bidentata</i>	4,47	10,64	16,99	65,09
1m-2m; Jun/08 1m- 2m; Jul/08		<i>Aiptasia pallida</i>	3,09	6,19	9,89	74,98
1m-2m; Ago/08 1m-2m		Hidróides Mortos	3,05	5,77	9,22	84,2
		<i>Eudendrium carneum</i>	3,11	4,8	7,67	91,87

(1m) após 1 mês de submersão (2m) após 2 meses de submersão

Fauna dos demais Invertebrados que recrutaram

Além das espécies de Cnidaria, foram registradas 14 espécies/morfotipos de invertebrados sésseis, pertencentes aos grupos: Porifera, Bivalvia (Ostreidae Refinesque, 1815; Mytilidae Refinesque, 1815), Cirripedia (Balanidae Leach, 1817), Pycnogonida, Bryozoa e Ascidiacea. A maioria dos Bryozoa e Ascidiacea foram identificados em categorias específicas:

Bryozoa

Hippoporina verrilli Maturo and Schopf, 1968 (Hippoporinidae)

Sinoflustra annae (Osburn, 1953) (Flustridae)

Conopeum seurati (Canu, 1928) (Electridae)

Electra tenella (Hincks, 1880) (Electridae)

Ctenostomata Busk, 1852

Bugula neritina (Linnaeus, 1758) (Bugulidae)

Bugula stolonifera Ryland, 1960 (Bugulidae)

Ascidiacea

Polycarpa sp. Heller, 1877 (Styelidae)

Molgula phytophila Monniot, 1970 (Molgulidae)

Pyuridae Hartmeyer, 1908

Os invertebrados mais abundantes foram mexilhões, cracas e briozoários incrustantes (figura 25). A tabela 13 traz os valores de abundância mensal dos invertebrados sésseis nas placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão.

Tabela 13: Média de cobertura mensal de espécies de invertebrados em placas de recrutamento após 1 e 2 meses de submersão.

N = número de indivíduos; % = porcentagem de cobertura

Data de submersão		jun/07	jul/07	ago/07	set/07	out/07	nov/07	dez/07	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	jul/08	ago/08
TS**/ Mês		Média														
Porifera																
Porifera sp. 1*	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Mollusca - Bivalvia																
Mytilidae (N)	1	0,8	0,0	0,0	3,0	4,3	21,0	10,7	36,2	8,3	9,5	2,0	2,0	0,2	0,2	0,2
	2	0,5	0,5	5,3	15,2	13,8	26,3	32,2	45,3	75,0	18,0	1,7	1,3	0,7	0,8	0,5
Ostreidae (N)*	1	0,2	0,0	0,0	0,2	4,8	1,2	1,7	0,0	0,0	0,0	1,8	0,3	0,0	0,2	0,4
	2	0,0	0,0	0,2	1,2	7,2	0,2	0,3	0,0	0,0	0,1	2,0	1,0	0,0	0,0	2,0
Crustacea - Cirripedia																
Balanidae (N)	1	3,7	45,8	175,8	102,0	10,8	138,6	116,8	129,2	87,8	143,0	8,8	0,0	0,2	0,1	0,0
	2	20,3	73,3	70,5	34,0	23,7	91,8	152,7	106,3	149,3	121,8	0,5	0,0	0,2	0,8	0,0
Bryozoa																
<i>Hippoporina verrill</i> (%)	1	7,0	0,6	0,0	0,0	1,1	6,2	11,6	0,1	0,0	0,0	1,1	5,4	0,6	1,8	1,1
	2	11,5	1,1	1,5	0,0	3,9	8,7	4,8	0,5	0,0	0,0	10,4	13,1	3,4	6,7	3,4
<i>Sinoflustra annae</i> (%)*	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Conopeum seurati</i> (%)	1	3,3	0,9	6,7	3,1	0,8	11,0	6,0	1,8	0,0	0,1	1,2	0,3	0,2	1,3	0,8
	2	17,5	8,0	4,2	16,1	15,6	15,6	11,5	0,1	0,5	2,4	0,8	0,0	3,0	23,0	6,1
<i>Electra tenella</i> (%)	1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2
	2	0,0	0,0	0,3	0,7	0,1	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	3,0	1,2	9,2	0,0
Ctenostomata (%)	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,5
<i>Bugula neritina</i> (%)*	1	0,0	0,1	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	0,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
<i>Bugula stolonifera</i> (%)*	1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ascidiacea																
<i>Polycarpa</i> sp. (N)*	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Molgula phytophila</i> (N)*	1	0,0	0,0	2,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	6,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0
Pyuridae (N)*	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

* espécies com cobertura inferior a 5% ou a 5 indivíduos em todos os meses amostrados. ** Tempo de submersão.

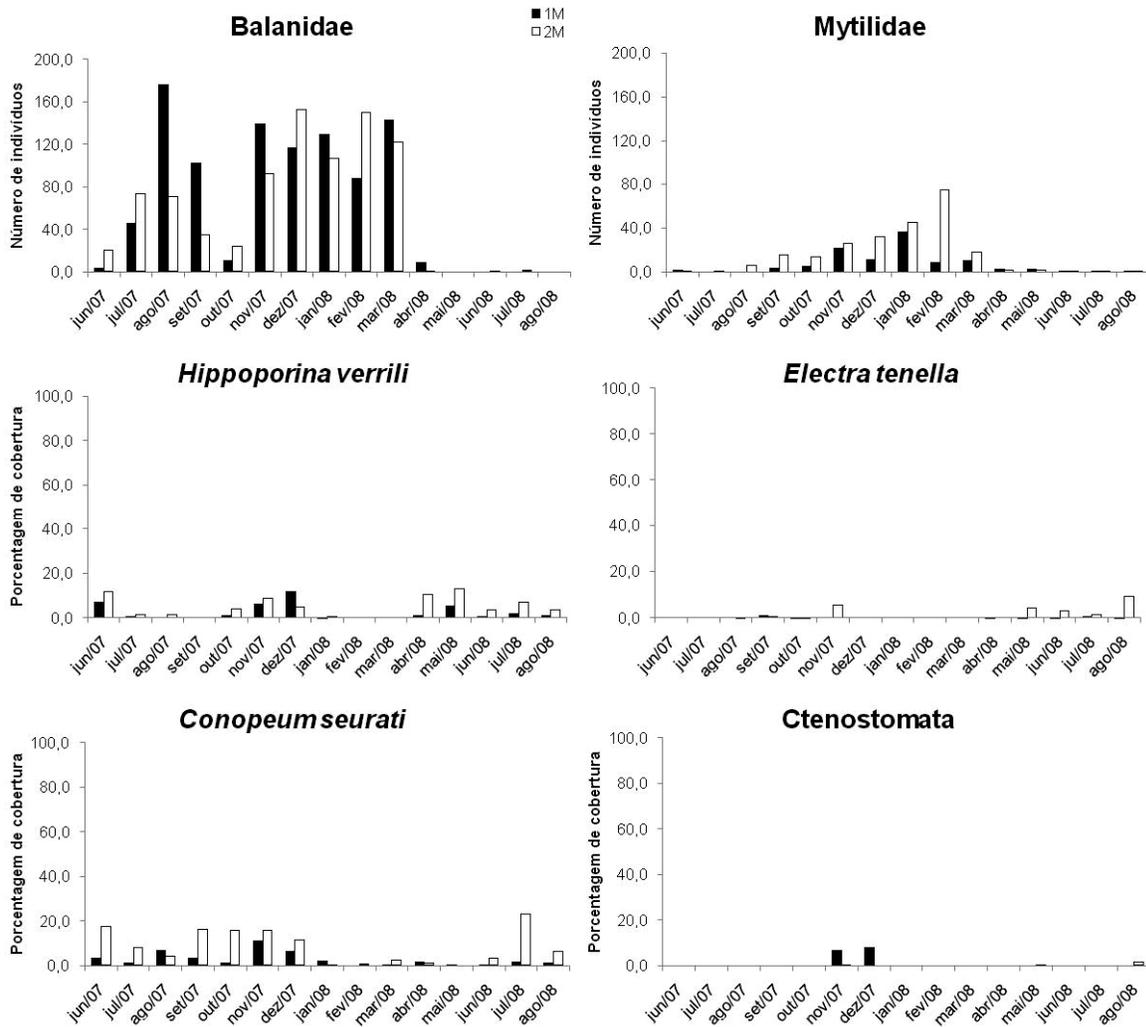


Figura 25: Variação temporal no recrutamento dos invertebrados sésseis mais abundantes em percentagem de cobertura (organismos coloniais) e número de indivíduos (organismos solitários). Os meses se referem ao período de colocação das placas.

DISCUSSÃO

Entre os cnidários que recrutaram nas placas artificiais instaladas na foz do Rio Itiberê, Baía de Paranaguá, Paraná, os hidróides foram os mais abundantes e apresentaram a maior riqueza de espécies. Os campanularídeos *Obelia dichotoma*, *Obelia bidentata* e *Clytia gracilis* predominaram ao longo de todo o período de estudo. Este resultado já era esperado, pois hidróides são espécies pioneiras (Calder, 1991; Migotto *et al.*, 2001) e as mais favorecidas pela presença de substratos artificiais limpos (Glasby *et al.*, 2007). Krohling *et al.* (2006) e Krohling & Zalmon (2008) observaram que os hidrozoários estão entre os primeiros e mais abundantes organismos a colonizar novas estruturas, no litoral norte do Rio de Janeiro. Gili *et al.* (1989), ao estudar o padrão de distribuição de cnidários bentônicos no Mediterrâneo, observaram que organismos como os hidrozoários, que apresentam ciclo de vida curto, crescimento estolonar, baixa biomassa e pólipos pequenos, predominam em comunidades de águas mais rasas, onde as condições ambientais são dinâmicas e instáveis. A maioria dos hidróides é tipicamente oportunista, apresentando um crescimento rápido da hidrorriza e o hidrocaule pouco ramificado, conforme já observaram Hughes (1987), Calder (1991), Gili & Hughes (1995) e Migotto *et al.* (2001).

Interações intraespecíficas também podem estar entre as possíveis causas da dominância dos hidróides (Migotto *et al.*, 2001), pois muitas espécies deste grupo, e também de outros invertebrados (Osman & Whitlatch, 1995), mostram um padrão de assentamento agregado. A presença de coespecíficos, além de aumentar a probabilidade de fertilização dos gametas, age como mecanismo de defesa (Rodriguez *et al.*, 1993).

Obelia dichotoma, *Obelia bidentata* e *Clytia gracilis*, embora tenham recrutado praticamente ao longo de todo o experimento, apresentaram alguns períodos de maior abundância. Os hidrozoários *E. carneum* e *G. franciscana* tiveram sazonalidade bem

marcada, corroborando a idéia de Osman & Whitlatch (1995) e de Bavestrello *et al.* (2006), que já haviam reportado sazonalidade na composição faunística de hidróides, inclusive com as espécies de *Eudendrium* apresentando picos bem marcados de ocorrência.

Obelia dichotoma apresentou picos de recrutamento na primavera e no outono e *Clytia gracilis*, no outono e no inverno. Ambas apresentaram índices muito baixos de recrutamento, ou desapareceram quase completamente nos meses de verão, quando a temperatura da água é mais alta e a salinidade é mais baixa. Declínios sazonais na abundância de hidróides geralmente são precedidos por regressão dos hidrantes e do hidrocaule e acúmulo das células na hidrorriza, que sobrevivem a períodos de condições adversas. Estágios de dormência já foram reportados para diversas espécies de hidrozoários, que podem gerar diferentes tipos de formas resistentes (Gili *et al.*, 1995). *Eudendrium carneum* foi registrado apenas no outono e no inverno e *Hydractinia minuta*, embora tenha recrutado irregularmente, foi mais abundante no mesmo período. Em um trabalho de revisão, Coma *et al.* (2000) observaram que organismos de mares temperados quentes podem apresentar padrões de sazonalidade diferentes daqueles de mares temperados frios. Embora a dormência de inverno, caracterizada por hibernação, seja normal em mares temperados frios, a dormência de verão, caracterizada por estivação (diminuição no crescimento e reprodução) pode ocorrer em áreas mais quentes. No Mar Mediterrâneo, a maioria dos hidrozoários exibe um padrão sazonal, em que reprodução e crescimento acontecem na primavera ou no outono, enquanto que no verão desaparecem, deixando apenas estolões basais dormentes (Coma *et al.*, 2000). Na Itália, *Eudendrium glomeratum* Picard, 1951 (Eudendriidae) é dormente nos meses de verão, cresce no outono, torna-se maduro no inverno e degenera na primavera (Boero *et al.*, 1986), coincidindo com a espécie congênica presente em Paranaguá.

Migotto *et al.* (2001) registraram recrutamento de *Obelia dichotoma* e *Clytia gracilis* ao longo de todo o ano, no Canal de São Sebastião (SP), porém, com picos irregulares, inclusive no verão. Da mesma forma, Calder (1990) considerou essas espécies de águas quentes na Carolina do Sul e na Virginia. Nassar & Silva (1999) observaram *Obelia dichotoma* recrutando durante o verão, inverno e primavera, na Ilha da Guaíba (Mangaratiba/ RJ). No experimento de Krohling & Zalmon (2008), realizado no litoral norte do Rio de Janeiro, as espécies de *Clytia* foram mais abundantes durante o inverno e apresentaram um declínio no verão. Correia & Silva (1990) citaram grande quantidade de *Obelia* sp. (após revisão do material depositado, verificou-se que a espécie é *O. dichotoma*) nas placas de acrílico instaladas também na Baía de Paranaguá. Neste local, onde o clima é subtropical úmido (Bigarella, 1978), a flutuação de temperatura da água é ampla, assim como no Mar Mediterrâneo, variando mais de 10°C entre as estações. No Canal de São Sebastião e na Ilha da Guaíba, as variações anuais registradas foram consideravelmente menores. Essa grande variação de temperatura, combinada à disponibilidade de alimento, causa importantes efeitos metabólicos nos organismos, que podem estar relacionados aos eventos de mortalidade em massa de suspensívoros e planctotróficos bentônicos no verão (Coma *et al.*, 2000).

Os padrões de atividade da maioria dos hidrozoários relacionam-se a ciclos anuais de temperatura (Calder, 1990; Coma *et al.*, 2000); entretanto, outros fatores também podem ser responsáveis por seus ciclos sazonais. Krohling & Zalmon (2008) associaram as mudanças sazonais no recrutamento dos organismos a variações temporais na quantidade de chuva da região (RJ).

Em contraste às espécies citadas anteriormente, *Obelia bidentata* apresentou um pico de recrutamento durante o verão e *Garveia franciscana* recrutou somente no verão e na primavera, quando a temperatura da água é mais alta. A primavera e o verão correspondem, ainda, à época chuvosa, quando são registrados os menores valores de

salinidade. Esse resultado corrobora o de Correia & Silva (1990), também na Baía de Paranaguá, e de Migotto *et al.* (2001), que registraram um assentamento preferencial de *O. bidentata* nos meses quentes. Embora a dormência de verão seja comum entre invertebrados bentônicos de áreas quentes, alguns organismos, como algumas espécies de hidrozoários, ascídias solitárias e esponjas, exibem um padrão diferente, apresentando um declínio no inverno (Coma *et al.*, 2000). Os padrões sazonais encontrados para *Obelia bidentata* e *Garveia franciscana* diferem da maioria dos hidróides na Baía de Paranaguá, porém são semelhantes aos de outros estudos (Correia & Silva; 1990; Migotto *et al.*, 2001).

As espécies de campanularídeos alternaram períodos de maior abundância. Como essas espécies ocupam nichos semelhantes, o declínio de suas populações em determinadas épocas do ano pode ser causado pela competição por espaço ou escassez de alimento (Coma *et al.*, 2000). Ciclos sazonais de reprodução permitem que diversas espécies ocupem o mesmo substrato alternadamente, evitando a competição por espaço, ou então, que habitem áreas geográficas que correspondem às suas necessidades apenas durante uma parte do ano (Bavestrello *et al.*, 2006).

Krohling & Zalmon (2008) documentaram que espécies de *Obelia* recrutam em quantidades similares em alguns meses do verão, outono e primavera, com quedas bruscas no inverno, no início da primavera e do verão. No entanto, nosso estudo verificou que os padrões de recrutamento diferem entre as espécies de *Obelia*. Essa diferença na distribuição das espécies observada entre os dois estudos pode ter sido causada pelo fato de as espécies terem sido analisadas conjuntamente por Krohling & Zalmon (2008).

O octocoral Alcyoniidae foi registrado em um longo intervalo de tempo, enquanto que a anêmona *Aiptasia pallida* recrutou continuamente ao longo do ano. Ambos, porém, apresentaram pequenas porcentagens de cobertura. Os antozoários em geral apresentam crescimento mais lento, atingem tamanhos maiores do que os hidrozoários e são perenes,

portanto, ciclos sazonais de presença e abundância são menos acentuados nesses organismos (Gili *et al.*, 1989). A abundância pouco se altera, pois nesses animais a estivação é caracterizada por diminuição no investimento em crescimento, reprodução e busca por alimento (Coma *et al.*, 2000). Nossos resultados corroboram os de Grigg (1988), nas Ilhas Hawaianas, onde o octocoral *Corallium secundum* Dana, 1846 (Corallidae) apresentou uma taxa de recrutamento baixa e constante. Em outro trabalho, Grigg (1977) observou ainda que a mortalidade da larva de octocorais do gênero *Muricea* Lamouroux, 1821 (Plexauridae) é extremamente alta e que em locais onde o espaço é limitado, o recrutamento parece depender da mortalidade dos outros organismos.

O tempo de submersão afetou a abundância da maioria das espécies de cnidários. *Obelia bidentata* e *Clytia gracilis* foram mais freqüentes e abundantes no primeiro mês após a submersão, indicando que houve mortalidade dos indivíduos a partir deste período aliada, provavelmente, a ausência de novos recrutamentos. A mortalidade pode ter sido causada por distúrbios físicos, estresse fisiológico, predação, competição por espaço ou alimento, entre outras causas. Como se trata de um estuário, geralmente um ambiente pouco exposto, descarta-se a mortalidade por ação de ondas. A dessecação também pode ser descartada, pois os painéis estavam permanentemente submersos, uma vez que foram instalados em flutuadores móveis de acordo com os ciclos de maré.

Sabe-se que predadores invertebrados pequenos, pouco móveis são abundantes em comunidades incrustantes de águas temperadas (Greene *et al.*, 1983) e as estruturas flutuantes do late Clube de Paranaguá estão em contato direto com muitos caprelídeos, pantópodes, poliquetas e nudibrânquios, que foram freqüentes e muito abundantes nas placas. *Obelia bidentata* e *Clytia gracilis* provavelmente sofreram a ação da predação, visto que foram registrados hidrorrizas e hidrocaules sem hidrantes, principalmente em placas de dois meses. Estas estruturas provavelmente pertencem à espécies de campanularídeos, devido à sua morfologia.

Apesar de colonizarem rapidamente novos substratos, hidrozoários de águas costeiras são pouco resistentes ao deslocamento por outras espécies (Gili *et al.*, 1989; Calder, 1991). O mesmo foi observado por Migotto *et al.* (2001) e reflete o comportamento oportunista dessas espécies. Por conseguinte, a abundância de *Obelia bidentata* e *Clytia gracilis* no primeiro mês pode ser explicada pela sua capacidade de recrutar em espaços recém-abertos e por seu crescimento rápido. No entanto, em razão de sua baixa eficiência competitiva elas são facilmente sobrepostas a partir do segundo mês com a entrada de novas espécies. Além disso, essa diminuição na abundância de *O. bidentata* e *C. gracilis* pode ser consequência de seu ciclo de vida rápido.

O padrão oposto foi observado em *Eudendrium carneum*, *Hydractinia minuta*, *Aiptasia pallida* e Alcyoniidae, que apresentaram porcentagens de cobertura mais altas dois meses após a submersão. Isso indica sobrevivência aliada a crescimento das colônias e/ou recrutamento de novos indivíduos. *Eudendrium carneum*, ao contrário da maioria dos hidróides de águas costeiras, pode ser considerado um competidor eficiente, pois forma colônias relativamente grandes e resistentes ao deslocamento pelo crescimento lateral de outros invertebrados sésseis (Migotto *et al.*, 2001). Sutherland & Karlson (1977) viram que *Hydractinia echinata* (Fleming, 1828) (Hydractiniidae) é uma exceção ao padrão de oportunismo comum em hidróides de águas superficiais, pois exibe baixas taxas de recrutamento, mas é altamente resistente à substituição por outros organismos. A reprodução assexuada realizada por antozoários influencia a quantidade de espaço ocupado (Jackson, 1977), assim, a reprodução assexuada por laceração pedal pode explicar o aumento na abundância de *Aiptasia pallida* com o tempo de submersão. A chance de recrutamento do octoral *Muricea* é cumulativa com o tempo (Grigg, 1977). Este fator, aliado ao crescimento mais lento dos antozoários, proporcionou a maior abundância de Alcyoniidae encontrada no segundo mês de submersão.

Obelia dichotoma e *Garveia franciscana* não apresentaram diferença na porcentagem de cobertura após 1 ou 2 meses de exposição. Este resultado pode levar a duas interpretações: houve mortalidade dos organismos que recrutaram no primeiro mês, mas a espécie continuou recrutando, ou então, houve recrutamento somente no primeiro mês e os organismos se mantiveram vivos ao longo dos dois meses. *G. franciscana* é uma espécie com colônias grandes e robustas, assim como *Eudendrium carneum*, então, possivelmente recrutou somente no primeiro mês, sobrevivendo até o segundo. *Obelia dichotoma* não apresentou diferença na abundância em relação ao tempo de submersão quando consideramos todas as amostras. Porém, embora na maior parte dos casos realmente tenham sido registradas coberturas similares após um e dois meses de imersão, amostras submersas em determinados períodos apresentaram maior abundância significativa no primeiro mês (outubro/07, março e maio/2008), enquanto que, em outras observou-se maior abundância no segundo mês (fevereiro, julho e agosto/2008), de forma similar ao encontrado no estudo de Migotto *et al.* (2001). *Obelia dichotoma* sobreviveu, ou então, sofreu mortalidade aliada a recrutamento nos meses em que manteve-se constante. Já nos meses em que apresentou maior cobertura após dois meses de imersão, *O. dichotoma* sobreviveu e continuou recrutando e/ou houve crescimento das colônias e nos casos em que foi mais abundante no primeiro mês houve mortalidade. Esses resultados nos levam à conclusão de que *O. dichotoma* exibe taxas de sobrevivência, recrutamento e crescimento diferenciadas ao longo do ano.

As outras espécies de cnidários, *Ectopleura dumortieri*, *Pinauay crocea*, Tubulariidae sp.2, *Plumularia floridana*, *Diadumene* sp. e *Actiniaria* sp.1, foram raramente observadas durante o experimento, apresentando coberturas muito inferiores às das espécies dominantes. Espécies pioneiras afetam o recrutamento, pois alteram a quantidade de espaço disponível, aumentando-o ou diminuindo-o. A usurpação de substrato pode ser o efeito mais forte sobre as espécies inscrustantes que estão

recrutando, além de que, espécies de crescimento rápido podem sobrepor indivíduos recentemente assentados, causando sua mortalidade (Osman & Whitlatch, 1995).

Pinauay crocea recrutou em todas as estações do ano, mas somente pequenos pólipos isolados foram encontrados, resultando em valores de abundância muito baixos. Contrariamente, várias colônias grandes de *P. crocea* foram observadas sobre as estruturas de sustentação do píer, nos meses da primavera (observação pessoal). Correia & Silva (1990) registraram, em placas de acrílico, abundâncias altas de *Pinauay crocea* (como *Ectopleura warreni* (Ewer, 1953)) durante o inverno, em três pontos da Baía de Paranaguá, ao longo de um gradiente de salinidade, em ordem decrescente: um na Ponta do Poço, localizada na entrada da baía (40%); um na Ilha da Cotinga, próxima a cidade de Paranaguá (20%) e outro nas Ilhas Gererês (40%). Esta espécie é muito comum e abundante na costa Sudeste e Sul do Brasil. No estudo de Nassar & Silva (1999), na Ilha da Guaíba (RJ), foi uma das espécies mais comuns e abundantes em placas de PVC, durante a primavera e o verão, chegando a ocupar cerca de 40% do substrato, enquanto que em São Sebastião (SP), foi bastante abundante durante o inverno (até 60% de cobertura), em painéis de cerâmica (Migotto *et al.*, 2001). Nos costões rochosos do Paraná e de Itapoá, norte de Santa Catarina, a espécie é comum e abundante no entremarés, durante o inverno e a primavera (Haddad, 1992; Menon & Haddad, 2006 - dados não publicados). Nesse período do ano, aparece também em Penha, Santa Catarina, onde cobre anualmente as estruturas (“longlines” e flutuadores) do cultivo de mexilhões, além de placas de poliestireno e conchas vazias experimentais amarradas às “longlines” (Bornancin & Haddad, 2006 – dados não publicados; Kremer, 2008). Migotto & Silveira (1987) registraram a colonização de *P. crocea* em madeira, metal, cerâmica e náilon, na região de São Sebastião, e em costões rochosos, no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, nas faixas adjacentes aos mexilhões *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Mytilidae).

O recrutamento de *Pinauay crocea* parece ter sido afetado pelas condições ambientais do local, considerando a diversidade de padrões de distribuição temporal de ocorrência descritas acima. Por tratar-se de um estuário, o local do presente estudo apresenta salinidade baixa. Isso poderia afetar o recrutamento de *P. crocea*, no entanto, como essa espécie já foi registrada em vários pontos da Baía de Paranaguá anteriormente (Correia & Silva, 1990) e inclusive em estruturas do late Clube no presente trabalho, a salinidade não parece ser um fator crítico para a espécie. Preferências da larva no momento do assentamento podem estar relacionadas às características físicas (textura e contorno) e químicas (composição e coloração) do substrato (Cerrano *et al.*, 2001; Pech *et al.*, 2002), entretanto, essas características da superfície de assentamento não parecem afetar significativamente o recrutamento de *P. crocea*, visto a amplitude de substratos que coloniza, conforme trabalhos citados anteriormente (Migotto & Silveira, 1987; Correia & Silva, 1990; Nassar & Silva, 1999; Migotto *et al.*, 2001; Bornancin & Haddad, 2006 – dados não publicados; Kremer, 2008). A baixa quantidade de *P. crocea* neste estudo, contrária a todos os registros e observações anteriores na Baía e nas regiões costeiras próximas, não parece explicável com os dados atuais disponíveis. Sugestões que poderão ser analisadas em futura oportunidade: influência da posição e orientação das placas, pois sabe-se que esses fatores afetam a estrutura de comunidades incrustantes (Glasby & Connel, 2001), assentamento inibido pela presença de outras espécies, mortalidade pós-assentamento devido à sobreposição, menor resistência à poluição da água, que é maior no entorno do late Clube do que nas regiões próximas da Baía de Paranaguá.

A maior similaridade encontrada nos conjuntos de dados PAREADO e DENTRO do mesmo mês, quando comparada com os dados ENTRE meses, indica que as espécies recrutantes mudam ao longo do ano. Quando a similaridade dos dados PAREADO foi também maior do que os dados DENTRO, as espécies se mantiveram de um mês para

outro e não houve novos recrutamentos, ou pela ausência de larvas ou devido a eventos de mortalidade pós-assentamento. Conforme Brown & Swearingen (1998), o recrutamento é amplamente influenciado por periodicidades sazonais na reprodução do adulto e, conseqüentemente, no suprimento de larvas. A sazonalidade no ciclo biológico dos organismos é determinante no recrutamento das espécies de cnidários, enquanto que a disponibilidade de espaço age como um fator secundário. A menor similaridade dos dados ENTRE meses reforça esta idéia, pois é um indício de que a presença de substrato limpo não é o fator crucial para o recrutamento.

A análise multivariada de agrupamento confirmou que a sazonalidade no ciclo reprodutivo foi o principal fator de influência sobre o recrutamento dos cnidários, pois as amostras foram agrupadas de acordo com o período do ano em que foram submersas. Osman & Whitlatch (1995) observaram que substratos imersos em diferentes épocas experimentam diferentes padrões de recrutamento. O dendrograma confirmou também que a presença de substrato limpo parece ter um menor efeito sobre a composição e abundância dos organismos, pois não houve nenhum agrupamento em relação ao tempo de submersão (1 e 2 meses). Estes resultados são similares aos de outros estudos de recrutamento de comunidades incrustantes (Underwood & Anderson, 1994; Rajagopal *et al.*, 1997; Brown & Swearingen, 1998; Migotto *et al.*, 2001; Watson & Barnes, 2004), em que as espécies que colonizam o espaço livre mudam entre as estações do ano.

A sazonalidade é um fator importante a se considerar quando se pretende entender quais fatores influenciam a distribuição de hidrozoários (Gili *et al.*, 1989), pois grande parte das espécies não está presente no ambiente de forma constante (Bavestrello *et al.*, 2006). As estratégias cíclicas dos hidrozoários podem ser causadas por uma série de fatores abióticos (luz, temperatura, salinidade, radiação solar e sedimentação) e bióticos (relógios circadianos, disponibilidade de alimento e competição por substrato) (Bavestrello *et al.*, 2006). Visto que os ecossistemas costeiros estão sujeitos a grandes variações

ambientais, os ciclos de vida de organismos marinhos mostram padrões sazonais de presença/ausência, crescimento, reprodução, abundância e atividade/inatividade (Coma *et al.*, 2000). As variações sazonais na abundância de espécies que vivem nesses ambientes costeiros ocorrem principalmente porque seus ciclos de vida são curtos (Gili *et al.*, 1989). No Mar Mediterrâneo, a maioria dos invertebrados (hidrozoários, ascídias coloniais, bivalves e antozoários) exibe um padrão sazonal, reproduzindo-se e crescendo mais no inverno, enquanto que no verão a atividade diminui (Coma *et al.*, 2000).

Os maiores valores de diversidade e riqueza de cnidários foram registrados nas placas submersas no verão e outono. De maneira similar, Krohling & Zalmon (2008) encontraram os maiores valores de diversidade em placas de recrutamento analisadas no outono. Em grande parte dos estudos sobre comunidades incrustantes em zonas temperadas, os maiores valores de riqueza de espécies são registrados no verão (Gili *et al.*, 1989; Watson & Barnes, 2004), entretanto, em áreas mais quentes, como na zona equatorial, onde a temperatura é constante e a sazonalidade está relacionada à pluviosidade (Bavestrello *et al.*, 2006), o número de espécies tende a ser maior na estação chuvosa (Di Camillo *et al.*, 2008). Di Camillo *et al.* (2008) observaram também que o principal fator de influência sobre a tendência de riqueza de espécies é a disponibilidade de alimento, que está intimamente relacionada a quantidade sazonal de chuva. Na região da Baía de Paranaguá, as chuvas também estão relacionadas às estações do ano, sendo os verões chuvosos e os invernos secos. O período chuvoso estende-se de dezembro a abril e o período mais seco de maio a novembro (Instituto de Geociências/ USP, 2008). Dessa maneira, os aumentos na riqueza e diversidade de cnidários registrados no verão e no outono (estação chuvosa) podem ter como uma das causas a maior disponibilidade de alimento.

Associações interespecíficas também são fatores importantes que podem ter influenciado as variações na riqueza e diversidade de cnidários, visto que os maiores

valores coincidiram com períodos de grande abundância de cracas e baixa riqueza de briozoários. Cracas podem aumentar a quantidade de substrato disponível para o recrutamento (Osman & Witchlatch, 1995), enquanto que briozoários incrustantes reconhecidamente inibem outras espécies (Sutherland & Karlson, 1977; Osman & Witchlatch, 1995).

Diversidade e riqueza foram maiores geralmente após dois meses de exposição das placas. As espécies dominantes foram, em sua maioria, mais abundantes durante o primeiro mês, apresentando um declínio na porcentagem de cobertura após este período. Hidróides de águas rasas, principalmente os Campanulariidae, são capazes de formar assembléias monoespecíficas densas, colonizando completamente o substrato, devido a alta taxa de crescimento estolonar, mas em geral são competidores ineficientes por espaço e apresentam ciclo de vida curto (Gili *et al.*, 1989, Calder, 1991, Migotto *et al.*, 2001). Esse crescimento inicial acelerado pode impedir o recrutamento de outros organismos em um primeiro momento, assim como observado por Standing (1976) em experimento na Califórnia (USA), no qual *Obelia dichotoma* pareceu inibir o assentamento de larvas de outros invertebrados. Após este período inicial, a mortalidade e a baixa capacidade competitiva permitem a entrada de novos indivíduos na comunidade, explicando assim os maiores valores de diversidade encontrados no segundo mês de submersão das placas.

A correlação negativa observada entre *O. bidentata* e as espécies *O. dichotoma*, *C. gracilis* e *E. carneum* pode indicar que as espécies estão competindo por espaço, ou simplesmente, que apresentam diferentes períodos reprodutivos. No caso de competição, existem duas hipóteses a serem consideradas: a espécie que está assentando tem dificuldade em recrutar na presença de outras, pois é uma competidora menos eficiente, ou a espécie já estabelecida impede o crescimento de outras. Relações de facilitação e inibição são freqüentemente registradas em estudos com comunidades incrustantes

(Dean & Hurd, 1980; Schimidt, 1983; Osman & Withlatch, 1995; Nassar & Silva, 1999; Cerrano *et al.*, 2001), entretanto, interações inibitórias, além de mais freqüentes que interações facilitadoras, têm um efeito maior sobre o desenvolvimento da comunidade (Dean & Hurd, 1980).

A existência de correlação positiva entre *Eudendrium carneum* e *Clytia gracilis* indica epizoísmo entre estas espécies, no qual a maior (*E. carneum*) serve de substrato para a outra (*C. gracilis*), pois sabe-se que muitos hidróides colonizam outras espécies de hidróides (Millard, 1973). Embora esse tipo de interação não tenha sido contabilizada no presente estudo, observou-se muitas colônias de *Clytia gracilis* sobre *Eudendrium carneum*. A vantagem desta associação, além da proteção contra predadores e aumento do espaço disponível para o recrutamento, é que ao crescer sobre os estolões de *E. carneum*, *C. gracilis* estende-se também sobre as placas e sobre outros organismos incrustantes. Este tipo de relação já havia sido registrada anteriormente, como por exemplo: Calder (1991) observou espécies dos gêneros *Clytia* e *Obelia* sobre outros hidróides; Haddad (1992) verificou a ocorrência de *C. gracilis* (como *C. hemisphaerica* (Linnaeus, 1767) (Campanulariidae)) sobre hidróides maiores no litoral do Paraná; Orlov (1997) encontrou 25 espécies de hidróides epizóicos, de nove famílias diferentes, sobre outras nove espécies e Genzano (1998) encontrou uma variedade de espécies, inclusive *Clytia gracilis*, sobre *Tubularia crocea* (Agassiz 1862) (Tubulariidae) (= a *P. crocea*) e *Sertularella mediterranea* Hartlaub, 1901 (Sertulariidae).

A Baía de Paranaguá é um local propício à introdução de espécies, já que se trata de um local com alto fluxo de embarcações. Além disso, estruturas artificiais construídas pelo homem parecem atrair e promover espécies exóticas, pois a falta de história evolutiva compartilhada entre as espécies e os substratos artificiais acaba anulando a vantagem competitiva das espécies nativas (Byers, 2002; Tyrrel & Byers, 2007). *Garveia franciscana* já havia sido registrada no late clube de Paranaguá por Neves *et al.* (2007) e

considerada introduzida, enquanto que as duas espécies de *Obelia* foram classificadas como criptogênicas. O octocoral Alcyoniidae foi encontrado na Baía de Paranaguá em 2001 (Haddad, observação pessoal), sugerindo uma possível introdução desta espécie na região e também no Brasil. Nos anos seguintes, apareceu em outros estados brasileiros, do Nordeste e Sudeste (Carlos Perez, dados não publicados; Bahia *et al.*, 2008a; Bahia *et al.*, 2008b). Correia & Silva (1990) encontraram 6 espécies de hidróides, 1 de Octocorallia e 4 de Hexacorallia, das quais somente 5 foram também observadas no presente estudo.

A fase polipóide de *Hydractinia minuta* também teve seu primeiro registro para a região neste trabalho, assim como para o Brasil. A fase medusóide foi encontrada por Tronolone (2001) no Canal de São Sebastião/ SP.

Muitos organismos de fouling, apesar de ocuparem rapidamente o substrato, têm um potencial invasivo restrito devido à curta longevidade de suas larvas (Glasby *et al.*, 2007). Como muitas espécies assentam em uma variedade de substratos flutuantes, sua dispersão pode ser acentuada pela presença de estruturas artificiais (Gili & Hughes, 1995; Glasby & Connel, 2001; Glasby *et al.*, 2007), pois estas servem de estoque para as populações desses organismos, promovendo uma dispersão por passos.

Estruturas flutuantes parecem ser habitats particularmente favoráveis para espécies não-nativas. O movimento da superfície e o fluxo de água aumentado podem favorecer seu recrutamento em substratos artificiais, tais como pilastras e flutuadores (Glasby *et al.*, 2007). Já a epibiota nativa tende a recrutar mais em superfícies fixas do que em painéis em movimento (Glasby *et al.*, 2007). Assim, o tipo de substrato (artificial ou natural), sua posição e movimentação influenciam a composição (nativas X introduzidas) e abundância das espécies que estão recrutando.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHIA, J.; SIILVA, J.S.V.; JUNQUEIRA, A.O.R. 2008a. *Erythropodium caribaeorum* (Cnidaria, Octocorallia), uma possível introdução na Baía de Sepetiba, RJ. XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia.
- BAHIA, J.; SILVA, J.S.V.; JUNQUEIRA, A.O.R. 2008b. *Erythropodium caribaeorum*: distribuição e abundância de um octocoral introduzido na Baía de Sepetiba. XXX Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica Artística e Cultural da UFRJ.
- BAVESTRELLO, G.; PUCE, S.; CERRANO, C.; CASTELLANO, L. & ARILLO, A. 2000. Water movement activating fragmentation: a new dispersal strategy for hydractiniid hydroids. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 80: 361-362.
- BAVESTRELLO, G.; PUCE, S.; CERRANO, C.; ZOCCHI, E. & BOERO, N. 2006. The problem of seasonality of benthic hydroids in temperate waters. *Chemistry and Ecology*. 22(1): 197-205.
- BIGARELLA, J. J. 1978. Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná – contribuição a geografia, geologia e ecologia regional. Curitiba: SEPLAN - ADEA. 248pp.
- BOERO, F.; BALDUZZI, A.; BAVESTRELLO, B.; CAFFA, B. & VIETTI, R. C. 1986. Population dynamics of *Eudendrium glomeratum* (Cnidaria: Anthomedusae) on the Portofino Promontory (Ligurian Sea). *Marine Biology*. 92: 81-85.
- BOERO, F. & FRESI, E. 1986. Zonation and evolution of a rocky bottom hydroid community. *P. S. Z. N. I. Marine Ecology*. 7(2): 123-150.
- BOOTH, D. J. & BROSINAN, D. M. 1995. The role of recruitment dynamics in rocky shore and coral reef fish communities. 26: 309-385.

- BREVES-RAMOS, A.; LAVRADO, H. P.; JUNQUEIRA, A. O. R. & SILVA, S. H. G. 2005. Succession in Rocky Intertidal Benthic Communities in Areas with Different Pollution Levels at Guanabara Bay (RJ-Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 48(6): 951-965.
- BROWN, K. M. & SWEARINGEN, D. C. 1998. Effects of seasonality, length of immersion, locality and predation on an intertidal fouling assemblage in the Northern Gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 225: 107-121.
- BYERS, J. E. 2002. Impact of non-indigenous species on natives enhanced by anthropogenic alteration of selection regimes. *Oikos*. 97(3): 449-458.
- CALEY, M. J.; CARR, M. H.; HIXON, M. A.; HUGHES, T. P.; JONES, G. P & MENGE, B. A. 1996. Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 27: 477-500.
- CALDER, DR. 1990. Seasonal cycles of activity and inactivity to some hydroids from Virginia and South Carolina, U.S.A. *Canadian Journal of Zoology*. 68: 442-450.
- CALDER, DR. 1991. Associations between hydroid species assemblages and substrate types in the mangal at Twin Cays, Belize. *Canadian Journal of Zoology*. 69: 2067-2074.
- CARLTON, J. T & GELLER, J. B. 1993. Ecological roulette: The global transport and invasion of nonindigenous marine organisms. *Science*. 261: 78-82.
- CASTRO, C. B.; AMORIM, L. C.; CALDERON, E. N. & SEGAL, B. 2006. Cobertura e recrutamento de corais recifais (Cnidaria: Scleractinia e Milleporidae) nos recifes Itacolomis, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro*. 64(1): 29-40.
- CERRANO, C.; PUCE, S.; CHIANTORE, M.; BAVASTRELLO, G. & CATTANEO-VIETTI, R. 2001. The influence of the epizoic hydroid *Hydractinia angusta* on the recruitment of the Antarctic scallop *Adamussium colbecki*. *Polar Biol*. 24: 577-581.

- COMA R.; RIBES, M.; GILI, J. M. & ZABALA, M. 2000. Seasonality in coastal benthic ecosystems. *Trends in ecology and evolution*. 15(11): 448-453.
- 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: II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira*. São Paulo, SP. 3: 89-110.
- CRISP, D.J., 1984. Overview of research on marine Invertebrate larvae. 1940-1980. *In: COSTLOW, J. D. & TIPPER, J. D. (eds.). Marine Biodeterioration*, Naval Institute Press, Annapolis. 103-126.
- DEAN, T. A. & HURD, L. E. 1980. Development in an Estuarine Fouling Community: The Influence of Early Colonists on Later Arrivals. *Oecologia*. 46(3): 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*. 1-11.
- FAUTIN, D. G. 2002 Reproduction of Cnidaria. *Canadian Journal of Zoology*. 80: 1735-1754.
- FLOERL, O. & INGLIS, G. J. 2003. Boat harbour design can exacerbate hull fouling. *Austral Ecology*. 28(2): 116-127.
- GENZANO, G. N. 1998. Hydroid epizoites on *Tubularia crocea* and *Sertularella mediterranea* from the intertidal of Mar del Plata, Argentina. *Biologiya Morya*. 24(2): 126-129.
- GILI, J. M.; MURILLO, J. & ROS, J. D. 1989. The distribution pattern of benthic cnidarians in the Western Mediterranean. *Scientia Marina*. 53(1): 19-35.
- GILI, J. M. & HUGHES, R. G. 1995. The ecology of marine benthic hydroids. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*. 33: 351-426.

- GLASBY, T. M. & CONNELL, S. D. 2001. Orientation and position of a substratum have large effects on epibiotic assemblages. *Marine Ecology Progress Series*. 214: 127–135.
- GLASBY, T. M.; CONNELL, S. D.; HOLLOWAY, M. G. & HEWITT, C. L. 2007. Nonindigenous biota on artificial structures: could habitat creation facilitate biological invasions? *Marine Biology*. 151: 887-895.
- GREENE, C. H.; SCHOENER, A. & CORETS, E. 1983. Succession on marine hard substrata: the adaptive significance of solitary and colonial strategies in temperate fouling communities. *Marine Ecology Progress Series*. 13: 121-129.
- GRIGG, R. W. 1977. Population dynamics of two gorgonian corals. *Ecology*. 58: 278-290.
- GRIGG, R. W. 1988. Recruitment limitation of a deep benthic hard-bottom octocoral population in the Hawaiian Islands. *Marine Ecology Progress Series*. 45: 121-126.
- HADDAD, M. A. 1992. Hidróides (Cnidaria, Hydrozoa) de costões rochosos do litoral sul do estado do Paraná. Tese de doutorado – Universidade de São Paulo.
- HOLM, E. R. 1990. Effects of density dependent mortality on the relationship between recruitment and larval settlement. *Marine Ecology Progress Series*. 60: 141-146.
- HUGHES, R. G. (1987) The loss of hydranths of *Laomedea flexuosa* Alder and other hydroids, with reference to hydroid senescence. 171-184. In BOUILLON J., BOERO, F.; CICOGNA F. & CONELIUS, P.F.S. (eds.). *Modern trends in the systematics, ecology and evolution of hydroids and hydromedusae*. Clarendon Press, Oxford.
- HULBURT, C. J. 1991. Community recruitment: settlement and juvenile survival of seven co-occurring species of sessile marine invertebrates. *Marine Biology*. 109: 507-515.
- HUNT, H. L. & SCHEIBLING, R. E. 1997. Role of early post-settlement mortality in recruitment of benthic marine invertebrates. *Marine Ecology Progress Series*. 155: 269-301.

- 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. Disponível em: geolig.igc.usp.br/geoproc/rs_ugrhi_rb/app/RS-2_2_7_ (acesso em 03/01/08).
- JACKSON, J. B. C. 1977. Competition on marine hard substrata. The adaptive significance of solitary and colonial strategies. *American Naturalist*. 111: 743-763.
- KEOUGH, M. J. & RAIMONDI, P. T. 1995. Responses of settling invertebrate larvae to bioorganic films: effects of different types of films. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 185: 235-253.
- KREMER, L. 2008. Potencial invasor de *didemnum perlucidum* (Tunicata, Ascidiacea) em um ambiente de cultivo de mexilhões. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Paraná.
- KROHLING, W.; BROTTTO, D. S. & ZALMON, I. R. 2006a. Fouling Community Recruitment on an artificial Reef in the North Coast of rio de Janeiro State. *Journal of Coastal Research*. 39: 118-1121.
- KROHLING, W.; BROTTTO, D. S. & ZALMON, I. R. 2006b. Functional role of fouling community on an artificial reef at the northern coast of Rio de Janeiro State, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 54 (4): 183-191.
- KROHLING, W. & ZALMON, I. R. (2008) Epibenthic Colonization on an Artificial Reef in a Stressed Environment of the North Coast off the Rio de Janeiro State, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Tecnology*. 51(1): 213-221.
- 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.

- MAIDA, M. & FERREIRA, B. P. 1995. Estudo preliminar sobre o assentamento de corais em um recife na Baía de Tamandaré – PE. Boletim Técnico Científico do CEPENE, Tamandaré. 3(1): 23-37.
- MARONE, E.; MACHADO, E.C.; LOPES, R. M & SILVA, E. T. 2000. Paranaguá Bay estuarine complex, Paraná State. Disponível em: <http://data.ecology.su.se/MNODES/South%20America/Paranagua/paranaguabaybud.htm> (acesso em 16/08/2005).
- MARONE, E. & NOENBERG, M. A. 2002. Relatório de correntometria do Laboratório de Física Marinha do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná.
- MIGOTTO, A. E. & SILVEIRA, F. L. 1987. Hidróides (Cnidaria, Hydrozoa) do litoral sudeste e sul do Brasil: Halocordylidae, Tubulariidae e Corymorphidae. Iheringia. Sér. Zool. 66: 95-115.
- 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(2): 287-298.
- MILLARD, N. A. H. 1973. Auto-epizoism in south African hydroids. Publications of the Seto Marine Biological Laboratory. 20: 23-34.
- NASSAR, C. A. G. & SILVA, S. H. G. 1999. Comunidade incrustante em quarto profundidades na Ilha da Guaíba – Rio de Janeiro, Brasil. In SILVA, S. H. G. & LAVRADO, H. P. (eds). Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro. Série Oecologia Brasiliensis. Volume IV. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro.
- 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(5): 319-330.

- NEVES, C. S. & ROCHA, R. 2008. Introduced and cryptogenic species and their management in Paranaguá Bay, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 51(3): 623-633.
- OLIVEIRA, E. C. 2008. Ictiofauna da face norte da Ilha Rasa da Cotinga, Baía de Paranaguá, Paraná: composição, estrutura da assembléia e reprodução. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Paraná.
- ORLOV, D. V. 1996. The role of larval settling behavior in determination of the specific habitat of the hydrozoan *Dynamena pumila* (L.) Larval settlement in *Dynamena pumila* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 208: 73-85.
- ORLOV, D. V. 1997. Epizoic associations among the White Sea hydroids. *Scientia Marina*. 61(1): 17-26.
- OSMAN, R. W. & WITHLATCH, R. B. 1995. The influence of resident adults on recruitment: a comparison to settlement. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 190: 169-198.
- PECH, D.; ARDISSON, P. L. & BOURGET, E. 2002. Settlement of a Tropical Marine Epibenthic Assemblage on Artificial Panels: Influence of Substratum Heterogeneity and Complexity Scales. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 55: 743-750.
- PINEDA, J.; REYNS, N. B. & STARCZAK, V. R. 2008. Complexity and simplification in understanding recruitment in benthic populations. *Population Ecology*.
- PINHEIRO, B. R. 2006. Recrutamento de corais no recife da Ilha da Barra, Baía de Tamandaré/ PE. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Pernambuco.
- QUEIROZ, G. M. L. N. 2005. Caracterização da ictiofauna demersal de duas áreas do complexo estuarino de Paranaguá, Paraná. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Paraná.

- 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 (4): 309-325.
- RODRIGUEZ, S. R.; OJEDAL, F. P. & INESTROSA, N. C. 1993. Settlement of benthic marine invertebrates. *Marine Ecology Progress Series*. 97: 193-207.
- SCHIMIDT, G. H. 1983. The hydroid *Tubularia larynx* causing 'bloom' of the ascidians *Ciona intestinalis* and *Asciidiella aspersa*. *Marine Ecology Progress Series*. 12: 103-105.
- SILVA, A. S. 2001. Estrutura e dinâmica de comunidades epilíticas de habitats artificiais e suas relações com os fatores ambientais na plataforma rasa do estado do Paraná. Tese de doutorado – Universidade Federal do Paraná.
- STANDING, J. D. 1976. Fouling community structure: Effects of the hydroid *Obelia dichotoma* on larval recruitment. *In*: MACKIE, G. O. (ed). *Settlement and Metamorphosis of Marine Invertebrate Larvae*. Plenum Press, New York. 155-164.
- SUTHERLAND, J. P. & KARLSON, R. H. 1977. Development and stability of the fouling community at Beaufort, North Carolina. *Ecological Monographs*. 47: 425-446.
- TYRRELL, M. C. & BYERS, J. E. 2007. Do artificial substrates favor nonindigenous fouling species over native species? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 342: 54-60.
- TRONOLONE, V. B. 2001. Hidromedusas (Cnidaria, Hydrozoa) do Canal de São Sebastião. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- UNDERWOOD, A. J. & ANDERSON, M. J. 1994. Seasonal and temporal aspects of recruitment and succession in an intertidal estuarine fouling assemblage. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 74(3): 707-725.
- WATSON, D. I. & BARNES, D. K. A. 2004. Temporal and spatial components of variability in benthic recruitment, a 5-year temperate example. *Marine Biology*. 145: 201-214.

- WILLIAMS, G. B. 1965. Observations on the behavior of the planulae larvae of *Clavasquamata*. *Journal of marine biological Association*. 45: 257-273.
- XAVIER, E. A.; DA GAMA, B. A. P.; PORTO, T. F.; ANTUNES, B. L.; PEREIRA, R. C. 2008. Effects of disturbance area on fouling communities from a tropical environment: Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 56: 73-84.
- YUND, P. O.; CUNNINGHAM, C. W. & BUSS, L. W. 1987. Recruitment and Postrecruitment Interactions in a Colonial Hydroid. *Ecology*. 68 (4): 971-982.
- ZALMON, I. R.; GAMA, B. A. P. & LETA, A. 1993. Fouling community organization at Guanabara Bay, Brazil: A directional process or a variable temporal progression? *Oebalia*. 19: 217 – 222.
- ZALMON, I. R. & GOMES, F. A. C. 2003. Comunidade incrustante em diferentes materiais de um recife artificial no litoral norte do estado do rio de Janeiro. *Biotemas*. 16 (1): 57-80.

CAPÍTULO 2

SUCESSÃO DE CNIDÁRIOS BENTÔNICOS EM UM AMBIENTE ESTUARINO

RESUMO

O processo sucessional está relacionado às mudanças temporais na composição e diversidade de uma comunidade, durante a colonização de um espaço novo. Aparentemente, a sucessão não apresenta uma seqüência unidirecional, pois é amplamente influenciada por periodicidades sazonais no ciclo de vida das espécies. O objetivo deste estudo foi identificar as alterações na composição e abundância dos cnidários bentônicos que compõem o “fouling” de placas artificiais submersas na Baía de Paranaguá, procurando reconhecer as interações ecológicas que influenciaram o processo sucessional. Cento e vinte placas de poliestireno foram submersas simultaneamente em Fevereiro/2007, presas aos flutuadores do late clube de Paranaguá, a profundidades de 0,5 a 2m. Durante um período de 14 meses, seis placas foram retiradas mensalmente e analisadas sob lupa. Foram identificadas dezoito espécies de cnidários, entre elas, dez de Hydrozoa, duas de Octocorallia e seis morfotipos de Hexacorallia. No primeiro mês de submersão das placas, em março/2007, resíduos de hidrocaule e de estolões de Campanulariidae predominaram (final do verão), seguidos de Alcyoniidae e *Aiptasia pallida* (outono), *Hydractinia minuta* (outono e inverno), *Clytia gracilis* (inverno e primavera), *Obelia dichotoma* (primavera e verão), *Obelia bidentata* e *Actinaria* sp 1 (final de primavera e verão), e *Clytia linearis* (final do verão). O último mês do experimento (abril/2008) destacou-se pela grande riqueza (7) e abundância de espécies, confirmadas pelo maior valor de diversidade do período (Diversidade de Shannon-Wiener, $H= 1,2$). Estes resultados poderiam ser reflexo de um maior grau de estabilidade da assembléia de cnidários, após 15 meses do início da colonização das placas, entretanto parecem ser conseqüência de variações interanuais comuns. A comunidade provavelmente não atingiu um clímax, pois as alterações foram contínuas.

Possivelmente, Alcyoniidae e *Hydractinia minuta*, as espécies mais abundantes encontradas neste estudo, são introduções recentes na Baía de Paranaguá, confirmando a necessidade de monitoramento contínuo das espécies nessa região portuária.

Palavras-chave: antozoários, hidrozoários, processo sucessional, sazonalidade.

ABSTRACT

The successional process is related to temporal changes in composition and diversity of community, during the colonization of a new space. Apparently, succession doesn't present a unidirectional sequence, because it is largely influenced by seasonal periods in life cycle of species. This study aims to identify changes in composition and abundance of benthic cnidarians that compound the "fouling" of artificial plates submerged in Paranaguá Bay, and to understand the ecological interactions that had influence on the successional process. One hundred and twenty polystyrene plates were simultaneously immersed in February/2007, attached to Paranaguá Yacht Club floats at depths of 0.5 to 2 m. During a period of 14 months, six plates were removed a month and examined under microscope. Eighteen cnidarians species were identified, among them, ten Hydrozoa, two Octocorallia and six Hexacorallia. In first month of submersion (March/2007), remains of Campanulariidae hidrocauli and stolons predominated in plates (late summer), followed by Alcyoniidae and *Aiptasia pallida* (autumn), *Hydractinia minuta* (autumn and winter), *Clytia gracilis* (winter and spring), *Obelia dichotoma* (spring and summer), *Obelia bidentata* and Actiniaria sp. 1 (late spring and summer) and *Clytia linearis* (late summer). At the final month (April/2008) of experiment, greater values for richness and abundance were observed, confirmed by the higher diversity value obtained in this period (Shannon-Wiener Diversity index, $H= 1,2$). These results could reflect a greater stability in the cnidarians assemblage, fifteen months after the beginning of colonization; however, it seems to be result of common interannual variations. Community probably not achieved its climax, since changes were continuous. Possibly, Alcyoniidae and *Hidractinia minuta*, the most abundant species observed, were introduced recently in Paranaguá Bay, confirming the need for a continuous monitoring of these species in this port region.

Keywords: anthozoans, hydrozoans, sucesional process, sazonality.

INTRODUÇÃO

O processo de sucessão está relacionado às mudanças temporais que ocorrem em uma comunidade, logo após a disponibilização de um espaço que segue uma perturbação (Connell & Slatyer, 1977; Platt & Connell, 2003) ou a submersão de um substrato limpo. O desenvolvimento de uma nova comunidade apresenta mudanças, tanto na composição quanto na abundância de espécies (Scheer, 1945). Os mecanismos pelos quais os estágios sucessionais ocorrem são determinados pelos efeitos dos primeiros colonizadores sobre as espécies que chegam posteriormente na comunidade (Farrel, 1991).

Embora a teoria de sucessão tenha surgido de estudos com plantas, diversos estudos ecológicos com assembléias epibentônicas marinhas de substratos consolidados têm sido desenvolvidos (Hirata, 1987; Nassar *et al.*, 1999; Khalaman, 2001; Bram *et al.*, 2005, Cifuentes *et al.*, 2007; Krohling & Zalmon, 2008). Essas comunidades, além de fornecer informações relevantes sobre o desenvolvimento de sistemas naturais, são acessíveis a experimentação, porque a taxa de rotação das espécies é alta e as mudanças ocorrem em períodos relativamente curtos de tempo (Dean & Hurd, 1980). O fator limitante (espaço) é facilmente definido e a manipulação é relativamente simples (Dean & Hurd, 1980).

Alguns pesquisadores observaram que é possível fazer previsões corretas dos efeitos e da influência das espécies sobre a sucessão (Benedetti-Cecchi, 2000) e que o desenvolvimento de comunidades incrustantes (fouling) freqüentemente segue um padrão comum (Dean & Hurd, 1980; Khalaman, 2001). Primeiro forma-se um filme de muco, produzido por microorganismos, nas superfícies dos substratos recém-submersos, subseqüentemente surgem os organismos de crescimento rápido como hidróides, algas

filiformes, cracas e ascídias, que preparam o substrato para o assentamento de moluscos bivalves (Dean & Hurd, 1980; Khalaman, 2001).

Diversos estudos, entretanto, mostram que não é possível prever as etapas de desenvolvimento de uma comunidade (Sutherland & Kalrson, 1977; Gray & Christie, 1983; Currie & Parry, 1999), pois o processo de sucessão aparentemente não apresenta uma seqüência unidirecional, devido a ocorrência de eventos estocásticos. Sutherland & Kalrson (1977), por exemplo, verificaram que o padrão de recrutamento larval varia intra e interanualmente. Da mesma forma, Brown & Swearingen (1998) observaram que o recrutamento e a seqüência sucessional em assembléias marinhas bentônicas são fortemente influenciados por periodicidades sazonais na reprodução do adulto e, conseqüentemente, no suprimento de larvas. Estes fatores podem afetar a sucessão significativamente, conforme o período do ano em que o substrato é exposto e o tempo de exposição (Zalmon *et al.*, 1993; Rajagopal *et al.*, 1997; Brown & Swearingen, 1998). De acordo com Underwood & Anderson (1994), os estágios sucessionais podem ser mais ou menos previsíveis de acordo com as características das espécies e os recursos disponíveis no sistema estudado.

Segundo Sutherland (1974), a estrutura de uma comunidade em um dado momento é determinada por eventos históricos, como a ordem de recrutamento larval durante o seu desenvolvimento inicial ou a presença/ausência de consumidores importantes. Assim, os sistemas naturais apresentam múltiplos pontos estáveis no espaço e no tempo, ou seja, várias comunidades estáveis estruturalmente diferentes.

De acordo com Menge (1976) e Menge & Sutherland (1976), a competição interespecífica e a predação são as principais forças organizadoras de comunidades naturais. Em comunidades estabelecidas, os indivíduos adultos são parte significativa do ambiente. A principal maneira pela qual as espécies residentes afetam o recrutamento é

através da alteração (diminuição ou aumento) da quantidade de espaço disponível (Osman & Whitlatch, 1995). Alguns organismos, como ascídias e briozoários, não são reconhecidos como substratos disponíveis, enquanto outros, como cracas e ostras, são vistos como outros substratos consolidados e até mesmo atraem algumas espécies (Osman & Whitlatch, 1995). Já espécies de crescimento rápido podem ocupar todo o substrato disponível sobrepondo, inclusive, outros organismos e causando sua mortalidade (Osman & Whitlatch, 1995).

Espécies de hidrozoários estão entre as primeiras a colonizar placas de “fouling”. Muitas delas, como por exemplo as da família Campanularidae, apresentam um crescimento inicial acelerado, sofrendo um declínio brusco após este período, comportamento típico de espécies oportunistas. Estas espécies são consideradas competidoras ineficientes e possuem pouca resistência para permanecer em comunidades estabelecidas. Seu curto ciclo de vida, portanto, demanda urgência na reprodução e suas colônias pequenas gastam menos energia no crescimento. No entanto, algumas espécies, como as do gênero *Eudendrium*, formam colônias relativamente grandes e resistem ao deslocamento pelo crescimento lateral de outros invertebrados sésseis (Migotto *et al.*, 2001). Outras, ao contrário, podem acentuar o assentamento de outros organismos, a exemplo do atecado *Tubularia larynx*, que parece tornar o substrato mais atrativo para ascídias coloniais através da redução da intensidade das correntes e da luminosidade (Schmidt, 1983).

Muitas espécies de hidrozoários se desenvolvem preferencialmente sobre outros animais e sobre plantas. Este tipo de associação interespecífica traz benefícios ao “hóspede”: o “hospedeiro” fornece substrato apropriado ou indica que aquele é um habitat favorável, oferece abrigo contra predadores e até mesmo serve de alimento. Hidróides epibiontes podem proteger seus hospedeiros da predação, enquanto recebem um

aumento na sua possibilidade de locomoção (Chernoff, 1987; Pitcher & Butler, 1987; Cerrano *et al.*, 2001); explorar as correntes de água produzidas pelo hospedeiro (Cerrano *et al.*, 1997) ou interceptar seu fluxo larval (Bavestrello, 1985; Cerrano *et al.*, 1998). Espécies do gênero *Eugymnanthea* Palombi, 1936 são comensais obrigatórios de mexilhões, protegendo-os contra parasitas (Kubota, 1983). *Hydractinia angusta* Hartlaub, 1904 (Hydractiniidae) forma colônias sobre adultos de *Adamussium colbecki* Smith, 1902 (Pectinidae), este hidróide apresenta um alcance trófico muito amplo, podendo explorar presas muitas vezes do seu próprio tamanho, e assim protege seu hospedeiro contra a raspagem em suas valvas (Cerrano *et al.* 2001).

A grande maioria dos antozoários habita ambientes mais profundos. Em águas superficiais, são representados por algumas espécies massivas e com morfologia altamente adaptada a locais mais instáveis, como as anêmonas do mar, que se prendem fortemente ao substrato (Gili *et al.*, 1989). Profundidade e iluminação têm maior efeito sobre espécies de Anthozoa que sofrem menor influência da sazonalidade (Gili *et al.*, 1989). Padrões sazonais de abundância são menos pronunciados em antozoários do que em hidrozoários, pois apresentam períodos de vida mais longos.

Em geral, corais escleractínios apresentam maiores taxas de recrutamento do que corais moles (Fabricius, 1995). Entre os Octocorallia, são encontradas ainda diferenças entre as famílias, espécies de Xeniidae parecem mais pioneiras do que espécies de Alcyoniidae. Os Xeniidae apresentam alta fecundidade, recrutamento elevado, crescimento rápido, além de fortes habilidades competitivas (Benayahu & Loya, 1987). A maioria dos Alcyoniidae, ao contrário, tem baixas taxas de recrutamento, crescimento, reprodução e mortalidade (Fabricius, 1995). Uma vez que as espécies podem viver por muito tempo (Benayahu & Loya, 1986), mudanças estruturais nas comunidades de Alcyoniidae são baixas.

Alguns invertebrados mostram comportamento gregário (Osman & Whitlatch, 1995), que aumenta a probabilidade de reprodução e a recombinação genética dos adultos sésseis, e também sua sobrevivência, pois favorece o assentamento em locais onde outros indivíduos persistiram (Crisp, 1974).

No Brasil, o processo de sucessão em assembléias marinhas de substratos consolidados foi pesquisado principalmente no litoral do Estado do Rio de Janeiro. Na Baía de Guanabara, a sucessão foi analisada por Zalmon *et al.* (1993), que testaram se substratos imersos em diferentes períodos determinam diferentes processos sucessionais; Omena (1994) avaliou o efeito da predação sobre o desenvolvimento da comunidade epibêntica; Breves-Ramos *et al.* (2005) descreveram e compararam a sucessão de comunidades bentônicas em duas áreas com diferentes níveis de eutrofização, enquanto Xavier *et al.* (2008) analisaram o efeito dos distúrbios em comunidades incrustantes utilizando blocos de PVC. Nassar & Silva (1999) acompanharam o processo de sucessão dos organismos sésseis em placas de PVC a diferentes profundidades, na Ilha da Guaíba, litoral sul do Rio de Janeiro. Mayer-Pinto & Junqueira (2003) avaliaram o efeito da poluição orgânica no desenvolvimento da comunidade incrustante usando painéis artificiais, na Baía da Ilha Grande. No litoral norte do Rio de Janeiro, Zalmon & Gomes (2003) compararam a colonização da comunidade incrustante em diferentes substratos e Krohling & Zalmon (2008) relacionaram as mudanças no desenvolvimento da assembléia epibentônica e o tempo de submersão do substrato, utilizando painéis de concreto fixados em um recife artificial.

No Paraná, Correia & Silva (1990) caracterizaram as comunidades incrustantes em painéis de acrílico, em três regiões da Baía de Paranaguá, Ponta do Poço, Ilha da Cotinga e Ilha Gererês, durante o período de Junho/1987 a Junho/1988.

A quantidade de estruturas artificiais tem aumentado cada vez mais em áreas costeiras urbanizadas (Bulleri, 2005), fornecendo uma variedade de substratos para os organismos bentônicos. Diversos estudos mostram que as comunidades diferem entre habitats naturais e artificiais (Bulleri & Chapman, 2004; Bulleri, 2005), principalmente na região entremarés, provavelmente devido às condições mais árduas deste ambiente (Bulleri, 2005). Essas diferenças estão mais relacionadas à frequência e abundância dos organismos do que à composição das espécies (Bulleri & Chapman, 2004; Bulleri, 2005). A marina do late clube de Paranaguá/PR é composta por uma variedade de tipos de substrato artificial, tais como flutuadores de madeira e fibra de vidro e píers de concreto, além dos cascos de embarcações. O único trabalho de levantamento da fauna incrustante realizado no local é o de Neves *et al.* (2007). Conforme estes autores, flutuadores e embarcações estão sempre submersos, pois se movem de acordo com a maré, portanto, essas estruturas podem ser mais facilmente colonizadas por espécies exóticas (Neves *et al.*, 2007). Com base nisso, julga-se necessário o desenvolvimento de estudos e monitoramento contínuos das comunidades incrustantes presentes nessa área.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, placas artificiais acumulativas foram analisadas durante 13 meses, com os objetivos de identificar as espécies de cnidários incrustantes e a fauna acompanhante da região do late Clube de Paranaguá, localizado na Baía de Paranaguá/PR, e de verificar a sucessão da assembléia de cnidários conforme a composição e a abundância mensal das espécies. Procurou-se também reconhecer as interações ecológicas que influenciaram o desenvolvimento da comunidade durante este processo.

METODOLOGIA

Local de estudo

Os experimentos foram realizados na marina do late Clube de Paranaguá, situada na margem da foz do Rio Itiberê na Baía de Paranaguá/ PR (Capítulo 1).

Procedimentos de campo

Ao todo foram utilizados 20 conjuntos experimentais (figura 1A) (capítulo 1), presos às estruturas flutuantes do píer do late Clube de Paranaguá (figura 1C). Para este estudo de sucessão, foram submersas simultaneamente 120 placas acumulativas (figura 1B), seis por conjunto amostral (figura 1A), em fevereiro/2007. A cada mês, seis placas foram retiradas da água aleatoriamente, etiquetadas e acondicionadas em recipientes contendo água do mar coletada no próprio local. O material foi anestesiado com cristais de mentol por duas horas e em seguida fixado em formol 4%. No laboratório, as placas foram analisadas sob microscópio estereoscópico. Durante a análise, os painéis ficaram imersos em água, dentro de bandejas plásticas, evitando assim o ressecamento do material.

As placas restantes foram mantidas durante todo o período do estudo, para evitar transtornos no caso de perda de algumas réplicas. Com este procedimento, apesar das perdas, foi possível analisar seis placas mensais (conforme curva do coletor, figura 3), ao longo de 14 meses, de março/2007 a abril/2008.



Figura 1: A) Conjunto experimental. B) Placa de poliestireno. C) Flutuadores do late Clube de Paranaguá.

Análise quantitativa das placas

O procedimento de análise das placas foi semelhante ao descrito no capítulo 1, diferenciando-se somente pelo número de quadrículas analisadas. Nas placas acumulativas foram consideradas todas quadrículas da grade, exceto a borda, ou seja, 81, correspondente a 81% da área total da placa (figura 2). A porcentagem de cobertura das espécies em cada uma das quadrículas foi estimada utilizando-se nove categorias: 0 (ausência); 12,5%, 25%, 37,5%, 50%, 67,5%, 75%, 87,5% e 100%. Para os hidrozoários foi considerado o espaço do substrato coberto pela hidrorriza e a área projetada de cobertura. Quando possível, o período reprodutivo das espécies de cnidários foi identificado através do aparecimento das gônadas ou de outras estruturas reprodutivas.

Nos casos em que houve dúvidas quanto à identificação, os exemplares foram coletados para a confecção de lâminas e/ou enviados a especialistas em cada grupo (capítulo 1).

Placas da Baía de Paranaguá - Quadrículas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	18	17	16	15	14	13	12	11	10	
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
	36	35	34	33	32	31	30	29	28	
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
	54	53	52	51	50	49	48	47	46	
	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
	72	71	70	69	68	67	66	65	64	
	73	74	75	76	77	78	79	80	81	

Figura 2: Esquema do quadrado reticulado utilizado para a análise das placas experimentais. Todos os quadrados numerados foram usados na análise das placas acumulativas.

Suficiência amostral

O número de placas que seriam analisadas foi estabelecido no primeiro mês de experimento através da curva do coletor, que relaciona o número de amostras e o número de espécies acumuladas presentes nas amostras. A curva do coletor (figura 3) demonstrou que não apareceram novas espécies a partir de quatro placas, ao considerar-se o número total de espécies e o número de espécies de Cnidaria. Com base nisso, optou-se por analisar seis placas mensalmente, totalizando oitenta e quatro placas ao final dos 14 meses de experimento.

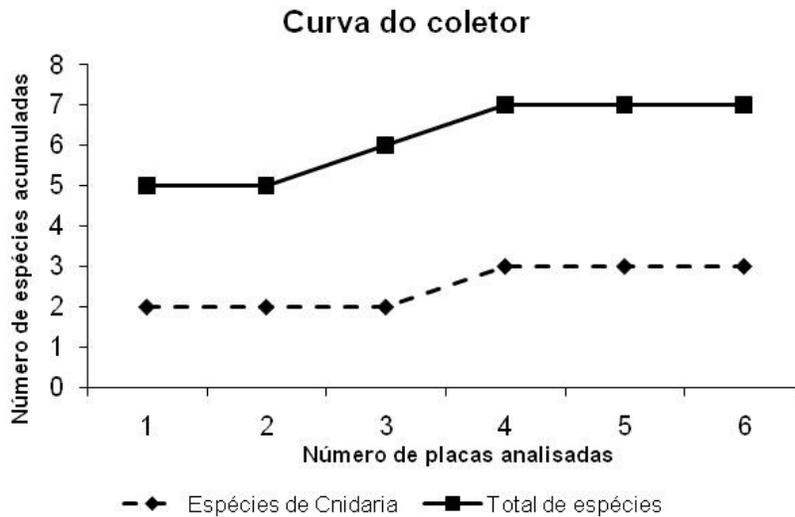


Figura 3: Curva do coletor para fauna de placas artificiais da Baía de Paranaguá/PR. A curva do coletor relaciona o número de amostras analisadas e o número de espécies acumuladas. A suficiência amostral é dada pela estabilização da curva.

Análise dos dados

Primeiramente, foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov, para avaliar se a distribuição dos dados de abundância das espécies ao longo do ano diferia da distribuição hipotética normal, e o teste de homogeneidade das variâncias de Bartlett. Como os testes indicaram distribuição não-normal e ausência de homeocedasticidade, aplicou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para identificar diferenças significativas nos valores mensais de porcentagem de cobertura das espécies. Em todos os casos em que se detectou diferença significativa, testes *a posteriori* foram realizados para verificar quais meses diferiam entre si. A simultaneidade de ocorrência entre as espécies de cnidários mais abundantes foi testada através do coeficiente de correlação de Spearman e do teste t.

Os descritores ecológicos Riqueza Específica (S), Equitabilidade de Pielou (J') e Diversidade de Shannon-Wiener (H) foram calculados e, como apresentaram distribuição

normal, foram comparados entre as coletas através de ANOVAs. O teste de Tukey foi aplicado sempre que foram registradas diferenças significativas.

As mudanças estruturais na comunidade de cnidários foram investigadas pela taxa de sucessão das espécies ou “turnover rate” (Brown & Kodric-Brown, 1977). Para identificar possíveis alterações sazonais, a partir de similaridades na composição e abundância dos organismos entre os meses amostrados, foi feita a análise multivariada de Agrupamentos (Cluster), através do método de média dos grupos. Foram considerados apenas os grupos com valores de similaridade superiores a 60%. A fim de confirmar as diferenças entre os meses, uma Análise de Similaridade (ANOSIM) foi aplicada. A contribuição das espécies para as semelhanças e diferenças entre grupos foi estabelecida com o auxílio da análise de SIMPER (percentagens de similaridade). A matriz de similaridade foi construída utilizando-se o coeficiente de Bray-Curtis em dados transformados à raiz quarta.

Os testes foram realizados com o auxílio dos programas Estatística7, XLSTAT-Pro7.1 e Primer 6. O nível de significância utilizado foi $\alpha=0,05$. Tabelas e gráficos da frequência de ocorrência e da porcentagem de cobertura das espécies mais abundantes foram elaborados para auxiliar a visualização dos dados.

RESULTADOS

Ao todo foram identificadas dezoito espécies de cnidários, dentre elas dez espécies de Hydrozoa, duas de Octocorallia e seis morfotipos de Hexacorallia, além de hidróides mortos e anêmonas jovens, conforme a classificação a seguir (segundo www.itis.gov):

Classe	Hydrozoa Owen, 1843
Subclasse	Anthomedusae Haeckel, 1879
Ordem	Filifera Kühn, 1913
Família	Hydractiniidae Agassiz, 1862 <i>Hydractinia</i> Fleming, 1828 <i>Hydractinia minuta</i> (Mayer, 1900)
Família	Eudendriidae Hincks, 1868 <i>Eudendrium</i> Ehrenberg, 1834 <i>Eudendrium carneum</i> Clarke, 1882
Família	Bougainvillidae Lütken, 1850 <i>Garveia</i> Wright, 1859 <i>Garveia franciscana</i> (Torrey, 1902)
Ordem	Capitata Kühn, 1913
Família	Tubulariidae Fleming, 1828 Tubulariidae não-identificado <i>Pinauay</i> Marques & Migotto, 2001 <i>Pinauay crocea</i> (Agassiz, 1862)
Subclasse	Leptothomedusae Haeckel, 1886
Ordem	Proboscoida Broch, 1910
Família	Campanulariidae Hincks, 1868

Obelia Péron & Lesueur, 1810

Obelia dichotoma (Linnaeus, 1758)

Obelia bidentata Clarke, 1875

Clytia Lamouroux, 1812

Clytia gracilis (M. Sars, 1850)

Clytia linearis (Thornely, 1899)

Ordem Conica Broch, 1909

Família Plumulariidae Hincks, 1868

Plumularia Lamarck, 1816

Plumularia floridana Nutting, 1900

Classe Anthozoa Ehrenberg, 1834

Subclasse Octocorallia Haeckel, 1866

Ordem Alcyonacea Lamouroux, 1816

Família Clavulariidae Hickson, 1894

Carijoa Müller, 1867

Carijoa riisei (Duchassaing & Michelotti, 1860)

Família Alcyoniidae Lamouroux, 1812

Alcyoniidae não identificado

Subclasse Hexacorallia

Ordem Actiniaria Carlgren, 1949

Actiniaria não-identificado 1

Actiniaria não-identificado 2

Actiniaria não-identificado 3

Actiniaria não-identificado 4

Família Aiptasiidae Carlgren, 1924

Aiptasia Gosse, 1858

Aiptasia pallida (Verril, 1864)

Família Diadumenidae Stephenson, 1920

Diadumene Stephenson, 1920

Diadumene não-identificado

As espécies mais abundantes (cobertura > 5%) e freqüentes (freqüência relativa > 15%), durante todo o período de estudo, foram *Hydractinia minuta*, Alcyoniidae e *Obelia dichotoma* e as menos, foram *Pinauay crocea*, Tubulariidae sp., *Carijoa riisei* e *Diadumene* sp. (figura 4).

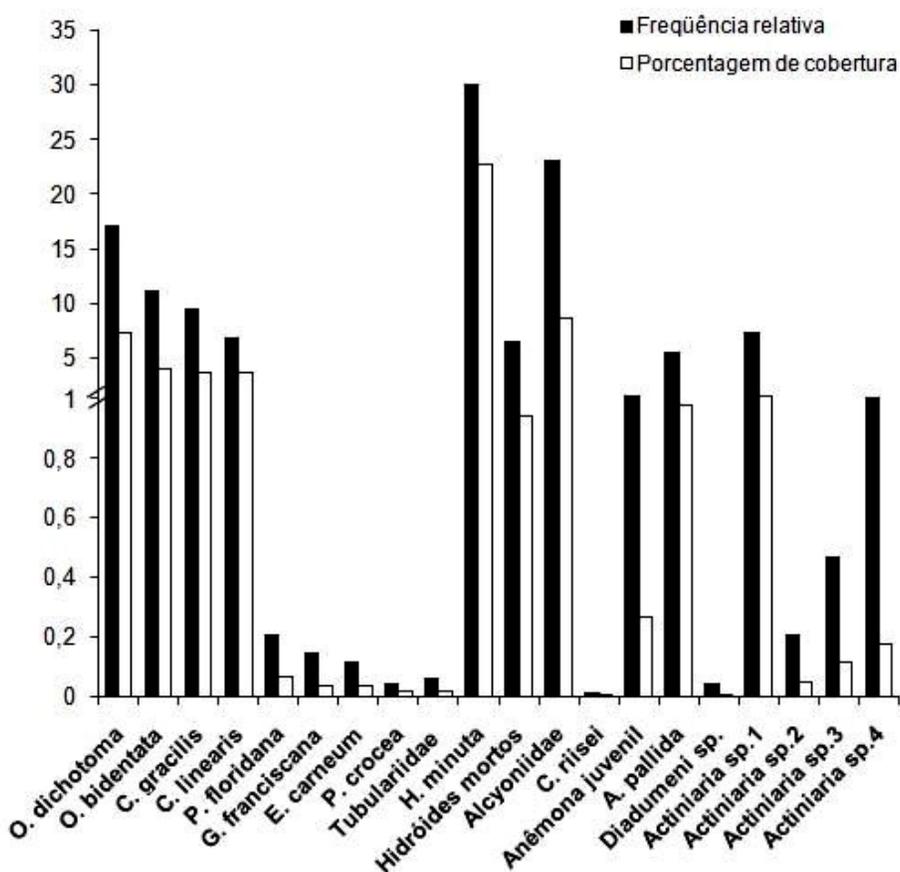


Figura 4: Freqüência relativa e média da porcentagem de cobertura das espécies de Cnidaria em placas experimentais na Baía de Paranaguá/ PR, durante todo o período experimental.

Distribuição Temporal das Espécies de Cnidários

Nos três primeiros meses, os antozoários foram mais abundantes do que os hidróides. A partir do quarto mês, até o final do experimento, os hidróides cobriram a maior parte do substrato (figura 5), sendo que do quarto ao sexto mês, atingiram 80% de cobertura das placas. A partir do sétimo mês, os valores ficaram abaixo de 10% para os antozoários e de 50% para os hidróides.

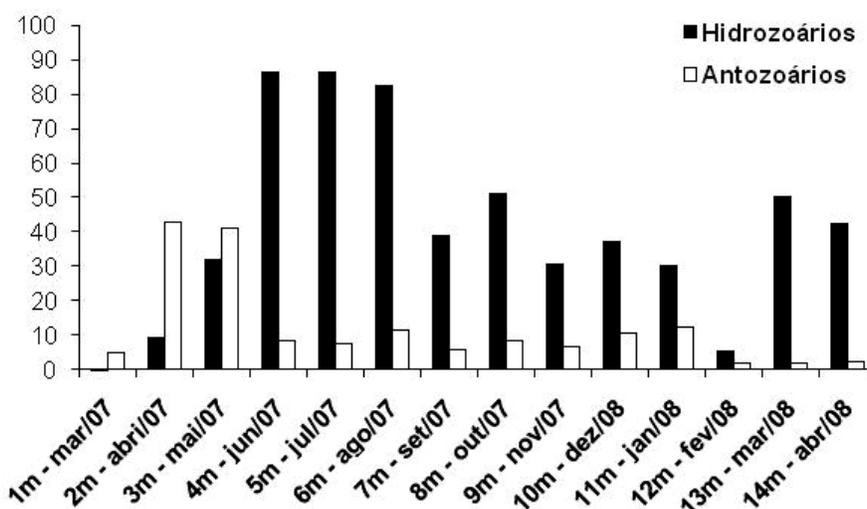


Figura 5: Porcentagem de cobertura de hidróides e antozoários em placas experimentais ao longo de 14 meses, na Baía de Paranaguá/ PR.

As espécies com maior freqüência de ocorrência, registradas em mais de 123 das 486 quadrículas (25%), em pelo menos um dos quatorze meses amostrados, foram: *Hydractinia minuta* (486), *Clytia linearis* (412), Alcyoniidae (378), *Obelia dichotoma* (285), *Clytia gracilis* (215), *Actinaria sp.1* (187), *Obelia bidentata* (186) e *Aiptasia pallida* (157) (Figura 6). As outras espécies de hidróides e de antozoários apresentaram, conjuntamente, freqüências inferiores a 15%. A freqüência, a média mensal das porcentagens de cobertura e a amplitude de valores registrados para cada espécie estão nas tabelas 1 e 2.

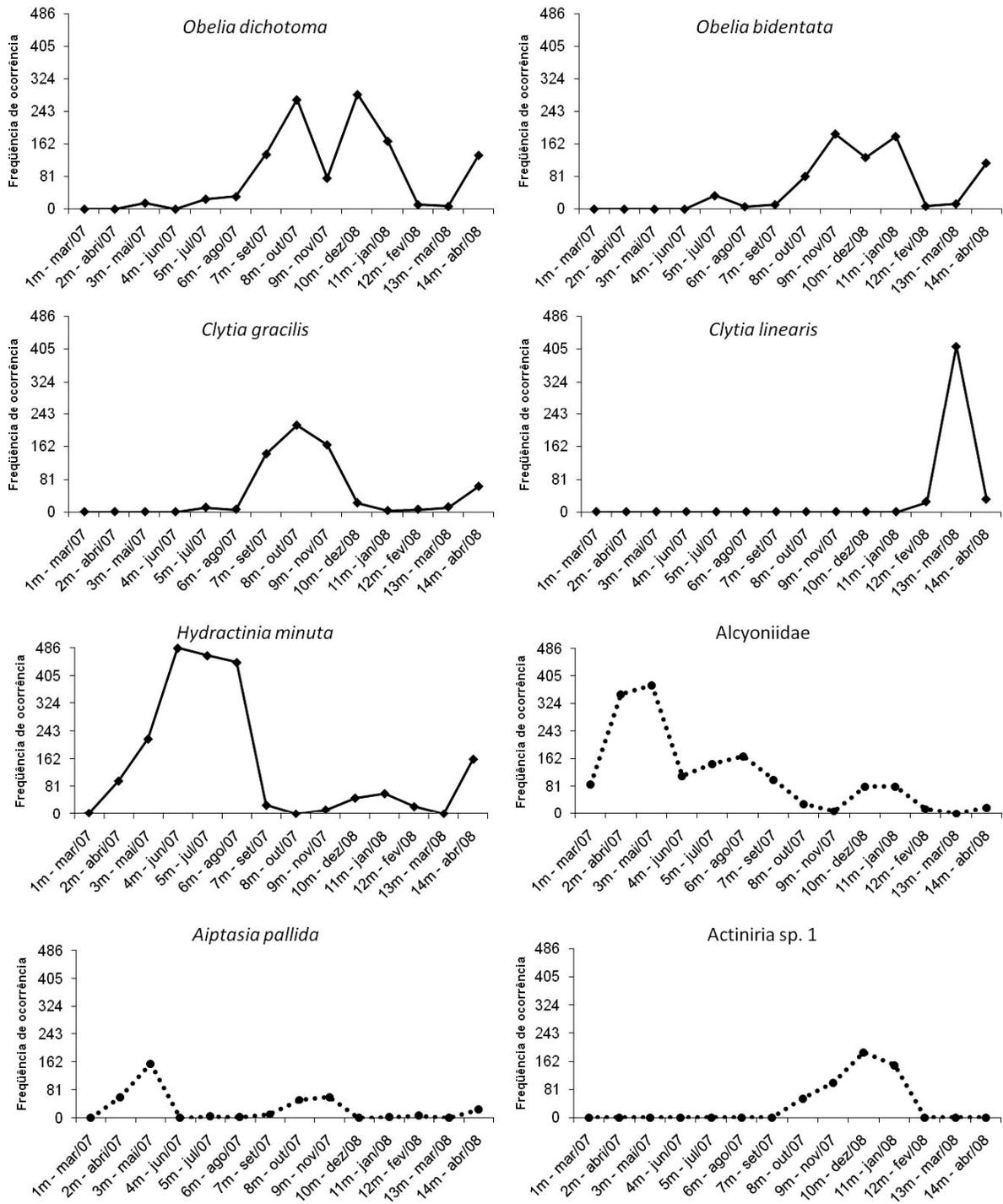


Figura 6: Freqüência de ocorrência das espécies de Cnidaria mais comuns em placas acumulativas na Baía de Paranaguá/ PR. — hidrozoários; antozoários.

Tabela 1: Porcentagem média de cobertura mensal e amplitude de valores encontrados para as espécies de cnidários em placas acumulativas.

	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m																
	mar/07	abr/07	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	set/07	out/07	nov/07	dez/08	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08																
Média	min-máx	Média	min-máx	Média	min-máx	Média	min-máx	Média	min-máx	Média	min-máx	Média	min-máx	Média	min-máx															
Hydrozoa - Leptomedusae																														
<i>Obelia dichotoma</i>	0,00	0-0	0,39	0-12,5	0,00	0-0	2,16	0-100	4,06	0-100	17,16	0-100	27,03	0-100	5,89	0-87,5	23,02	0-100	9,85	0-75	0,67	0-50	0,54	0-75	11,73	0-100				
<i>Obelia bidentata</i>	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	2,96	0-100	0,46	0-75	0,98	0-75	6,79	0-87,5	14,40	0-100	9,13	0-100	13,71	0-100	0,39	0-50	0,50	0-75	0,50	0-50	6,66	0-50		
<i>Clytia gracilis</i>	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,49	0-50	0,44	0-75	18,03	0-100	16,79	0-100	9,72	0-75	0,85	0-25	0,08	0-12,5	0,36	0-50	0,50	0-75	0,50	0-50	3,42	0-50		
<i>Clytia linearis</i>	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	1,72	0-75	48,43	0-100	1,65	0-75				
<i>Plumularia floridana</i> *	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,87	0-50	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0
Hydrozoa - Anthomedusae																														
<i>Garveia franciscana</i> *	0,00	0-0	0,18	0-25	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,03	0-12,5	0,26	0-50	0,00	0-0	0,00	0-0	0,05	0-25		
<i>Eudendrium carneum</i> *	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,03	0-12,5	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,41	0-50		
<i>Pinaudy crocea</i> *	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,15	0-50	0,03	0-12,5	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0
Tubulariidae n.i.*	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,26	0-50	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0
<i>Hydractinia minuta</i>	0,10	0-25	9,26	0-100	31,64	0-100	86,34	12,5-100	80,84	0-100	77,56	0-100	2,83	0-100	0,00	0-0	1,08	0-75	0,03	0-12,5	0,67	0-50	0,00	0-0	0,00	0-0	18,18	0-100		
Hidróides mortos	9,03	0-50	0,67	0-25	1,21	0-37,5	0,05	0-25	0,10	0-50	0,00	0-0	0,00	0-0	1,08	0-75	0,03	0-12,5	0,03	0-50	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	12,5	0-36	0-25	
Anthozoa - Octocorallia																														
Alcyoniidae n.i.	4,53	0-50	41,10	0-100	35,19	0-100	6,30	0-75	7,46	0-100	11,27	0-75	5,14	0-50	1,31	0-50	0,15	0-12,5	3,22	0-50	4,81	0-75	0,57	0-25	0,00	0-25	0,82	0-50		
<i>Caripoa risei</i> *	0,00	0-0	0,05	0-50	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0
Anthozoa - Hexacorallia																														
<i>Aiptasia pallida</i>	0,00	0-0	1,83	0-50	5,89	0-100	0,00	0-0	0,13	0-25	0,05	0-12,5	0,33	0-25	1,85	0-50	2,40	0-37,5	0,03	0-12,5	0,05	0-12,5	0,23	0-25	0,00	0-0	0,87	0-37,5		
<i>Diadumena</i> sp.*	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,08	0-12,5	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0
Actiniaria sp. 1	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	4,19	0-100	3,68	0-50	7,43	0-50	5,63	0-50	0,03	0-12,5	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0
Actiniaria sp. 2*	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,57	0-50	0,10	0-25	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0
Actiniaria sp. 3*	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	1,62	0-50	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0
Actiniaria sp. 4*	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,00	0-0	0,03	0-12,5	1,83	0-25	0,62	0-25		
<i>Anémoma juvenil</i> *	0,46	0-25	0,00	0-0	0,00	0-0	1,90	0-75	0,00	0-0	0,00	0-0	0,05	0-12,5	0,36	0-25	0,03	0-12,5	0,00	0-0	0,00	0-0	0,90	0-25	0,00	0-0	0,03	0-12,5		

* espécies com cobertura inferior a 5% em todos os meses amostrados. n.i. (não-identificado)

Tabela 2: Freqüência mensal das espécies de cnidários em placas acumulativas. N = 6804

	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m
	mar/07	abr/07	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	set/07	out/07	nov/07	dez/08	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08
Hydrozoa - Leptomedusae														
<i>Obelia dichotoma</i>	0	0	15	0	25	31	136	272	77	285	169	11	7	134
<i>Obelia bidentata</i>	0	0	0	0	33	6	11	81	186	128	180	7	13	114
<i>Clytia gracilis</i>	0	0	0	0	11	6	144	215	166	22	3	6	12	63
<i>Clytia linearis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	412	31
<i>Plumularia floridana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0
Hydrozoa - Anthomedusae														
<i>Garveia franciscana</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1
<i>Eudendrium carneum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7
<i>Pinauy crocea</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
Tubulariidae n.i.	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>Hydractinia minuta</i>	2	97	220	486	464	444	26	0	12	47	60	22	0	161
Hidróides mortos	337	24	43	1	1	0	0	15	1	13	1	0	0	10
Anthozoa - Octocorallia														
Alcyoniidae n.i.	87	352	378	111	146	170	99	30	6	80	80	14	0	17
<i>Carijoa riisei</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthozoa - Hexacorallia														
<i>Aiptasia pallida</i>	0	60	157	0	4	2	10	52	60	1	2	6	0	24
<i>Diadumeni</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Actiniaria sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	54	101	187	150	1	0	0
Actiniaria sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	12	2	0	0	0	0	0
Actiniaria sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0
Actiniaria sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	52	19
<i>Anêmona juvenil</i>	9	0	0	43	0	0	2	11	1	0	0	31	0	1

n.i. (não-identificado)

Tabela 3: Teste de Kruskal-Wallis para abundância dos principais táxons de Cnidaria ao longo dos meses de coleta. Em todos os casos em que foi verificada diferença significativa, os testes *a posteriori* indicaram os meses diferentes. GL (graus de liberdade)=13; $\alpha=0,05$.

<i>Obelia dichotoma</i>	H observado	1907,809	(out/07=dez/07) >(set/07=jan/08=abr/08)
	H crítico	22,362	>(jul/07=ago/07=nov/07=fev/08=mar/08)
	p	0,0001*	>(mar/07=abr/07=mai/07=jun/07)
<i>Obelia bidentata</i>	H observado	1308,477	(nov/07=dez/07=jan/08) >(out/07=abr/08)
	H crítico	22,362	>(mar/07=abr/07=mai/07=jun/07=jul/07=ago/07)
	p	0,0001*	=set/07=fev/08=mar/08)
<i>Clytia gracilis</i>	H observado	1677,403	(set/07=out/07=nov/07) >(mar/07=abr/07)
	H crítico	22,362	=mai/07=jun/07=jul/07=ago/07=dez/07
	p	0,0001*	=jan/08=fev/08=mar/08=abr/08)
<i>Clytia linearis</i>	H observado	5059,565	(mar/08) >(mar/07=abr/07=mai/07=jun/07)
	H crítico	22,362	=jul/07=ago/07=set/07=out/07=nov/07
	p	0,0001*	=dez/07=jan/08=fev/08=abr/08)
<i>Hydractinia minuta</i>	H observado	4696,420	(jun/07=jul/07=ago/07)>(mai/07)>(abr/07)
	H crítico	22,362	=jan/08=abr/08)>(mar/07=set/07=out/07
	p	0,0001*	=nov/07=dez/07=fev/08=mar/08)
Alcyoniidae n.i.	H observado	2429,209	(abr/07=mai/07)>(jul/07=ago/07)>(mar/07)
	H crítico	22,362	=jun/07=set/07=out/07=dez/07=jan/08)
	p	0,0001*	>(nov/07=fev/08=mar/08=abr/08)
<i>Aiptasia pallida</i>	H observado	979,583	(mai/07) >(mar/07=abr/07=jun/07=jul/07)
	H crítico	22,362	=ago/07=set/07=out/07=nov/07=dez/07
	p	0,0001*	=jan/08=fev/08=mar/08=abr/08)
Actiniaria sp. 1	H observado	1618,493	(nov/07=dez/07=jan/08)>(mar/07=abr/07)
	H crítico	22,362	=mai/07=jun/07=jul/07=ago/07=set/07=
	p	0,0001*	out/07=fev/08=mar/08=abr/08)
Campanularídeos mortos	H observado	3386,748	(mar/07)>(=abr/07=mai/07=jun/07=jul/07=
	H crítico	22,362	ago/07=set/07=out/07=nov/07=dez/07=
	p	0,0001*	jan/08=fev/08=mar/08=abr/08)

Os campanularídeos *O. dichotoma*, *O. bidentata* e *C. gracilis* mostraram distribuições semelhantes ao longo do experimento, com as taxas de cobertura mais elevadas nos meses de setembro a dezembro (Figuras 6, 7, 8 e 9).

Obelia dichotoma apareceu a partir do terceiro mês de submersão (maio/2007), sendo mais abundante durante a primavera (setembro, outubro e dezembro/2007) (Figuras 6 e 7). Foi a espécie de Cnidaria com as maiores médias de cobertura em outubro/2007 (27%) e dezembro/2007 (23%), com valores variando de 12,5 a 100% entre as amostras (tabela 1). As diferenças encontradas entre as porcentagens de cobertura registradas ao longo dos meses de experimento foram significativas (Kruskal-Wallis $H=1907,809$; $p<0,001$) (tabela 3).

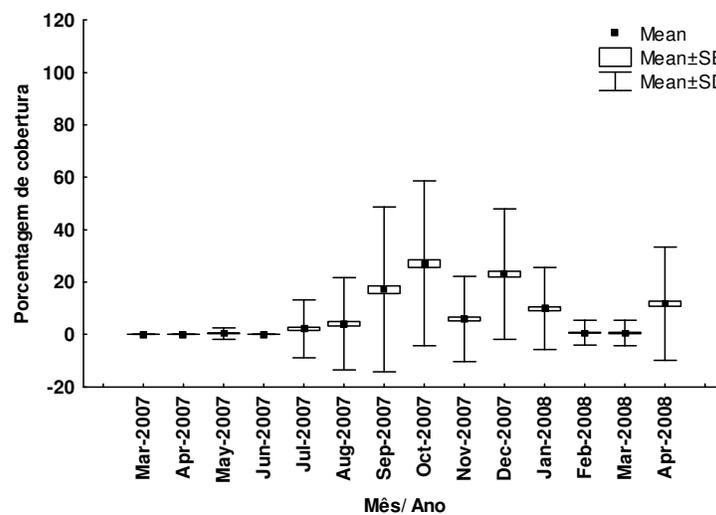


Figura 7: *Obelia dichotoma*: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá/ PR.

Obelia bidentata ocorreu a partir do quinto mês de submersão (julho/2007). Esteve presente nos nove meses subsequentes e em maior quantidade na primavera e no verão. Em novembro/2007 (14%) e janeiro/2008 (14%), apresentou as maiores porcentagens de cobertura e as maiores freqüências entre os cnidários (Figuras 6 e 8), com valores

mínimos e máximos de 12,5 e 100% (tabela 1). Os valores encontrados diferiram significativamente entre os meses (Kruskal-Wallis $H=1308,477$; $p<0,001$) (tabela 3).

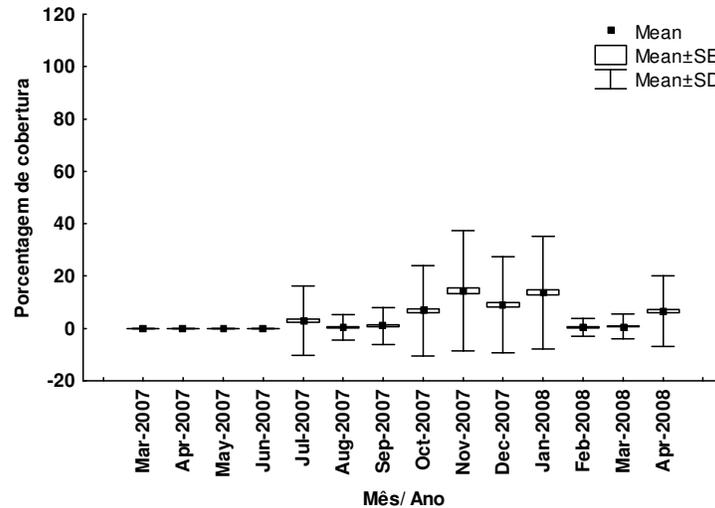


Figura 8: *Obelia bidentata*: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá/ PR.

Clytia gracilis foi observada de julho/2007 a abril/2008, com porcentagens de cobertura significativamente diferentes ao longo dos meses (Kruskal-Wallis $H=1677,403$; $p<0,001$) (tabela 3). Apresentou a maior freqüência e cobertura durante a primavera (setembro a novembro/2007) e foi o cnidário dominante em setembro/2007 (18%), seguido por *Obelia dichotoma* (Figuras 6 e 9). As porcentagens de cobertura variaram de 12,5 a 100 nos meses com maior abundância (tabela 1).

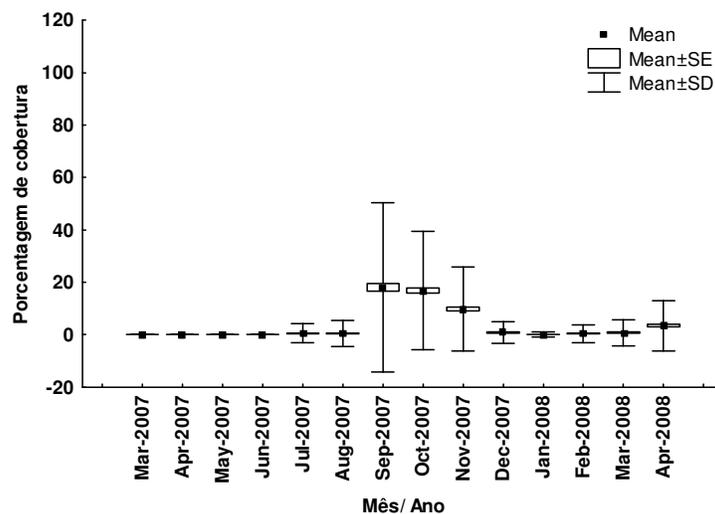


Figura 9: *Clytia gracilis*: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá/ PR.

Clytia linearis cobriu as placas acumulativas apenas no segundo ano de experimento (fevereiro/2008 a abril/2008). Verificou-se um pico no mês de março/2008 (48%), quando foi predominante sobre as outras espécies de cnidários (Figuras 6 e 10). A amplitude nesse período foi de 12,5 a 100 (tabela 1). Diferenças significativas foram observadas em relação à abundância entre os meses (Kruskal-Wallis $H=5059,565$; $p<0,001$) (tabela 3).

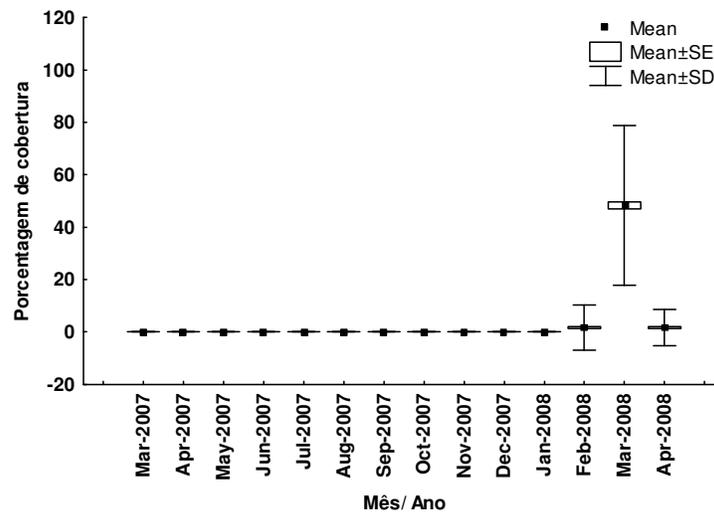


Figura 10: *Clytia linearis*: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá/ PR.

O cnidário mais abundante nas placas acumulativas foi o hidrozóário *Hydractinia minuta*, que surgiu em abril/2007, atingindo uma cobertura superior a 75% de junho/2007 a agosto/2007, sobrepondo-se parcialmente às espécies encontradas nos meses anteriores (figura 6 e 11). Essa espécie apresentou uma grande amplitude de cobertura, com valores variando de 12,5 a 100, na maioria dos meses (tabela 1). Houve diferenças significativas entre as porcentagens de cobertura ($H = 4696,420$; $p < 0,001$) (tabela 3), com os valores mais altos nos meses mais frios do ano, os menores durante os meses mais quentes e porcentagens intermediárias durante a primavera e o outono (figura 11).

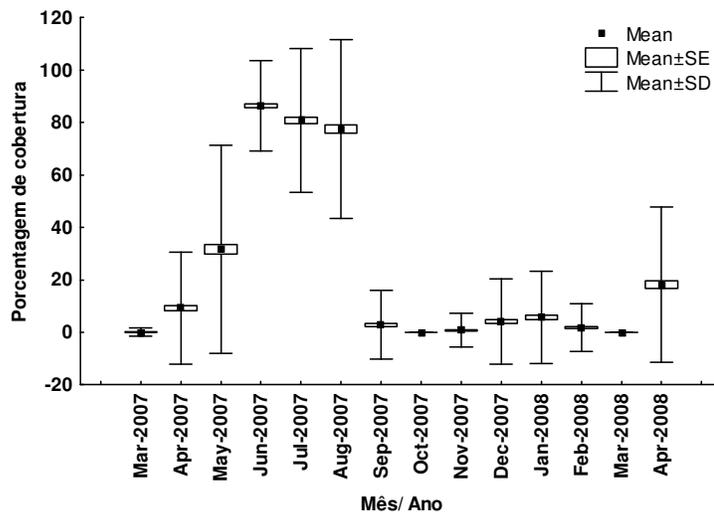


Figura 11: *Hydractinia minuta*: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá/ PR.

De maio a agosto/2007 e de novembro/2007 a janeiro/2008 observou-se gonozoóides nas colônias, sendo que em junho e julho/2007, mais da metade das colônias (64% e 67%, respectivamente) apresentavam-se reprodutivamente ativas. Logo após este período (agosto/2008), as colônias de *Hydractinia minuta* continuaram a dominar as placas acumulativas, porém uma pequena quantidade apresentava-se fértil. Nos meses seguintes, registrou-se uma queda brusca na abundância de *Hydractinia minuta*. Havia também pequena quantidade de dactilozoóides (pólipos de defesa), em algumas colônias, no período de maio a julho/2007 e em abril/2008. A figura 12 mostra a abundância mensal das colônias de *Hydractinia minuta* por mês e indica as porcentagens de colônias com gonozoóides e dactilozoóides.

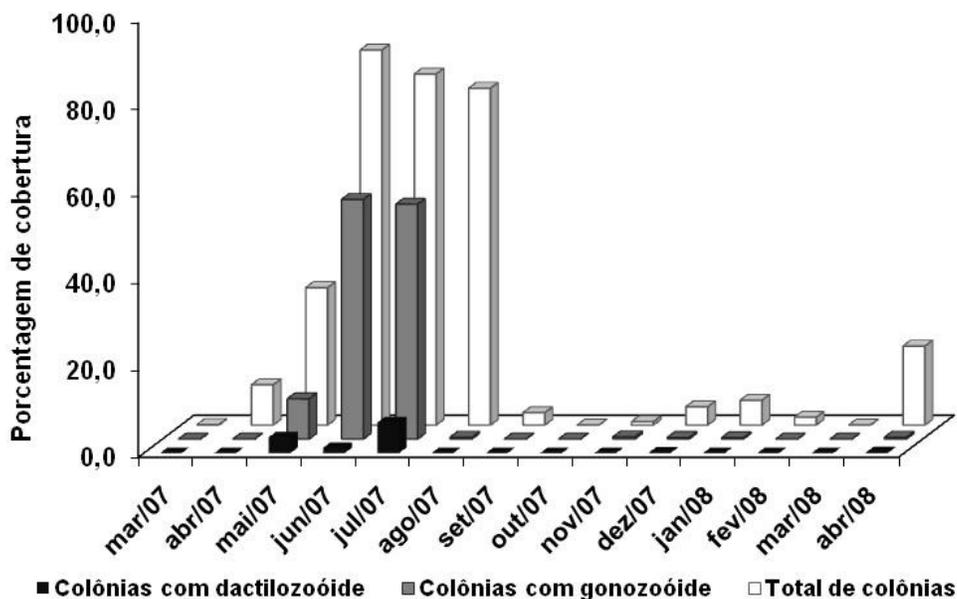


Figura 12: Abundância média mensal de colônias de *Hydractinia minuta* em placas acumulativas, indicando a porcentagem de cobertura total, a porcentagem de colônias férteis e a porcentagem de colônias com pólipos de defesa.

O octocoral da família Alcyoniidae foi registrado ao longo de todo o experimento, apresentando diferenças significativas na abundância entre os meses (Kruskal-Wallis $H=2429,209$; $p<0,0001$) (tabela 3). Predominou no segundo e no terceiro mês de submersão (abril/2007 e maio/2007), com freqüências de 72 e 78% e porcentagens de cobertura de 41% e 35%, respectivamente (figuras 6 e 13). A grande quantidade de colônias encontradas em abril/2007 não foi observada no mesmo período do ano seguinte. Dentre os cnidários, este Alcyoniidae foi a segunda espécie mais abundante (tabela 1).

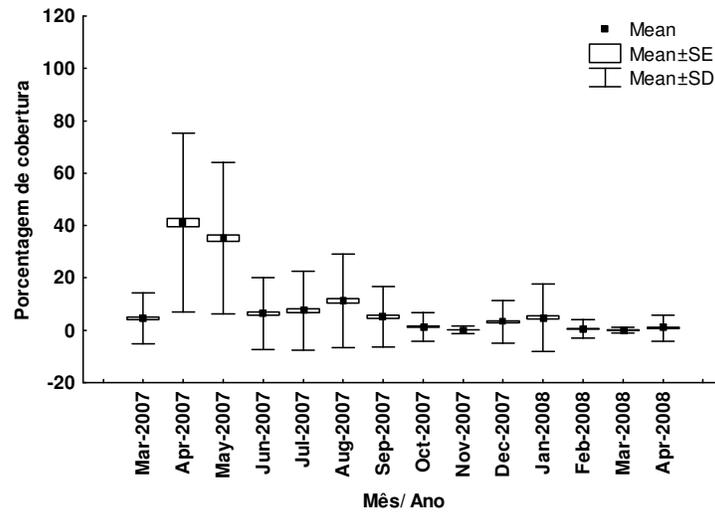


Figura 13: Alcyoniidae n.i.: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá/ PR.

A anêmona *Aiptasia pallida* foi observada em onze dos quatorze meses amostrados, porém, em pequenas quantidades na maioria deles. Chegou a estar presente em 32% das quadrículas em maio/2007, no entanto, a porcentagem de cobertura foi de apenas 6% neste período (figuras 6 e 14), com valores variando de 12,5 a 100% (tabela 1). Foram verificadas diferenças significativas entre os meses, no que diz respeito à abundância (Kruskal-Wallis $H=979,583$; $p<0,001$) (tabela 3).

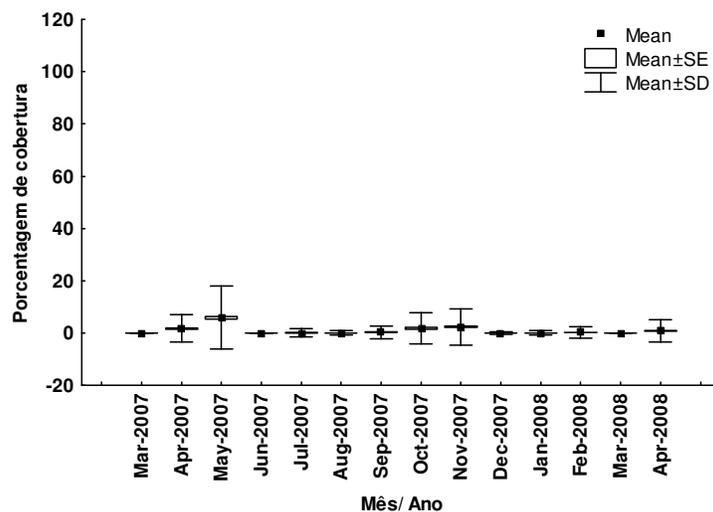


Figura 14: *Aiptaisa pallida*: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá/ PR.

Actiniaria sp. 1 ocorreu de outubro a fevereiro, mas foi significativamente mais abundante de novembro/2007 a janeiro/2008 (figuras 6 e 15) (Kruskal-Wallis $H=979,583$; $p<0,001$) (tabela 3). Os valores de cobertura variaram de 12,5 a 100 (tabela 1) neste período.

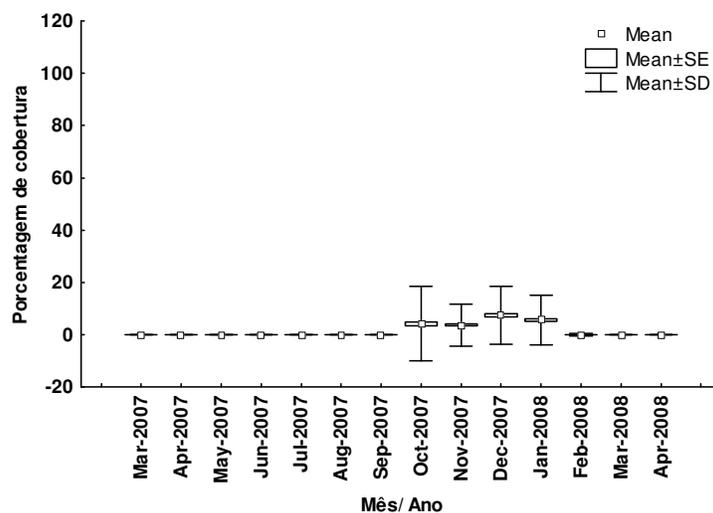


Figura 15: *Actiniaria* sp.1: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá/ PR.

No primeiro mês de experimento (março/2008) foi registrada uma cobertura significativamente maior de hidróides mortos do que em todos os outros meses amostrados (figura 16) (Kruskal-Wallis $H=3386,748$; $p<0,001$) (tabela 3). Devido à morfologia dos estolões e hidrocaules foi possível verificar que se tratavam de campanularídeos.

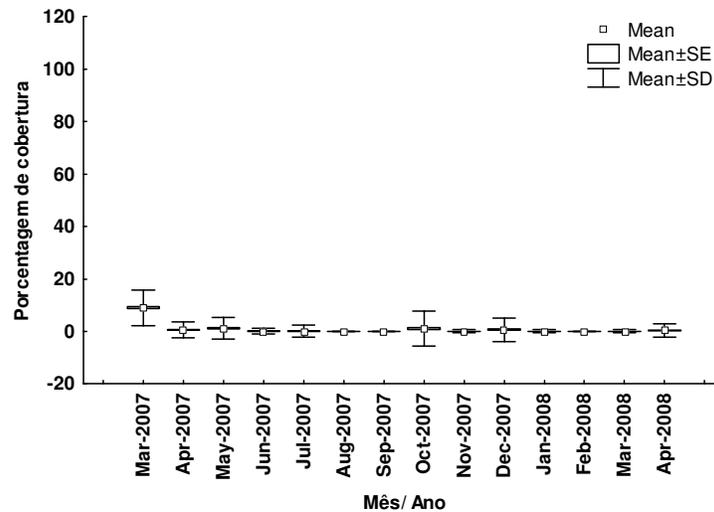


Figura 16: Campanularídeos mortos: Média, erro padrão e desvio padrão das porcentagens de cobertura em placas acumulativas experimentais, na foz do Rio Itiberê, Paranaguá/ PR.

Os outros cnidários não atingiram 5% de cobertura em nenhum dos meses amostrados (tabela 1). Foi encontrada diferença significativa nas porcentagens de cobertura de todas as espécies em relação aos meses, com exceção do hidróide *Pinauay crocea* e do octocoral *Carijoa riisei*. Os hidrozoários *Plumularia floridana*, *Eudendrium carneum*, *Pinauay crocea* e Tubulariidae sp. 2, o octocoral *Carijoa riisei* e as anêmonas *Diadumene* sp. e *Actinaria* sp. 3 apresentaram ocorrências isoladas. *Garveia franciscana* foi registrada nas coletas de abril/07, fevereiro e abril/2008 e *Actinaria* sp. 2, em outubro e novembro/2007 e *Actinaria* sp. 4, em março e abril/2008. Foi registrada ainda a presença de anêmonas jovens em março, setembro e outubro/2007 e fevereiro/2008 (tabela 1).

A Assembléia de Cnidários

Os valores de riqueza (S), diversidade de Shannon-Wiener (H) e equitabilidade de Pielou (J') aumentaram progressivamente do 1° ao 3° mês de submersão (março a maio/2007), diminuindo bruscamente no 4° mês. Do 5° (julho) até o 8° mês (outubro), os valores subiram novamente, mantendo-se constantes até o 11° (janeiro/2008) e diminuíram novamente, até atingir no 13° (março/2008), valores semelhantes aos do 4° mês (junho/2007). No último mês de experimento (abril/2008), os três índices aumentaram novamente, principalmente a riqueza e a diversidade, quando atingiram os maiores valores do período de estudo. A diversidade foi significativamente maior nos períodos de outubro/2007 a fevereiro/2008 e em abril/2008 do que em março de ambos os anos (figura 17) (ANOVA $F=6,9$; $p<0,05$). A equitabilidade foi menor em março/2007 do que em todos os outros meses (ANOVA $F=4,7$; $p<0,05$). A riqueza foi mais alta em abril/2008, que só foi similar aos meses de novembro/2007 a janeiro/2008 (figura 17) (ANOVA $F=10,6$; $p<0,05$).

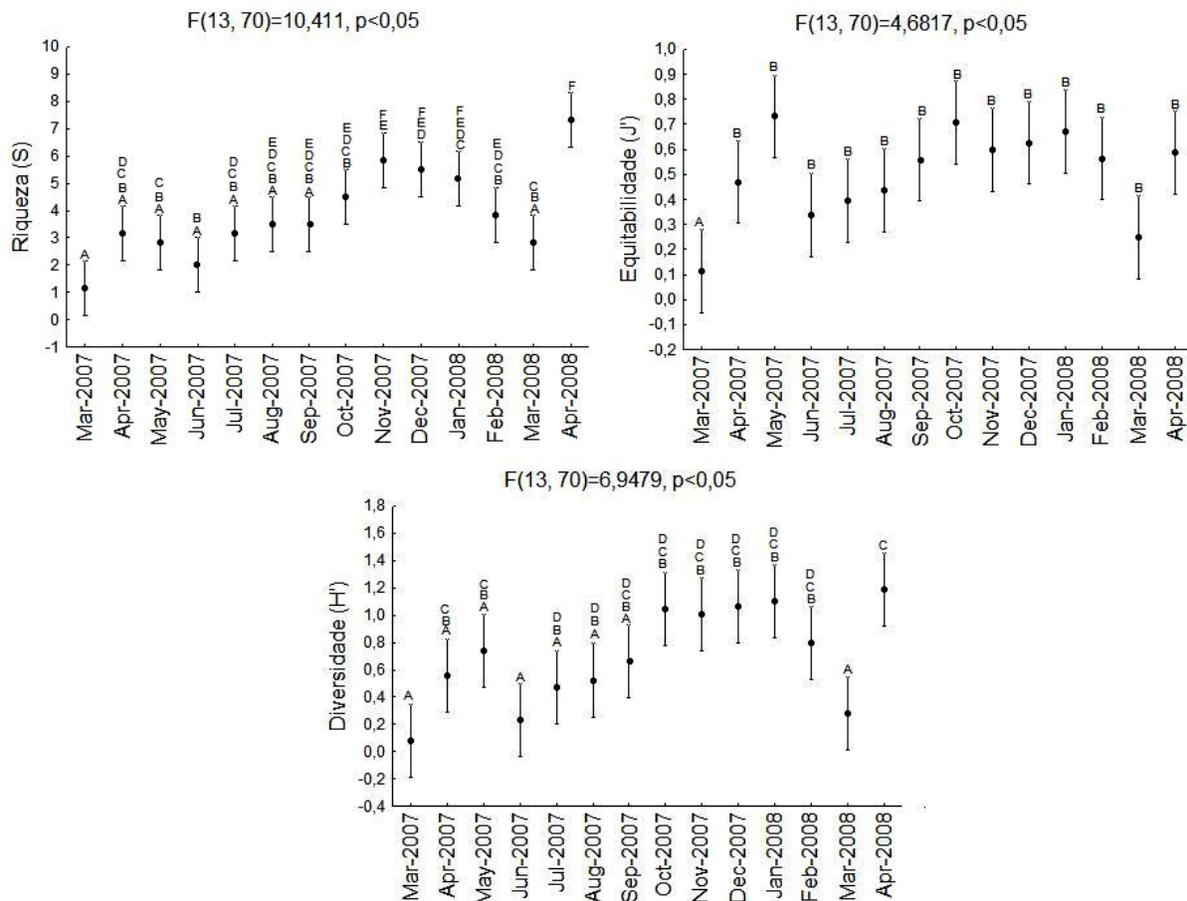


Figura 17: Média e intervalo de confiança da Riqueza (S), Equitabilidade (J') e Diversidade (H') para os táxons de cnidários em substrato artificial na Baía de Paranaguá/ PR. As letras indicam os grupos significativamente diferentes.

A taxa de sucessão (turnover rate) na composição da comunidade de cnidários foi maior nos primeiros meses, com tendência a diminuição a partir desse período. As maiores mudanças observadas ocorreram do 1° para o 2° e do 4° para o 5° mês. As mudanças observadas do 2° ao 4° mês foram causadas por uma diminuição no número de espécies, devido a dominância do hidróide *Hydractinia minuta*. Já do 4° para o 5° mês, o número de espécies aumentou devido ao aparecimento de espécies raras. Logo após este período, as espécies mantiveram-se as mesmas, pois do 5° ao 7° mês a taxa de sucessão observada foi zero. *Hydractinia minuta* desapareceu no 8° mês e a riqueza voltou a aumentar, com o aparecimento de espécies raras. Do 8° ao 11° mês, as mudanças na comunidade foram pequenas e mais ou menos constantes (15% a 30%) e

resumem-se à entrada ou saída de espécies pouco abundantes. O aumento na taxa de sucessão do 11° ao 12° mês corresponde à mudança na identidade dos organismos. Do 12° ao 13° mês, o número de espécies sofreu uma queda brusca, devido ao predomínio de *Clytia linearis*, sofrendo um aumento logo após este período (figura 18).

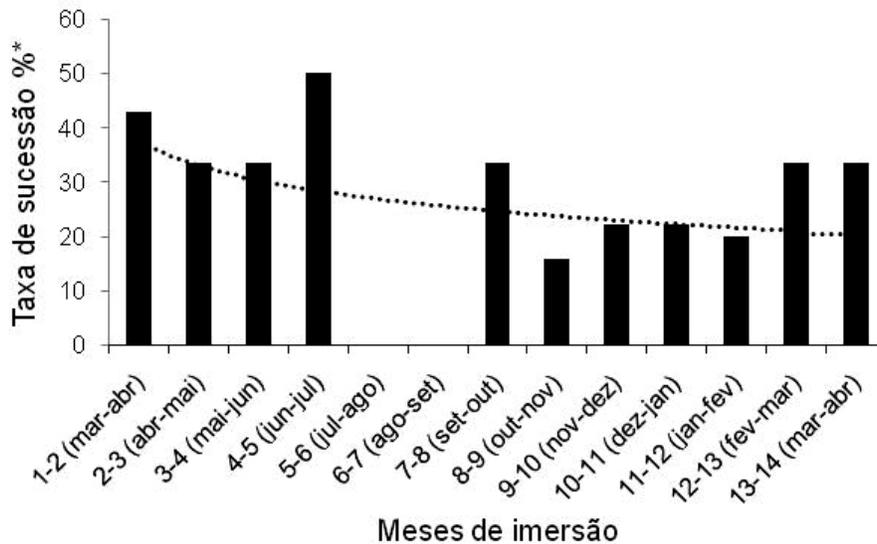


Figura 18: Taxa de sucessão (turnover rate) e linha de tendência dos táxons de cnidários entre os meses de imersão. *Taxa de sucessão = (Número de espécies presentes apenas na 1ª amostra + Número de espécies presentes apenas na 2ª amostra) ÷ (Número total de espécies na 1ª amostra + Número total de espécies na 2ª amostra).

Através das análises de similaridade (ANOSIM) (tabela 4) e de agrupamentos (Cluster) (figura 19) foi possível observar um padrão de agrupamento temporal e seqüencial. O 1° grupo corresponde às amostras de março/2007, compostas principalmente por hidróides mortos e Alcyoniidae (tabela 5); o 2°, às amostras do outono de 2007 (abril e maio), com grande abundância de Alcyoniidae, *Aiptasia pallida* e *Hydractinia minuta* (tabela 5); o 3°, ao outono e inverno de 2007 (junho, julho e agosto), caracterizado por alta cobertura de *Hydractinia minuta*, que contribuiu em 65,96% para a similaridade deste grupo (tabela 5); o 4°, compreende amostras do final do inverno e início da primavera de 2007 (setembro e outubro), quando *Obelia dichotoma* e *Clytia*

gracilis eram os mais conspícuos representantes dentre os cnidários (tabela 5); o 5º grupo compreende somente amostras da primavera de 2007 (outubro e novembro), com predomínio dos Campanulariidae *Obelia dichotoma*, *Clytia gracilis* e *Obelia bidentata* (tabela 5); o 6º grupo é formado pelas amostras do final da primavera e início do verão (novembro, dezembro/2007 e janeiro/2008), quando *Actinaria* sp 1, *Obelia bidentata* e *Obelia dichotoma* ocuparam a maior parte do substrato (tabela 5); o 7º grupo destacou somente março/2008, período em que *Clytia linearis* atingiu um pico de cobertura, contribuindo em 77,37% para a formação do índice SIMPER (tabela 5); e o 8º grupo também apresentou amostras de um único mês, abril/2008, diferenciado pelo maior valor de diversidade do período estudado (tabela 5). As amostras de fevereiro/2008 distribuíram-se aleatoriamente entre os grupos. Apesar deste período ter apresentado alta diversidade e equitabilidade (figura 17), as espécies se distribuíram desigualmente entre as amostras.

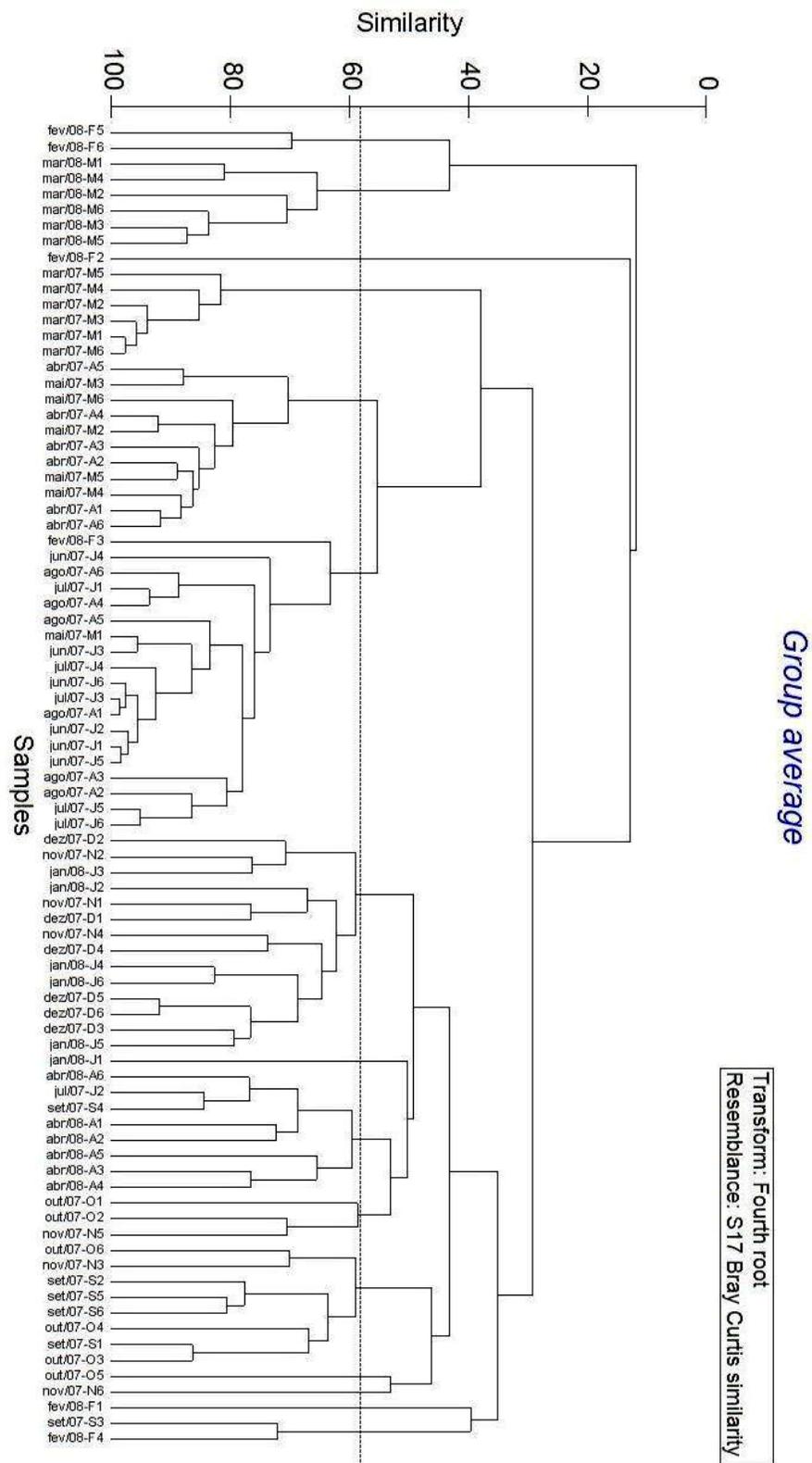


Figura 19: Dendrograma mostrando os grupos formados pela análise de agrupamentos (Cluster), baseada na abundância dos táxons de Cnidaria por porcentagem de cobertura em placas acumulativas. Os valores foram transformados à raiz quarta e a matriz de similaridade foi construída utilizando o índice de Bray-Curtis

Tabela 4: Análise de similaridade (ANOSIM) entre os meses de coleta para a abundância dos táxons de Cnidaria. * diferença significativa

Comparações	R	Significância %	Comparações	R	Significância %
Global	0,737	0,1*	jun/07 - abr/08	0,981	0,2*
mar/07 - abr/07	0,998	0,2*	jul/07 - ago/07	-0,057	66,5
mar/07 - mai/07	0,987	0,2*	jul/07 - set/07	0,706	0,2*
mar/07 - jun/07	1	0,2*	jul/07 - out/07	0,904	0,2*
mar/07 - jul/07	1	0,2*	jul/07 - nov/07	0,913	0,2*
mar/07 - ago/07	1	0,2*	jul/07 - dez/07	0,874	0,2*
mar/07 - set/07	0,767	0,2*	jul/07 - jan/08	0,73	0,2*
mar/07 - out/07	0,976	0,2*	jul/07 - fev/08	0,467	0,4*
mar/07 - nov/07	1	0,2*	jul/07 - mar/08	1	0,2*
mar/07 - dez/07	0,998	0,2*	jul/07 - abr/08	0,776	0,2*
mar/07 - jan/08	1	0,2*	ago/07 - set/07	0,646	0,2*
mar/07 - fev/08	0,6	0,2*	ago/07 - out/07	0,965	0,2*
mar/07 - mar/08	1	0,2*	ago/07 - nov/07	0,961	0,2*
mar/07 - abr/08	1	0,2*	ago/07 - dez/07	0,931	0,2*
abr/07 - mai/07	0	48,5	ago/07 - jan/08	0,826	0,2*
abr/07 - jun/07	0,965	0,2*	ago/07 - fev/08	0,452	0,2*
abr/07 - jul/07	0,915	0,2*	ago/07 - mar/08	1	0,2*
abr/07 - ago/07	0,959	0,2*	ago/07 - abr/08	0,874	0,2*
abr/07 - set/07	0,778	0,2*	set/07 - out/07	0,072	17,7
abr/07 - out/07	1	0,2*	set/07 - nov/07	0,448	0,4*
abr/07 - nov/07	1	0,2*	set/07 - dez/07	0,602	0,2*
abr/07 - dez/07	0,993	0,2*	set/07 - jan/08	0,598	0,4*
abr/07 - jan/08	0,993	0,2*	set/07 - fev/08	0,159	13
abr/07 - fev/08	0,594	0,2*	set/07 - mar/08	0,924	0,2*
abr/07 - mar/08	1	0,2*	set/07 - abr/08	0,561	0,4*
abr/07 - abr/08	0,983	0,2*	out/07 - nov/07	0,139	12,3
mai/07 - jun/07	0,667	0,2*	out/07 - dez/07	0,474	0,2*
mai/07 - jul/07	0,628	0,4*	out/07 - jan/08	0,543	0,2*
mai/07 - ago/07	0,65	0,4*	out/07 - fev/08	0,4	0,2*
mai/07 - set/07	0,776	0,2*	out/07 - mar/08	0,974	0,2*
mai/07 - out/07	1	0,2*	out/07 - abr/08	0,626	0,2*
mai/07 - nov/07	0,998	0,2*	nov/07 - dez/07	0,38	0,6*
mai/07 - dez/07	0,978	0,2*	nov/07 - jan/08	0,326	1,5
mai/07 - jan/08	0,97	0,2*	nov/07 - fev/08	0,328	0,9
mai/07 - fev/08	0,596	0,2*	nov/07 - mar/08	0,98	0,2*
mai/07 - mar/08	1	0,2*	nov/07 - abr/08	0,598	0,2*
mai/07 - abr/08	0,957	0,2*	dez/07 - jan/08	0,063	22,9
jun/07 - jul/07	0,069	14,1	dez/07 - fev/08	0,383	0,2*
jun/07 - ago/07	0,246	1,7*	dez/07 - mar/08	0,998	0,2*
jun/07 - set/07	0,804	0,2*	dez/07 - abr/08	0,763	0,2*
jun/07 - out/07	1	0,2*	jan/08 - fev/08	0,315	1,3*
jun/07 - nov/07	1	0,2*	jan/08 - mar/08	1	0,2*
jun/07 - dez/07	0,991	0,2*	jan/08 - abr/08	0,785	0,2*
jun/07 - jan/08	0,943	0,2*	fev/08 - mar/08	0,576	0,2*
jun/07 - fev/08	0,593	0,2*	fev/08 - abr/08	0,276	0,9*
jun/07 - mar/08	1	0,2*	mar/08 - abr/08	0,887	0,2*

Tabela 5: Similaridade média (SIMPER) e categorias mais relevantes para similaridade por grupo de amostras mensais realizadas na Baía de Paranaguá/ PR (espécies de cnidários que primeiro contribuem para 90% da abundância). Os grupos foram formados através das análises multivariadas ANOSIM e de Agrupamentos (CLUSTER).

Grupo	Similaridade	Espécies	Ab. Méd.	Sim. Méd.	Contrib%	Cum.%
Grupo 1 (Mar/07)	87,96%	Hidróides mortos	5,2	42,85	48,72	48,72
		Alcyoniidae n.i.	4,27	32,62	37,09	85,81
		Anêmona juvenil	2,12	12,48	14,19	100
Grupo 2 (Abr/07 e Mai/07)	79,55%	Alcyoniidae n.i.	7,47	36,95	46,45	46,45
		<i>Aiptasia pallida</i>	3,92	17,27	21,7	68,15
		<i>Hydractinia minuta</i>	4,89	16,83	21,16	89,31
		Hidróides mortos	2,41	8,5	10,69	100
Grupo 3 (Jun/07, Jul/07 e Ago/07)	81,12%	<i>Hydractinia minuta</i>	9,01	53,51	65,96	65,96
		Alcyoniidae n.i.	4,83	25,85	31,87	97,83
Grupo 4 (Set/07 e Out/07)	61,55%	<i>Clythia gracilis</i>	5,98	27,2	44,19	44,19
		<i>Obelia dichotoma</i>	5,35	18,43	29,93	74,13
		Alcyoniidae n.i.	3,44	15,49	25,16	99,28
Grupo 5 (Out/07 e Nov/07)	62,48%	<i>Obelia dichotoma</i>	6,28	22	35,21	35,21
		<i>Clythia gracilis</i>	5,29	15,78	25,26	60,47
		<i>Obelia bidentata</i>	4,92	12,76	20,43	80,89
		Hidróides mortos	3,14	8,04	12,87	93,76
Grupo 6 (Nov/07, Dez/07 e Jan/08)	63,92%	Actinaria sp.1	4,53	16,76	26,21	26,21
		<i>Obelia bidentata</i>	4,8	15,82	24,75	50,97
		<i>Obelia dichotoma</i>	4,66	13,87	21,69	72,66
		<i>Hydractinia minuta</i>	3,21	7,82	12,24	84,9
		Alcyoniidae n.i.	2,76	7,03	11	95,9
Grupo 7 (Mar/08)	71,26%	<i>Clytia linearis</i>	7,82	55,13	77,37	77,37
		Actinaria sp.4	2,76	12,3	17,26	94,63
Grupo 8 (Abr/08)	63,39%	<i>Obelia bidentata</i>	4,67	14,22	22,43	22,43
		<i>Obelia dichotoma</i>	4,63	11,38	17,96	40,39
		<i>Clythia gracilis</i>	3,85	11,11	17,53	57,92
		<i>Hydractinia minuta</i>	4,21	7,31	11,53	69,45
		<i>Aiptasia pallida</i>	2,41	5,64	8,9	78,35
		<i>Clytia linearis</i>	2,65	5,33	8,41	86,77
		Actinaria sp.4	2,23	5,12	8,08	94,85

Fauna dos Demais Invertebrados

Além das espécies de Cnidaria foram encontradas 26 espécies/ morfotipos de invertebrados: duas espécies de esponjas, uma espécie de turbelário, duas de bivalves (Ostreidae Refinesque, 1815 e Mytilidae Refinesque, 1815), duas de gastrópodes (Patellidae Refinesque, 1815 e Nudibranchia Blainville, 1814), duas de poliquetas (*Nicolea* sp. Malmgren, 1866 Terebellidae e *Neanthes succinea* (Frey & Leuckart, 1847) Nereididae), sete de cracas (*Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854) Balanidae; *Amphibalanus reticulatus* (Utinomi, 1967) Balanidae; *Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854) Balanidae; *Amphibalanus eburneus* (Gold, 1841) Balanidae; *Fistulobalanus citerosum* (Henry, 1973) Balanidae; *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) Balanidae e *Megabalanus tintinnabulum* (Linnaeus, 1758) Balanidae), uma de picnogonídeo, sete de briozoários (*Hippoporina verrilli* Maturo and Schopf, 1968 Hippoporinidae; *Sinoflustra annae* (Osburn, 1953) Flustridae; *Conopeum seurati* (Gray, 1848) Electridae; *Electra tenella* (Hincks, 1880) Electridae; *Alcyonidium* sp. Lamouroux, 1813 Alcyonidiidae; Ctenostomata Busk, 1852 e *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758) Bugulidae) e três de ascídias, além de tubos de poliqueta e anfípodos. As quatro espécies do gênero *Amphibalanus* foram inicialmente contabilizadas em um mesmo táxon e só depois separadas em espécies, por isso os dados de abundância foram considerados conjuntamente. A tabela 6 traz uma lista dos invertebrados e seus respectivos meses de ocorrência.

Tabela 6: Ocorrência de invertebrados marinhos em substrato artificial na Baía de Paranaguá/ PR. o=ausência. X=presença.

Taxa/ Meses	1m mar/07	2m abr/07	3m mai/07	4m jun/07	5m jul/07	6m ago/07	7m set/07	8m out/07	9m nov/07	10m dez/08	11m jan/08	12m fev/08	13m mar/08	14m abr/08
Porifera														
Porifera sp.1	o	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	o
Porifera sp.2	o	o	o	o	o	o	X	o	o	o	X	o	o	X
Platyhelminthes														
Turbellaria*	o	o	o	o	o	o	X	X	X	X	X	X	X	X
Mollusca - Bivalvia														
Ostreidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	o
Mytilidae	X	o	X	o	X	o	X	X	X	X	X	X	X	X
Mollusca - Gastropoda														
Patellidae*	o	o	o	o	o	o	o	o	o	X	o	o	o	o
Nudibranchia*	o	o	o	o	o	o	X	o	o	o	o	o	o	o
Polychaeta														
<i>Nicolea</i> sp.*	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	X
<i>Neanthes succinea</i> *	o	X	X	X	o	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Crustacea - Cirripedia														
<i>Amphibalanus</i> spp.	o	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Fistulobalanus citerosum</i>	o	o	o	X	o	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Megabalanus coccopoma</i>	o	o	o	o	o	X	X	X	X	X	X	X	X	o
<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	X	o	o
Crustacea - Amphipoda														
Tubo de Amphipoda	o	o	X	o	o	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chelicerata - Pycnogonida														
Pycnogonida	o	o	o	o	o	X	X	X	X	X	X	o	X	X
Bryozoa														
<i>Hippoporina verrilli</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	o	o	o
<i>Sinoflustra annae</i>	o	X	X	X	o	X	o	o	o	o	o	o	o	o
<i>Conopeum seurati</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Electra tenella</i>	o	X	o	X	X	X	X	X	X	o	X	X	X	X
<i>Alcyonidium</i> sp.*	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	X	X	o
Ctenostomata*	o	o	o	o	o	o	o	o	o	X	X	o	o	o
<i>Bugula neritina</i> *	o	o	o	o	o	o	X	X	X	o	o	o	o	o
Asciacea														
<i>Molgula phytophila</i> *	o	o	o	o	o	o	X	X	X	o	X	o	o	o
<i>Polyandrocarpa anguinea</i> *	o	o	o	o	o	o	o	X	o	o	o	o	o	o
Pyuridae*	o	o	o	o	o	o	X	o	X	X	X	o	o	o

* espécies com cobertura inferior a 5% em todos os meses amostrados

Os invertebrados mais abundantes foram Porifera sp.1, Mytilidae, as espécies do gênero *Amphibalanus*, *Fistulobalanus citerosum*, *Hippoporina verrilli*, *Conopeum seurati*, *Electra tenella* e os anfípodos tubícolas (figura 20). Esses invertebrados ocuparam mais de 25% do substrato em pelo menos dois dos meses amostrados. *Megabalanus coccopoma* cobriu as placas acumulativas continuamente de setembro/2007 a fevereiro/2008 (figura 20), sendo bastante abundante em novembro/2007. Já o briozoário *Electra tenella* apresentou um pico isolado em abril/2007 (figura 20). Os outros grupos de invertebrados apresentaram cobertura inferior a 15% em todos os meses amostrados.

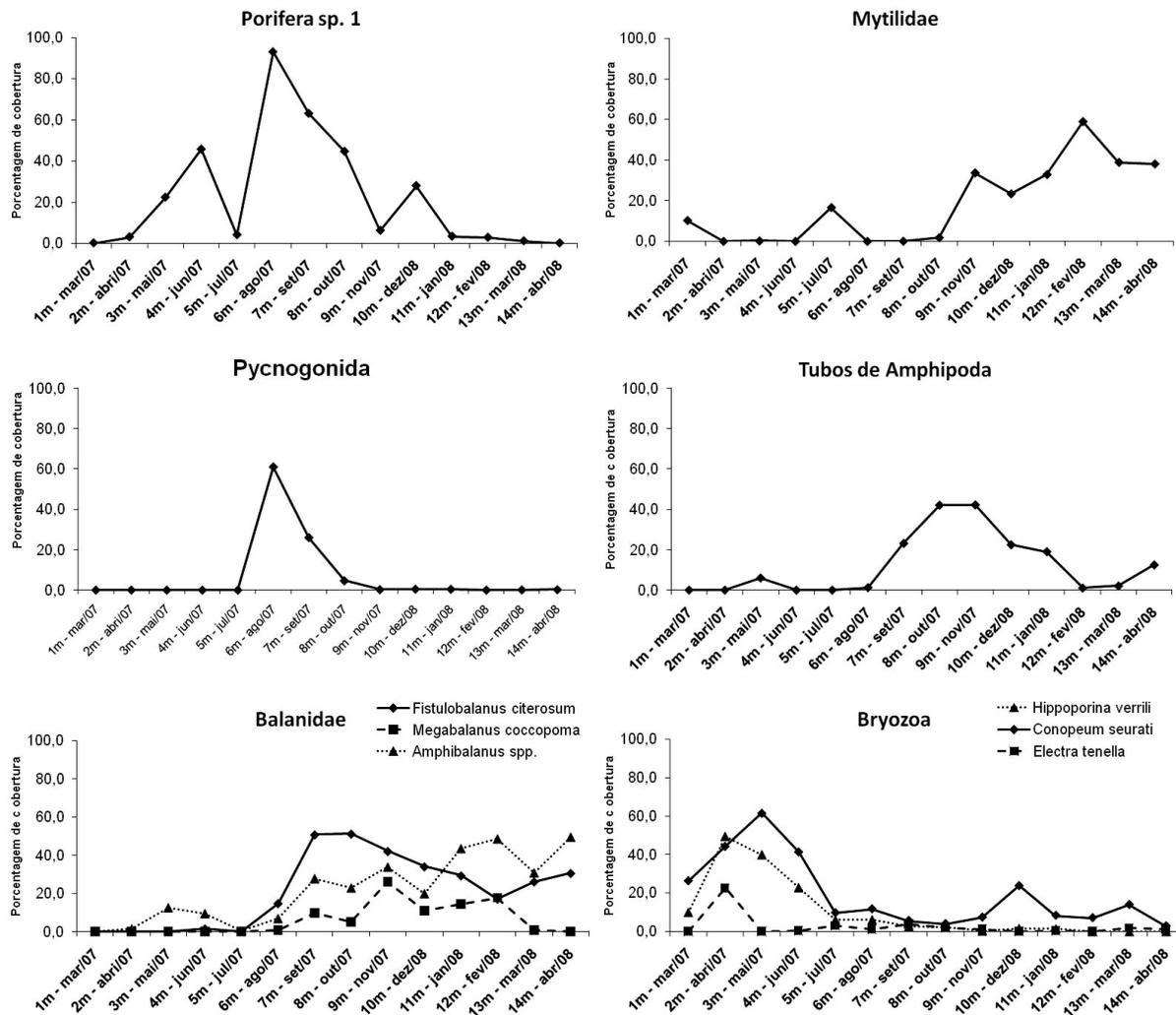


Figura 20: Porcentagem de cobertura dos invertebrados bentônicos em substrato artificial na Baía de Paranaguá/ PR.

Observou-se uma alteração tanto na composição quanto na dominância das espécies dentro da comunidade ao longo dos meses. Os primeiros organismos a colonizarem as placas em quantidades elevadas foram os bivalves das famílias Mytilidae e Ostreidae e os briozoários incrustantes *Hippoporina verrilli* e *Conopeum seurati*, que continuaram a ocupar grande parte do substrato nos três meses subsequentes (figura 21). Ainda no 1º mês foi registrada a presença do hidrozoário *Hydractinia minuta* e do octoral Alcyoniidae. No 2º mês após a submersão *Electra tenella* e Alcyoniidae apresentaram altas porcentagens de cobertura e foi registrada a presença de *Sinoflustra annae* e

Aiptasia pallida (figura 21). A partir do 3° mês, Porifera sp.1 e o hidrozoário *Hydractinia minuta* passaram a apresentar porcentagens elevadas de cobertura, e foram os organismos mais abundantes do 4° ao 6° mês, quando os pycnogonídeos apareceram em grande quantidade (figura 21). No 7° e 8° mês, Porifera sp. 1 continuou a dominar juntamente com os anfípodos tubícolas e as cracas dos gêneros *Amphibalanus* e *Fistulobalanus* (figura 21). Neste mesmo período, *Obelia dichotoma* e *Clytia gracilis* mostraram-se bastante freqüentes, enquanto Porifera sp. 2 e Actiniaria sp. 1 passaram a cobrir as placas (figura 21). Do 9° ao 11° mês a comunidade foi representada principalmente por anfípodos, mexilhões e cracas, sendo que as espécies Porifera sp. 1, *Obelia dichotoma*, *Obelia bidentata* e *Conopeum seurati* apresentaram flutuações durante este período (figura 21). Do 12° ao 14° mês, mexilhões e cracas foram os mais conspícuos representantes da comunidade (figura 21). Neste mesmo período registrou-se a presença do hidróide *Clytia linearis* que cobriu grande parte do substrato (figura 21). *Obelia dichotoma* e *Hydractinia minuta* também foram abundantes no último mês (figura 21).

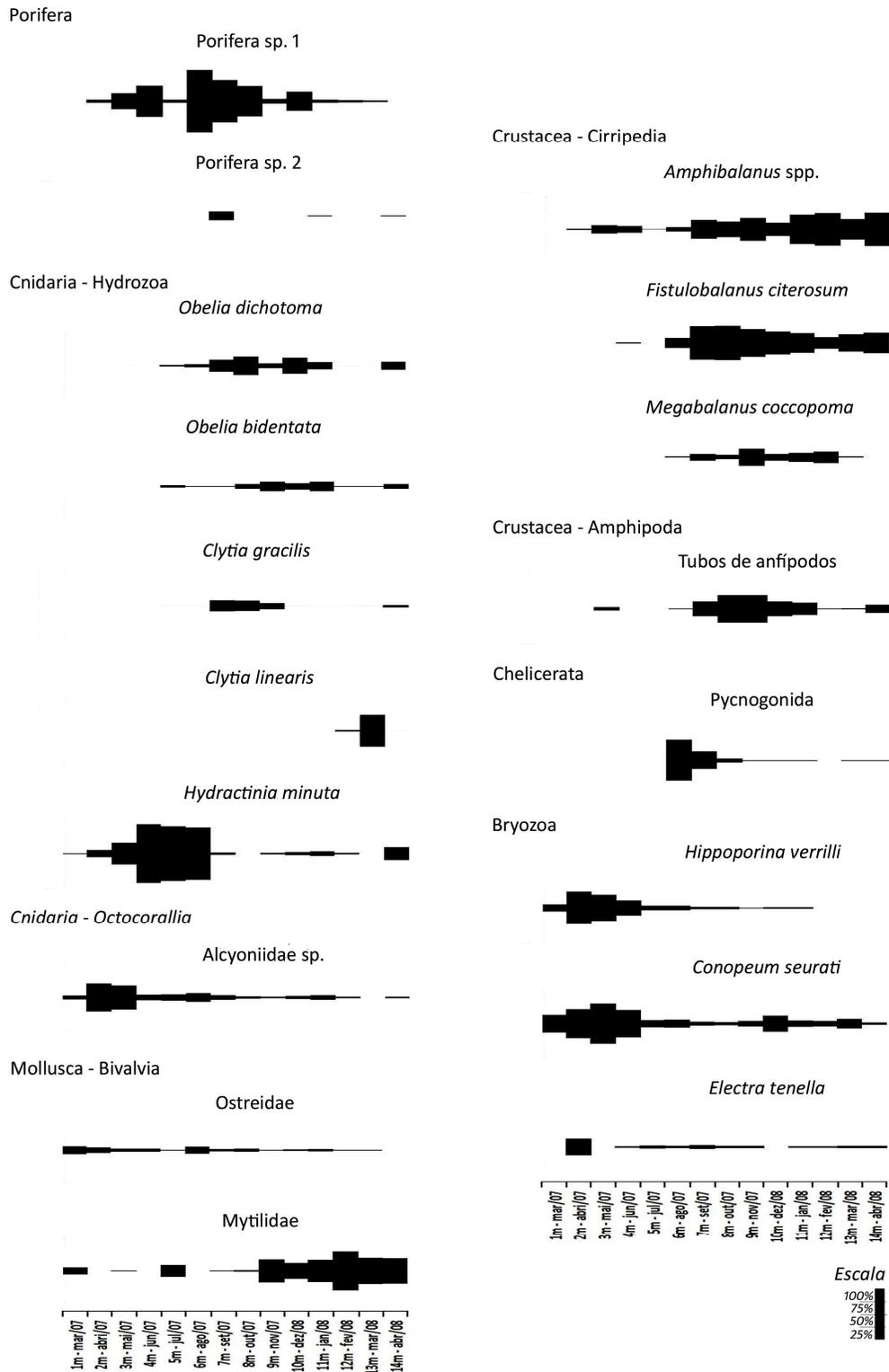


Figura 21: Porcentagens médias de cobertura mensal dos invertebrados mais abundantes (cobertura > 5% em pelo menos um dos meses amostrados) em substrato artificial na Baía de Paranaguá/ PR.

DISCUSSÃO

Nas placas acumulativas instaladas na foz do Rio Itiberê, Baía de Paranaguá, a Classe Hydrozoa teve maior riqueza e abundância de espécies do que a Classe Anthozoa. Em comunidades de águas rasas, onde as condições ambientais são mais dinâmicas e instáveis, os hidrozoários predominam, devido às suas características, tais como ciclo de vida curto, crescimento estolonar ou incrustante, pequena biomassa e pequenos pólipos (Gili *et al.*, 1989). Esses organismos apresentam taxas de crescimento vegetativo altas e exponenciais, pois o potencial de captura de alimento aumenta com o tamanho da colônia devido ao maior número de hidrantes. Além disso, muitas espécies de hidróides formam estágios dormentes capazes de sobreviver a condições adversas (Gili & Hughes, 1995).

No primeiro mês de submersão das placas, resíduos de hidrocaule e de estolões de Campanulariidae predominaram (final do verão), seguidos de Alcyoniidae e *Aiptasia pallida* (outono), *Hydractinia minuta* (outono e inverno), *Clytia gracilis* (inverno e primavera), *Obelia dichotoma* (primavera e verão), *Obelia bidentata* e *Actinaria* sp.1 (final de primavera e verão), e *Clytia linearis* (final do verão).

O octocoral Alcyoniidae, um dos cnidários mais abundantes durante o período experimental, ocorreu continuamente, mas foi registrado em maior abundância no outono. Foi a primeira espécie dominante, no início do processo sucessional (março a maio/2007). Corais da família Alcyoniidae apresentam crescimento lento e períodos de vida longo (Benayahu & Loya, 1986; Fabricius, 1995). As taxas de crescimento, entretanto, parecem variar especificamente entre os Alcyoniidae: Sebens (1984) documentou o crescimento rápido de *Alcyonium siderium* Verrill, 1922, em Massachusetts; Benayahu & Loya (1987), de *Parerythropodium fulvum fulvum* Forskal, 1775, em placas de recrutamento no Mar Vermelho; mas Fabricius (1995) encontrou taxas de crescimento baixas em dois gêneros

de corais moles, *Sinularia* May, 1898 e *Sarcophyton* Lesson, 1834, comentando que algumas espécies de ambos os gêneros apresentam características mais oportunistas.

As taxas de recrutamento larval são relativamente baixas na maioria dos Alcyoniidae (Benayahu & Loya, 1987; Fabricius, 1995). O predomínio de um antozoário nos primeiros meses de sucessão em substrato artificial parece contraditório, uma vez que são os hidrozoários os primeiros colonizadores. Porém, no primeiro mês após a submersão, foi registrada uma grande quantidade de hidróides mortos (Campanulariidae), confirmando seu pioneirismo. Alguns Alcyoniidae também parecem apresentar estratégias oportunistas, ocupando o substrato no início do processo de sucessão. Em placas de recrutamento (capítulo 1), os resultados foram semelhantes: Alcyoniidae apresentou baixa colonização do substrato no primeiro mês de submersão e aumento no segundo mês e as freqüências de assentamento foram mais altas no final do verão e início de outono, resultados que coincidem com os meses de dominância nas placas acumulativas. Vários estudos reportaram também baixas taxas de predação sobre espécies de Alcyoniidae (Sebens, 1984; Griffith, 1994; Fabricius, 1995), levando à hipótese que a queda na abundância desta espécie a partir do quarto mês foi causada por competição com *Hydractinia minuta*.

Hydractinia minuta tornou-se sexualmente madura (presença de gonozoóides) durante o final do outono e começo do inverno (de maio a agosto/2007), apresentando um pico reprodutivo em junho e julho/2007. A maior abundância foi registrada de junho a setembro/2007, os meses que apresentam os menores valores de temperatura e a maior salinidade da água (época seca). A maioria das espécies de hidróides apresenta períodos de fertilidade limitados (Boero & Fresi, 1986; Bavestrello *et al.*, 2006) e picos de recrutamento são observados logo após seu período fértil (Hughes, 1983). Alterações ambientais podem ter sido as causas das variações sazonais na abundância e fertilidade de *H. minuta*, uma vez que em *Stylactis hooperi* Sigerfoos, 1899 (Hydractiniidae), espécie

da mesma família, o crescimento e a reprodução foram afetados pela temperatura e salinidade (Nipper-Buscariolli & Moreira, 1983). A partir do sexto mês (agosto/2007), a cobertura de *Hydractinia minuta* sofreu uma queda brusca (77,56 a 2,83), coincidindo com o aparecimento de pycnogonídeos em grande quantidade. Sabe-se que larvas de Pycnogonida parasitam colônias de diversas espécies de hidróides e que os adultos são predadores dos hidrantes (Staples & Watson, 1987; Staples, 1997; Genzano, 2002; Betim & Haddad, comunicação pessoal). Essa associação provavelmente foi uma das causas do declínio na abundância de *Hydractinia minuta*, embora os padrões de atividade em hidróides também sejam influenciados por ciclos endógenos (Bavestrello *et al.*, 2006).

A dominância de *H. minuta* nos meses em que esteve presente pode ser atribuída à sua habilidade competitiva. Já foi observado que, na presença de outros organismos, espécies de Hydractiniidae apresentam uma estratégia diferenciada de colonização do substrato: são produzidos poucos estolões e numerosos pólipos, que podem defender melhor o espaço ocupado (Yund *et al.*, 1987; Gili & Hughes, 1995; Cerrano *et al.*, 2001). 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). A sobrevivência dessa espécie também pareceu diferenciada durante a análise das placas de recrutamento *in vivo* (capítulo 1), pois os predadores comuns de hidrozoários, como os caprelídeos, não foram observados sobre as colônias.

Alcyoniidae e *Hydractinia minuta* dominaram completamente o substrato do segundo ao sexto mês de experimento, mas aparentemente houve uma alteração na dominância do terceiro para o quarto mês. Sabe-se que algumas espécies de crescimento rápido sobrepõem outros organismos, causando sua mortalidade (Osman & Witchlatch, 1995). Neste caso, Alcyoniidae foi substituído por *Hydractinia minuta*, que sobrepôs suas colônias.

Apesar da grande abundância em placas acumulativas, *Hydractinia minuta* e Alcyoniidae foram registradas em baixas quantidades em placas de recrutamento (capítulo 1). Espécies resistentes à colonização por outras espécies, muitas vezes são invasores pouco eficazes, ou seja, inibem fortemente outros organismos, mas são pouco eficientes no recrutamento ou não são capazes de colonizar substratos previamente ocupados (Sutherland & Karlson, 1977). Sutherland & Karlson (1977) documentaram que *Hydractinia echinata* (Fleming, 1828) (Hydractiniidae) é uma espécie bastante resistente à invasão por outros organismos, inibindo o recrutamento e crescimento de todas as espécies, mas apresenta baixas taxas de recrutamento. Grigg (1977) observou que em comunidades incrustantes estabelecidas, onde o espaço é o recurso limitante, o recrutamento de octocorais do gênero *Muricea* Lamouroux, 1821 depende da mortalidade dos outros organismos. A dominância de *Hydractinia minuta* e Alcyoniidae parece ser decorrente da alta capacidade de crescimento e inibição do recrutamento de outras espécies.

Os Campanulariidae *Obelia bidentata*, *Obelia dichotoma* e *Clytia gracilis* foram registrados em todas as estações do ano e mostraram distribuições semelhantes ao longo do experimento. Brault & Bourget (1985) observaram *Obelia longissima* (Pallas, 1766) (Campanulariidae) constantemente ao longo do estudo no estuário de Saint Lawrence (Quebec, Canadá), sofrendo uma alta mortalidade apenas no inverno de um dos anos do período analisado. Da mesma forma, Breitburg (1985) registrou espécies de *Obelia* continuamente em Naples Reef (Califórnia, USA). Correia & Silva (1990) documentaram *Clytia* sp. em todas as estações do ano, na Baía de Paranaguá, mas as espécies de *Obelia* tiveram períodos de ocorrência mais limitados. No experimento de Nassar & Silva (1999), na Ilha da Guaíba (RJ), *Obelia dichotoma* e *Clytia* sp. também colonizaram as placas acumulativas em todas as estações. Embora tenham sido registradas ao longo de todo o ano, as espécies de campanularídeos apresentaram sazonalidade na abundância.

Obelia bidentata ocorreu mais abundantemente durante os meses de primavera e verão, *Obelia dichotoma* e *Clytia gracilis*, no final do inverno e começo da primavera. Esses campanularídeos são considerados espécies de águas quentes (Calder, 1990; Migotto *et al.*, 2001), entretanto, variações e extensão do período de crescimento e recrutamento podem ser observadas em diferentes populações (Coma *et al.*, 2000).

Clytia linearis, outro campanularídeo abundante nas placas acumulativas, apresentou sazonalidade bem marcada, ocorrendo apenas no final do verão e começo do outono (fevereiro/2008 a abril/2008), com um pico em março. *C. linearis* parece ter um período de ocorrência bem limitado, pois de maneira similar, Migotto *et al.* (2001) registraram picos isolados dessa espécie no outono e verão.

Na sucessão da assembléia de cnidários, *Obelia dichotoma* apareceu a partir do terceiro mês após o início do experimento (março/2007), *Obelia bidentata* e *Clytia gracilis*, a partir do quinto mês. As três espécies, entretanto, predominaram na cobertura das placas somente a partir do sétimo mês de submersão (setembro/2007). Apesar de serem espécies oportunistas, com rápido crescimento no início da sucessão (Migotto *et al.*, 2001; Breves-Ramos *et al.*, 2005), são também registradas em comunidades já estabelecidas (Correia & Silva, 1990; Nassar & Silva, 1999). *Obelia bidentata* só apareceu a partir do quinto mês no experimento de Correia & Silva (1990), da mesma forma que *Clytia* sp. no estudo de Nassar & Silva (1999). Conforme proposto por Connell & Slatyer (1977), diversos mecanismos podem determinar quais espécies substituem os colonizadores iniciais. Um desses mecanismos é o de facilitação, em que a entrada e crescimento das espécies posteriores depende das espécies iniciais. Alguns táxons necessitam da modificação do ambiente por organismos precursores, de forma a torná-lo mais favorável para o seu desenvolvimento (Nassar & Silva, 1999). Como essas espécies já foram registradas em placas de recrutamento mensais (capítulo 1; Correia & Silva, 1990; Migotto *et al.*, 2001), a hipótese de facilitação pode ser descartada. Além disso, havia muitos

resíduos de campanularídeos mortos (hidrorrizas e hidrocaules) no primeiro mês da sucessão. A outra possibilidade, portanto, é que o crescimento desses campanularídeos tenha sido inibido pela presença de Alcyoniidae e *H. minuta* nos primeiros meses, pois é comum a maioria dos adultos residentes inibirem o recrutamento e crescimento dos colonizadores subseqüentes (Sutherland & Karlson, 1977). O modelo de inibição, no qual as espécies resistem à invasão por competidores, também foi sugerido por Connell & Slatyer (1977).

Clytia linearis foi a última espécie de campanularídeo recrutante no período de estudo, aparecendo somente no 11^o mês após a submersão das placas. Foi a única espécie de Cnidaria predominante no 12^o mês, março/2008. Em placas de recrutamento (capítulo 1), *C. linearis* não apareceu nesses meses. É possível que o assentamento das larvas nas placas de recrutamento tenha sido inibido pela presença de outros cnidários abundantes, como *O. bidentata*, que não estava presente ou apresentava coberturas muito baixas nas placas acumulativas no período de abundância de *C. linearis*. Além disso, a presença de outros invertebrados, tais como cracas, nas placas acumulativas parece ter acentuado a colonização de *C. linearis*, visto que suas colônias foram freqüentemente observadas sobre as conchas desses organismos.

A anêmona *Aiptasia pallida* foi registrada em onze dos quatorze meses de experimento, geralmente em baixos valores, mas significativamente mais altos no outono. Actinaria sp.1 foi mais abundante durante o final da primavera e início do verão. Em águas rasas, os antozoários são representados por poucas espécies massivas, com uma morfologia altamente adaptada, tais como as actínias, que possuem um disco pedal que se adere fortemente ao substrato (Gili *et al.*, 1989). *Aiptasia* sp. teve uma ampla distribuição temporal no experimento de Rajagopal *et al.* (1997), realizado em Kalpakkam, costa leste da Índia. Em geral, os antozoários têm maior longevidade e por isso sua distribuição não apresenta uma sazonalidade pronunciada (Gili *et al.*, 1989). Coma *et al.*

(2000) reportaram que a maioria dos antozoários não apresenta variações sazonais na abundância.

A diversidade e a equitabilidade das espécies de cnidários apresentaram picos na primavera (outubro a dezembro/2007), no verão (janeiro/2008) e no outono (abril/2008). Já a riqueza foi maior na primavera (novembro e dezembro/2007) e apresentou um pico isolado no outono (abril/2008). Os menores valores foram registrados nos períodos do inverno (junho a agosto/2007) e final do verão (março de 2007 e 2008), provavelmente devido à dominância de *Hydractinia minuta* e *Clytia linearis*, respectivamente. De forma semelhante, Brault & Bourget (1985) notaram maior riqueza na primavera, enquanto Krohling & Zalmon (2008), no outono. Em relação aos cnidários, não foi observado um padrão unidirecional de aumento e estabilização da riqueza e diversidade com o tempo de imersão das placas, mas os baixos valores de março/07 e o aumento até maio, se repetiram em 2008, embora com valores mais altos em abril. Estes dados sugerem que a assembléia de cnidários é mais influenciada pela sazonalidade no ciclo reprodutivo das espécies do que pelo tempo de desenvolvimento da comunidade. Considerando todos os invertebrados, entretanto, é possível observar que a riqueza aumentou até o 9º mês de exposição, estabilizando a partir desse período. Brault & Bourget (1985) registraram um aumento no número de espécies até o 13º mês e um declínio em seguida. De acordo com esses autores, o número de espécies aumenta gradualmente até alcançar o equilíbrio. Da mesma forma, Nassar & Silva (1999) observaram um acúmulo progressivo no número de espécies com o tempo de submersão e o início da estabilização a partir do sexto mês. No experimento de Krohling & Zalmon (2008), o número de espécies aumentou com o tempo, porém, a diversidade se manteve estável devido ao estabelecimento inicial de poucos organismos dominantes.

O último mês de experimento (abril/2008) destacou-se de todos os outros com os mais altos valores de riqueza e diversidade. Foram registradas dez espécies de cnidários,

sendo sete Hydrozoa e três Anthozoa, enquanto no mesmo mês do ano anterior, foram registradas apenas cinco espécies e a assembléia era dominada pelo octocoral Alcyoniidae. Esta diferença significa uma tendência à maior estabilidade da assembléia de cnidários após um ano de colonização das placas? Parece que não, mas a resposta ainda é duvidosa e exige continuidade na experimentação. Em abril/08, os valores de diversidade e riqueza também foram altos nas placas de recrutamento (capítulo1), indicando grande disponibilidade de larvas de diferentes espécies no período, principalmente dos campanularídeos. Cracas grandes, ausentes nas placas de recrutamento, e presentes nas acumulativas no verão e início do outono de 2008, possivelmente propiciaram o recrutamento das larvas ao aumentar a quantidade de substrato disponível para a colonização.

O resultado de baixa diversidade observado em abril/2007 é similar ao de Neves *et al.* (2007), que encontraram somente quatro espécies de Cnidaria, todos hidrozoários (*Clytia hemisphaerica* (Linnaeus, 1767) Campanulariidae, *Obelia bidentata*, *Obelia dichotoma* e *Garveia franciscana*), no mesmo mês de 2004, nas comunidades que incrustam as estruturas do late Clube de Paranaguá. Correia & Silva (1990) encontraram apenas um cnidário (octocorallia) em placas de recrutamento e dois em placas acumulativas (*E. carneum* e *Clytia* sp.), em abril de 1988, após onze meses de colonização. Estas diferenças provavelmente refletem variações interanuais comuns. No caso de substratos recém-imersos, podem também refletir o início da sucessão, quando os primeiros colonizadores exercem efeitos facilitadores ou totalmente inibitórios sobre outros colonizadores (Connell & Slatyer, 1977; Dean & Hurd, 1980). Neste caso, a alta porcentagem de cobertura de briozoários incrustantes e de Alcyoniidae, em abril/2007, pode ter provocado um efeito inibidor no recrutamento dos demais cnidários.

A maior taxa de sucessão de cnidários nos primeiros meses reflete a colonização do substrato disponível e a entrada de novas espécies na comunidade, corroborando com

Krohling & Zalmon (2008), que também registraram maiores diferenças estruturais na comunidade durante os primeiros meses. As quedas bruscas no número de espécies observadas do 2° ao 4° e do 13° ao 14° mês foram causadas pela dominância de *Hydractinia minuta* no primeiro período e de *Clytia linearis* no último. A riqueza e a diversidade diminuem no momento em que uma espécie torna-se dominante e quando espécies dominantes declinam, espécies raras conseguem colonizar o substrato. Mudanças estruturais na comunidade ocorrem devido a adição de espécies através de recrutamento larval, aumento na densidade e subtração de espécies; ou diminuição na densidade causada pela mortalidade dos adultos (Sutherland & Karlson, 1977).

As análises multivariadas mostraram um padrão de agrupamento seqüencial das amostras ao longo do tempo e os grupos evidenciaram conjuntos definidos de espécies. A dúvida é se esses agrupamentos estão relacionado a períodos diferenciados na ocorrência e abundância dos cnidários ou ao tempo de submersão do substrato. Neste estudo, foram encontradas diferenças significativas na abundância de todas as espécies de cnidários através do tempo, com exceção do atecado *Pinauay crocea* e do octocoral *Carijoa riisei*, que tiveram somente um registro. Breitburg (1985) observou que a variação temporal na abundância das espécies é um dos principais fatores que afetam as interações que ocorrem durante a sucessão. Muitos organismos exibem uma ocorrência sazonal, portanto, suas larvas só estão disponíveis no plâncton em determinadas épocas do ano (Nassar & Silva, 1999).

Diversos trabalhos registraram grande variabilidade na abundância temporal de cnidários marinhos bentônicos (Sutherland & Karlson, 1977; Calder, 1990; Gili & Hughes, 1995; Coma *et al.*, 2000; Bavestrello *et al.*, 2006; Di Camillo *et al.*, 2008), ou seja, diferentes conjuntos de espécies são encontrados em diferentes épocas do ano. De acordo com Sutherland & Karlson (1977), Brault & Bourget (1985), Breitburg (1985), Osman & Witchlatch (1998) e Nassar & Silva (1999), espaços abertos ou substratos

imersos em diferentes épocas exibem diferentes padrões de recrutamento e diferentes seqüências sucessionais, em decorrência da sazonalidade na disponibilidade de larvas. O desenvolvimento da comunidade não é ordenado e direcional porque o recrutamento é variável (Sutherland & Karlson, 1977). Dessa maneira, em um mesmo local observa-se um mosaico de dominância (Sutherland, 1974; Osman & Witchlatch, 1998), entretanto, com o decorrer do tempo a comunidade tende a ser a mesma, pois o controle local irá levá-los a um mesmo ponto (Osman & Witchlatch, 1998; Nassar & Silva, 1999). Sutherland & Karlson (1977) observaram pouca convergência entre substratos imersos em diferentes épocas e acreditam que a comunidade nunca atinge um clímax, devido a mudanças contínuas na composição de espécies dentro de um mesmo ano e entre anos.

Os ciclos sazonais são mais pronunciados em cnidários de águas rasas, pois a diferença sazonal de temperatura é maior (Gili & Hughes, 1995). Em épocas chuvosas, a salinidade diminui e a sedimentação aumenta, limitando o crescimento e dificultando o assentamento (Gili & Hughes, 1995). Embora a temperatura seja um fator amplamente citado como o mais influente sobre as mudanças sazonais de ocorrência e abundância das espécies (Calder, 1990; Gili & Hughes, 1995; Coma *et al.*, 2000), outros fatores devem ser considerados, tais como ciclos circanuais endógenos de crescimento, disponibilidade de alimento e competição com outros organismos (Gili & Hughes, 1995; Bavestrello *et al.*, 2006; Di Camillo *et al.*, 2008). Na Baía de Paranaguá, a variabilidade local provavelmente é mais afetada pelo gradiente salino, visto que esta região apresenta dois períodos bem marcados, o chuvoso e o seco, com grandes diferenças de salinidade.

As duas espécies de cnidários dominantes (o hidrozoário *Hydractinia minuta* e o octocoral Alcyoniidae) eram, até então, desconhecidas para a região da Baía de Paranaguá, indicando que podem ter sido introduzidas através de navios que chegam ao Porto de Paranaguá, ou por transporte regional. Este octocoral já foi reconhecido como nova ocorrência no litoral de outros Estados brasileiros reforçando esta idéia (Bahia *et al.*,

2008a; Bahia *et al.*, 2008b). A forma medusóide de *H. minuta* foi registrada uma única vez em São Paulo, no Canal de São Sebastião, por Tronolone (2001).

Sucessão e interações ecológicas

A comunidade sofreu alterações tanto na composição quanto na dominância das espécies com o tempo de submersão. Espécies coloniais são as primeiras a aparecerem em uma seqüência sucessional (Bram *et al.*, 2005). No experimento de Bram *et al.* (2005), os primeiros organismos a colonizarem as placas foram briozoários incrustantes, que continuaram a ocupar grande parte do substrato nos três meses subseqüentes, diminuindo com o tempo de submersão.

Mexilhões, embora tenham recrutado inicialmente, foram mais abundantes após nove meses de imersão, provavelmente devido à presença de outras espécies (facilitação), apesar desses colonizadores iniciais não serem essenciais (Bram *et al.*, 2005). Da mesma forma, anfípodos tubícolas foram mais abundantes nas placas imersas durante sete a onze meses e as cracas após sete meses de exposição das placas. Cracas podem acentuar o recrutamento de outros organismos por aumentar a heterogeneidade de habitats (Bram *et al.*, 2005). De acordo com Bros (1987) e Bram *et al.* (2005), o aumento da complexidade fornecido pela presença de outros organismos pode facilitar o recrutamento ou sobrevivência de anfípodos.

A maior cobertura de cracas e esponjas no período mais tardio da sucessão pode ser efeito da variabilidade temporal na quantidade de larvas, pois conforme Bram *et al.* (2005), interações inibitórias, sobreposição e competição não parecem prejudicar significativamente esses organismos.

Os cirripédios foram mais abundantes no final do inverno e durante toda a primavera e verão. Os campanularídeos *Obelia dichotoma*, *Obelia bidentata* e *Clytia gracilis* apresentaram uma distribuição similar, que pode ter ocorrido devido ao aumento

de substrato, fornecido pelas conchas dos cirripédios. No mecanismo de facilitação descrito por Connell & Slatyer (1977), as espécies residentes podem acentuar o recrutamento de outras por aumentarem o espaço disponível (Osman & Witchlatch, 1995), ou simplesmente por tornarem o substrato mais atrativo. Cracas parecem ser reconhecidas como substratos pelas larvas e até mesmo atraem algumas espécies (Brault & Bourget, 1985; Osman & Witchlatch, 1995). Os campanularídeos, entretanto, quase desapareceram em meados do verão, quando bivalves da família Mytilidae apareceram em maiores quantidades. Krohling & Zalmon (2008) encontraram uma correlação positiva entre espécies de *Obelia* e *Balanus* Da Costa, 1778 (Balanidae), mas negativa com espécies de *Ostrea* Linnaeus, 1758 (Ostreidae). Dean & Hurd (1980) observaram que o assentamento e crescimento do hidróide *Tubularia crocea* (Agassiz, 1862) (Tubulariidae) foram inibidos por *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758 (Mytilidae), mas não sofreram influência de *Balanus improvisus* Darwin, 1854 (Balanidae).

No estudo de Greene *et al.* (1983), animais solitários também aumentaram gradualmente em abundância ao longo do tempo, enquanto que muitas espécies coloniais diminuíram. Uma das causas pode ser a predação seletiva sobre animais coloniais, ou então, o crescimento vertical dos animais solitários altera o fluxo e a disponibilidade de alimento ao seu redor, tornando-os competidores mais eficientes (Greene *et al.*, 1983). Em sistemas onde os distúrbios são comuns, abrindo novos espaços, a sucessão é guiada principalmente por inibição (Greene *et al.*, 1983). Nas placas utilizadas na Baía de Paranaguá, os distúrbios pareciam freqüentes, pois espaços limpos foram observados nas placas submersas, por diversas vezes. No modelo de sucessão tipo inibição a composição inicial da comunidade é substituída por espécies de vida mais longa e com tendência a autosubstituição (Connell & Slatyer, 1977), capazes de formarem assembléias densas. No nosso estudo, cracas, mexilhões e hidrozoários predominaram nos últimos meses de experimento. Esses organismos apresentam um comportamento

gregário, ocupando amplamente o substrato. Portanto, a comunidade tende a ser dominada pelas espécies que forem capazes de permanecerem no substrato por mais tempo, sejam elas coloniais ou solitárias (Greene *et al.*, 1983).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHIA, J.; SILVA, J. S. V.; JUNQUEIRA, A. O. R. 2008a. *Erythropodium caribaeorum* (Cnidaria, Octocorallia), uma possível introdução na Baía de Sepetiba, RJ. XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia.
- BAHIA, J.; SILVA, J. S. V.; JUNQUEIRA, A. O. R. 2008b. *Erythropodium caribaeorum*: distribuição e abundância de um octocoral introduzido na Baía de Sepetiba. XXX Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica Artística e Cultural da UFRJ.
- BAVESTRELLO, G. 1985. Idroidi simbionti di paguri e gasteropodi nella Riviera Ligure di Levante. *Oebalia*. 11: 349-362.
- BAVESTRELLO, G.; PUCE, S.; CERRANO, C.; ZOCCHI, E. & BOERO, N. 2006. The problem of seasonality of benthic hydroids in temperate waters. *Chemistry and Ecology*. 22(1): 197-205.
- BENAYAHU, Y. & LOYA, Y. 1986. Sexual reproduction of a soft coral: synchronous and brief annual spawning of *Sarcophyton glaucum* (Quoy and Gaimard, 1933). *Biological Bulletin*. 170: 32-42.
- BENAYAHU, Y. & LOYA, Y. 1987. Long-term recruitment of soft corals (Octocorallia: Alcyonacea) on artificial substrata at Eilat (Red Sea). *Marine Ecology Progress Series*. 38: 161-167.
- BENEDETTI-CECCHI, L. 2000. Predicting direct and indirect interaction during succession in a mid-littoral rocky shore assemblage. *Ecological Monographs*. 70(1): 45-72.
- BOERO, F. & FRESI, E. 1986. Zonation and evolution of a rocky bottom hydroid community. *P. S. Z. N. I. Marine Ecology*. 7(2): 123-150.
- BRAM, J. B.; PAGE, H. M. & DUGAN, J. E. 2005. Spatial and temporal variability in early successional patterns of an invertebrate assemblage at an offshore oil platform. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 317: 223-237.

- BRAULT, S. & BOURGET, E. 1985. Structural changes in an estuarine subtidal epibenthic community: biotic and physical causes. *Marine Ecology Progress Series*. 21: 63-73.
- BREITBURG, D. L. 1985. Development of a subtidal epibenthic community: factors affecting species composition and the mechanisms of succession. *Oecologia (Berlin)*. 65: 173-184.
- BREVES-RAMOS, A.; LAVRADO, H. P.; JUNQUEIRA, A. O. R. & SILVA, S. H. G. 2005. Succession in Rocky Intertidal Benthic Communities in Areas with Different Pollution Levels at Guanabara Bay (RJ-Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 48(6): 951-965.
- BROS, W. E. 1987. Effects of removing or adding structure (barnacle shells) on recruitment to a fouling community in Tampa Bay, Florida. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 105: 275-296.
- BROWN, J. H. & KODRIC-BROWN, A. 1977. Turnover rates in insular biogeography: effect of immigration and extinction. *Ecology*. 58: 445-449.
- BROWN, K. M. & SWEARINGEN, D. C. 1998. Effects of seasonality, length of immersion, locality and predation on an intertidal fouling assemblage in the Northern Gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 225: 107-121.
- BULLERI, F. & CHAPMAN, M. G. 2004. Intertidal assemblages on artificial and natural habitats in marinas on the north-west coast of Italy. *Marine Biology*. 145: 381-391.
- BULLERI, F. 2005. The introduction of artificial structures on marine soft- and hard-bottoms: ecological implications of epibiota. *Environmental Conservation*. 32(2): 101-102.
- CALDER, DR. 1990. Seasonal cycles of activity and inactivity to some hydroids from Virginia and South Carolina, U.S.A. *Canadian Journal of Zoology*. 68: 442-450.

- CERRANO, C.; AMORETTI, D. & BAVESTRELLO, G. 1997. The polyp and medusa of *Zanclaea costata* Gegenbauer (Cnidaria, Hydrozoa). Italian Journal of Zoology. 64: 177-180.
- CERRANO, C.; BAVESTRELLO, G.; PUCE, S. & SARA, 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(4): 1101-1111.
- CERRANO, C.; PUCE, S.; CHIANTORE, M.; BAVASTRELLO, G. & CATTANEO-VIETTI, R. 2001. The influence of the epizoic hidroid *Hydractinia angusta* on the recruitment of the Antarctic scallop *Adamussium colbecki*. Polar Biol. 24: 577-581.
- CHERNOFF, H. 1987. Factors affecting mortality of the scallop *Chlamys asperima* (Lamarck) and its epizooic sponges in South Australian waters. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 109(2): 155-171.
- CIFUENTES, M; KAMLAH, C.; THIEL, M.; LENZ, M. & WAHL, M. 2007. Effects of temporal variability of disturbance on the succession in marine fouling communities in northern-central Chile. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 352: 280-294.
- COMA R.; RIBES, M.; GILI, J. M. & ZABALA, M. 2000. Seasonality in coastal benthic ecosystems. Trends in ecology and evolution. 15(11): 448-453.
- CONNELL, J. H. & SLATYER, R. O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. American Naturalist. 111: 1119-1144.
- CORREIA, M. D. & SILVA, J. L. 1990. Caracterização das comunidades incrustantes e a fauna associada em painéis experimentais na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira (São Paulo/ SP). 3: 89-110.

- CRISP, D. J. 1974 Factors influencing the settlement of marine invertebrate larvae. Chemoreception in marine organism. 177-265.
- CURRIE, D. R. & PARRY, G. D. 1999. Changes to Benthic Communities Over 20 years in Port Phillip Bay, Victoria, Australia. *Marine Pollution Bulletin*. 38(1): 36-43.
- DEAN, T. A. & HURD, L. E. 1980. Development in an Estuarine Fouling Community: The Influence of Early Colonists on Later Arrivals. *Oecologia*. 46(3): 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*. 1-11.
- FABRICIUS, K. E. 1995. Slow population turnover in the soft coral genera *Sinularia* and *Sarcophyton* on mid- and outer-shelf reefs of the Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series*. 126: 145-152.
- FARRELL, T. M. 1991. Models and mechanisms of succession: an example from a rocky intertidal community. *Ecological Monographs*. 61: 95-113.
- GENZANO, G. N. 2002. Associations between pycnogonids and hydroids from de Buenos Aires littoral zone, with observations on the semi-parasitic lyfe cycle of *Tanystylum orbiculare* (Ammonotheiidae). *Scientia Marina*. 66(1): 83-92.
- GILI, J. M.; MURILLO, J. & ROS, J. D. 1989. The distribution pattern of benthic cnidarians in the Western Mediterranean. *Scientia Marina*. 53(1): 19-35.
- GILI, J. M. & HUGHES, R. G. 1995. The ecology of marine benthic hydroids. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*. 33: 351-426.
- GRAY, J. S. & CHRISTIE, H. 1983; Predicting long-term changes in marine benthic communities. *Marine Ecology Progress Series*. 13: 87-94.
- GREENE. C. H.; SCHOENER, A. & CORETS, E. 1983. Succession on marine hard substrata: the adaptive significance of solitary and colonial strategies in temperate fouling communities. *Marine Ecology Progress Series*. 13: 121-129.

- GRIFFITH, J. K. 1994. Predation on soft corals (Octocorallia: Alcyonacea) on the Great Barrier Reef, Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 45(7): 1281-1284.
- GRIGG, R. W. 1977. Population dynamics of two gorgonian corals. *Ecology*. 58: 278-290.
- HIRATA, T. 1987. Succession of sessile organisms on experimental plates immersed in Nabeta Bay, Izu Peninsula, Japan. II. Succession of invertebrates. *Marine Ecology Progress Series*. 38: 25-35.
- HUGHES, R. G. 1983. The life-history of *Tubularia indivisa* (Hydrozoa: Tubulariidae) with observation on the status of *T. ceratogyne*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 63: 467- 479.
- KHALAMAN, V. V. 2001. Sucession of Fouling communities on an artificial substrate of a mussel culture in the White Sea. *Russian Journal of Marine Biology*. 27(6): 345-352.
- KROHLING, W. & ZALMON, I. R.. 2008. Epibenthic Colonization on an Artificial Reef in a Stressed Environment of the North Coast off the Rio de Janeiro State, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Tecnology*. 51(1): 213-221.
- KUBOTA, S. 1983. Study on life history and systematic of the Japanese commensal hydroids living in bivalves, with some reference to their evolution. *J. Fac. Sci. Hokkaido University*. 23: 296-402.
- MAYER-PINTO, M. & JUNQUEIRA, A. O. R. 2003 Effects of organic pollution on the initial development of fouling communities in a tropical bay, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*. 46: 1495-1503.
- MENGE, B. A. 1976. Organization of New England rocky intertidal community: Role of predation, competition and environmental heterogeneity. *Ecological Monographs*. 46(4): 355-393.

- MENGE, B. A & SUTHERLAND, J. P. 1976. Species diversity gradients: Synthesis of the roles of predation, competition and temporal heterogeneity. *The American Naturalist*. 110(973): 351-369.
- 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(2): 287-298.
- NASSAR, C. A. G. & SILVA, S. H. G. 1999. Comunidade incrustante em quarto profundidades na Ilha da Guaíba – Rio de Janeiro, Brasil. In SILVA, S. H. G. & LAVRADO, H. P. (eds). *Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro. Série Oecologia Brasiliensis. Volume IV. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro.*
- 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(5): 319-330.
- 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.
- OMENA, E. P. 1994. Efeito da predação no desenvolvimento inicial da comunidade epibêntica marinha da Urca, Baía da Guanabara, RJ. Dissertação de mestrado em ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- OSMAN, R. W. & WITHLATCH, R. B. 1995. The influence of resident adults on recruitment: a comparison to settlement. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 190: 169-198.
- OSMAN, R. W. & WHITLATCH, R. B. 1998. Local control of recruitment in an epifaunal community and the consequences to colonization processes. *Hydrobiologia*. 375/376: 113-123.

- PITCHER, C. R. & BUTLER, A. J. 1987. Predation by asteroids, escape response, and morphometrics of scallops with epizoic sponges. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 112(3): 233-249.
- PLATT, W.J. & CONNELL, J.H. 2003. Natural disturbances and directional replacement of species. *Ecological Monographs*. 73: 507-522.
- 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(4): 309-325.
- SCHEER, B. T. 1945. The development of marine fouling communities. *The Biological Bulletin*. 89: 103-121.
- SCHIMIDT, G. H. 1983. The hydroid *Tubularia larynx* causing 'bloom' of the ascidians *Ciona intestinalis* and *Asciidiella aspersa* *Marine Ecology Progress Series*. 12: 103-105.
- SEBENS, K. P. 1984. Water flow and coral colony size: Interhabitat comparisons of the octocoral *Alcyonium siderium*. *Ecology*. 81: 5473-5477.
- STAPLES, D. A. 1997. Sea spiders or pycnogonids (Phylum Arthropoda). *In*: SHEPARD, S.A. & DAVIES, M. (eds). *Marine invertebrates of Southern Australian, Part III*. South Australian Research and Development Institute. 1041-1072.
- STAPLES, D. A. & WATSON, J. E. 1987. Associations between pycnogonids and hydroids. *In*: BOUILLON, J.; BOERO, F.; CICOGNA, F. & CORNELIUS, P. F. S. (eds.) *Modern Trends in the Systematics, Ecology and Evolution of Hydroids and Hydromedusae*. Oxford University Press. 215-226.
- SUTHERLAND, J.P. 1974. Multiple stable points in natural communities. *American Naturalist*. 108(964): 859-873.
- SUTHERLAND, J. P. & KARLSON, R. H. 1977. Development and stability of the fouling community at Beaufort, North Carolina. *Ecological Monographs*. 47: 425-446.

- TRONOLONE, V. B. 2001. Hidromedusas (Cnidaria, Hydrozoa) do Canal de São Sebastião. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- UNDERWOOD, A. J. & ANDERSON, M. J. 1994. Seasonal and temporal aspects of recruitment and succession in an intertidal estuarine fouling assemblage. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 74(3): 707-725.
- XAVIER, E. A.; DA GAMA, B. A. P.; PORTO, T. F.; ANTUNES, B. L.; PEREIRA, R. C. 2008. Effects of disturbance area on fouling communities from a tropical environment: Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 56: 73-84.
- YUND, P. O.; CUNNINGHAM, C. W. AND BUSS, L. W. 1987. Recruitment and Postrecruitment Interactions in a Colonial Hydroid. *Ecology*. 68(4): 971-982.
- ZALMON, I. R.; GAMA, B. A. P. & LETA, A. 1993. Fouling community organization at Guanabara Bay, Brazil: A directional process or a variable temporal progression? *Oecologia*. 19: 217-222.
- ZALMON, I. R. & GOMES, F. A. C. 2003. Comunidade incrustante em diferentes materiais de um recife artificial no litoral norte do estado do rio de Janeiro. *Biotemas*. 16(1): 57-80.

CONCLUSÕES GERAIS

Os hidróides foram pioneiros nas placas experimentais de recrutamento, apresentando a maior riqueza e a maior abundância no primeiro mês de submersão dos substratos, durante todo o período de estudo. Nas placas acumulativas, foi registrada uma grande quantidade de campanularídeos mortos no primeiro mês. Esses organismos mostraram-se tipicamente oportunistas, favorecendo-se do substrato disponível e desenvolveram uma estratégia de guerrilha, com um rápido crescimento da hidrorriza e hidrocaule pouco ramificado. As espécies pioneiras afetaram o recrutamento de outras espécies, principalmente pela diminuição de espaço disponível. Na comunidade já estabelecida, os hidróides também apresentaram a maior riqueza entre os cnidários.

A sazonalidade no ciclo biológico dos organismos mostrou-se determinante no recrutamento das espécies, enquanto que a disponibilidade de espaço agiu como um fator secundário.

A maioria dos cnidários apresentaram ciclos sazonais de ocorrência ou abundância. *O. dichotoma*, *C. gracilis*, *O. bidentata* e Alcyoniidae, embora tenham recrutado continuamente, apresentaram períodos de maior intensidade, *Clytia linearis*, *E. carneum* e *G. franciscana* recrutaram exclusivamente em alguns meses do ano, enquanto que *Hydractinia minuta* exibiu recrutamento irregular.

Foram observados três padrões de recrutamento dos cnidários em relação ao tempo de um e dois meses de submersão das placas: 1) declínio na porcentagem de cobertura no segundo mês (*O. bidentata* e *Clytia gracilis*), causado por mortalidade; 2) aumento (*E. carneum*, *H. minuta*, Alcyoniidae e *A. pallida*), indicando sobrevivência aliada a crescimento das colônias e/ou recrutamento de novos indivíduos; 3) persistência (*O. dichotoma* e *G. franciscana*), provavelmente porque houve mortalidade dos organismos

que recrutaram no primeiro mês, mas a espécie continuou recrutando, ou então, os organismos se mantiveram vivos ao longo dos dois meses e houve recrutamento somente no primeiro mês.

Apesar de apresentarem taxas de recrutamento geralmente baixas, *Hydractinia minuta* e Alcyoniidae cobriram quase completamente as placas acumulativas nos meses iniciais da sucessão. Sua dominância pode ser atribuída à capacidade de crescimento, resistência à predação e inibição ao recrutamento de outras espécies, pois aumentaram em cobertura com o tempo de submersão e mostraram-se muito resistentes.

Entre os campanularídeos, que predominaram ao longo de todo o período de estudo, as espécies alternaram períodos de maior abundância. Essa sazonalidade diferenciada parece permitir que as espécies ocupem o mesmo substrato sucessivamente, evitando, assim, competição por espaço ou por escassez de alimento.

As mudanças temporais na estrutura da comunidade foram reflexo da ocorrência e da abundância diferenciadas dos cnidários ao longo do ano e do tempo de submersão do substrato, pois o recrutamento e crescimento das espécies dependem tanto da disponibilidade de larvas, quanto da composição da assembléia já estabelecida.

Possivelmente, os maiores valores de diversidade e riqueza de cnidários, registrados no verão e outono, são um reflexo de associações interespecíficas e da maior disponibilidade de larvas e alimentos.

A comunidade continuou a mudar, mesmo após 14 meses de submersão das placas acumulativas e, no último mês do estudo (abril/08) foram registrados os maiores valores de diversidade e riqueza do período experimental. Estes resultados nos levam à conclusão de que a comunidade apresenta mudanças contínuas, devido a grande variabilidade temporal na composição e abundância das espécies.

O octocoral Alcyoniidae e o hidrozoário *Hydractinia minuta* possivelmente foram introduzidos na região, pois não haviam sido encontrados em estudos anteriores. Alcyoniidae sp. e a forma bentônica de *Hydractinia minuta* são ocorrências novas para toda a costa brasileira. Além de se tratar de um local com alto fluxo de embarcações, as estruturas artificiais podem atrair espécies exóticas, promovendo sua dispersão e servindo de estoque para as populações desses organismos.