

RECRUTAMENTO DE ASCÍDIAS E COMPETIÇÃO INTRA E INTERESPECÍFICA NO CULTIVO DE MEXILHÕES *Perna perna* (Linné, 1758) (MOLLUSCA, BIVALVIA) NO MUNICÍPIO DE PENHA – SC.

Autor: Rafael Metri

Orientadora: Prof^a Rosana Moreira da Rocha, Laboratório de Biologia e Sistemática de Ascidiacea e Ecologia de Invertebrados Marinhos Bentônicos, da UFPR.

Colaborador: M.Sc Adriano W. C. Marenzi, Universidade do Vale do Itajaí.

-Curitiba-

1999

Aos meus pais, Michel
e Isabel.

AGRADECIMENTOS

Ao M.Sc. Adriano W. C. Marenzi, pelo interesse, colaboração e infraestrutura nas fases de campo, bem como aos funcionários da UNIVALI – Campus V (Ciências do Mar).

À Dr.^a Maria Angélica Haddad e a Dr.^a Setuko Masunari pela avaliação desta dissertação e valiosas sugestões.

Ao Dr. James J. Roper, pelo auxílio na parte estatística e grandes idéias.

À Rosane Cavet Martins, secretária da coordenação do curso de Ciências Biológicas, que sempre esteve disposta a ajudar e esclarecer quaisquer dúvidas.

À M.Sc. Tatiane Regina, companheira de laboratório, por toda ajuda e apoio pessoal.

À Sandra Iara Pereira, pelas valiosas sugestões.

Especialmente:

À Dr.^a Rosana Moreira da Rocha, pela orientação, apoio e estímulos constantes durante este trabalho.

E à Karin K. Pereira pela amizade, paciência, disposição e por me aturar durante tanto tempo.

Enfim, à todos os meus amigos, que de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| Introdução | 05 |
| Objetivos | 08 |
| Material e Métodos | 08 |
| Recrutamento de ascídias | 08 |
| Competição Intra e Interspecífica | 12 |
| Resultados | 14 |
| Recrutamento de ascídias | 14 |
| Competição Intra e Interspecífica | 17 |
| Discussão | 19 |
| Referências Bibliográficas | 25 |
| Anexo I | 27 |
| Anexo II | 29 |

INTRODUÇÃO

Em muitos ecossistemas marinhos, o espaço disponível é um fator limitante e animais e plantas são muitas vezes usados como substratos por outros organismos – biofouling. Os moluscos bivalves, principalmente os mexilhões, são freqüentemente cobertos por epizoários por serem sésseis e apresentarem uma grande área de substrato duro para a adesão.

No sul do Brasil, o mexilhão *Perna perna* é uma das espécies mais abundantes e é comumente colonizado por animais e plantas no ambiente bentônico. Numa situação de cultivo, a grande concentração destes moluscos cria muitos microhabitats e oferece grande espaço disponível para fixação de comunidades incrustantes.

Nos locais de alta produtividade, onde o crescimento dos mexilhões é maior, o fouling pode ser uma grande barreira para o desenvolvimento do cultivo. Assim, o estudo dessas comunidades é de grande importância econômica, uma vez que os efeitos deletérios das incrustações biológicas sobre mexilhões em cultivo podem ser muito maiores do que os custos das medidas de controle (Freitas, 1997). Apesar disto, existem ainda poucos conhecimentos sobre o desenvolvimento destas comunidades incrustantes sobre o mexilhão *P. perna*.

Até um certo nível de infestação, os organismos do fouling produzem um efeito benéfico no crescimento e desenvolvimento de bivalves em cultivo. As formas incrustantes provavelmente excitam a margem da concha, estimulando seu crescimento (Tanita, 1961 *apud* Arakawa, 1990). Neste caso, sugere-se deixar o fouling na estação de crescimento e, imediatamente antes da estação de engorda, exterminá-lo. O fouling pode também proteger os bivalves de predadores (Witman & Suchanek, 1984).

Em alguns locais, porém, as comunidades de organismos incrustantes podem se tornar um problema para o cultivo de mexilhões, dependendo do tipo e da quantidade de organismos aderidos sobre esses bivalves, que podem causar danos diretos e indiretos por disputarem espaço físico e alimentos (Arakawa, 1990). Essas comunidades podem causar mortalidade, principalmente em jovens mexilhões (sementes) e reduzir a razão de crescimento, por asfixia (má circulação de água, fechamento ou total recobrimento das valvas) (Witman & Suchanek, 1984) e competição direta por alimento (Lesser *et al.* 1992); podem causar problemas de flutuação nas estruturas de cultivo suspenso (Waterstrat *et al.* 1980), ou deslocamento do substrato pelo aumento de peso nas cordas. O aumento de peso, pela fixação de epizoários, pode também causar a diminuição dos tecidos do corpo do “hospedeiro”, pois, mais pesado, o mexilhão precisa produzir mais

bisso, reduzindo a sua capacidade reprodutiva (Witman & Suchanek, 1984). Outro efeito prejudicial dos organismos do fouling é a diminuição da captação de sementes no cultivo, pela competição por espaço (Arakawa, 1990; Waterstrat et al. 1980 *apud* Freitas, 1997).

Em cultivos flutuantes como balsas e “long lines”, entre outros, os danos causados por tunicados e cracas são mais visíveis (Arakawa, 1990), afetando a capacidade de flutuação do sistema ou desalojando os mexilhões devido ao aumento de peso.

Para eliminar os competidores dos mexilhões, diminuindo as incrustações biológicas, é comumente utilizado o método de castigo, que pode ser físico – calor, exposição ao ar, exposição à água doce, quente ou hipersalina, e remoção mecânica das incrustações; químico – inseticidas, herbicidas, sulfatos, ferro e outros; e biológico – inimigos naturais do fouling. O método de castigo pode eliminar ou minimizar os efeitos do fouling sem prejudicar o crescimento e a sobrevivência dos mexilhões, pois estes já estão fixados e desenvolvidos, enquanto as formas larvais e juvenis das espécies incrustantes podem ser eliminadas, juntamente com as espécies pouco resistentes.

Segundo Freitas (1997), existem poucas informações sobre o castigo em cultivo de *P. perna* que possibilitem fixar uma metodologia. Portanto, a duração e a frequência do castigo devem ser determinadas para cada região e método de cultivo em particular, sendo este um dos objetivos deste trabalho.

Em muitos casos as ascídias são os principais organismos incrustantes em cultivos de bivalves, pois colonizam e crescem rapidamente. As ascídias são animais exclusivamente marinhos, bentônicos e sésseis, que aderem aos substratos duros (com poucas exceções). Podem ocorrer formas solitárias (ascídias simples) ou coloniais (compostas). São essencialmente filtradores, alimentando-se de partículas presentes na água que passa pelas perfurações na faringe. O fluxo de água é gerado por batimento ciliar podendo chegar a 173 l/24h (Barnes, 1990). A eficiência de filtração é particularmente alta nas ascídias, variando entre 65 e 90% (Fiala-Medioni, 1978) sendo, muitas vezes o maior filtrador entre os organismos bentônicos (Petersen, 1997).

Em condições em que o alimento pode ser um fator limitante, as ascídias podem tornar-se o competidor mais significativo. Em estudos feitos por Lesser *et al.* (1992) e Petersen (1997), a ascídia *Ciona intestinalis* apresentou a maior razão de filtração entre os organismos do fouling, sendo que três *C. intestinalis* (peso seco de 0,22g) têm a taxa de filtração equivalente à de um mexilhão *Mytillus edulis* (peso seco de 0,83g), e podem contribuir com uma soma de biomassa de 25% em uma única corda de cultivo.

Os mexilhões se alimentam de partículas em suspensão na água – principalmente fitoplâncton – e selecionam partículas de 1 à 5 μm de comprimento, apesar de filtrarem bem em qualquer classe de tamanho, podendo filtrar até 6 litros/hora. As ascídias competem com os mexilhões, pois também se alimentam principalmente de fitoplâncton, removendo partículas pequenas de 1 ou 2 μm (Barnes, 1990) ou grandes – 16 μm ou mais. Além disso, pode haver predação, pois as larvas de mexilhões podem fazer parte da dieta das ascídias (Chaparro & Winter, 1983). Várias ascídias selecionam preferencialmente partículas de 6 à 10 μm de diâmetro e 2 à 3 μm de espessura (Fiala-Medioni, 1978).

Portanto, a competição por alimento pela comunidade fouling pode ter um impacto significativo em produção comercial, no caso de uma limitação de alimentos.

Além de competir por alimento, algumas ascídias coloniais podem recobrir um mexilhão adulto inteiro, impedindo o movimento de abertura e fechamento das valvas e comprometendo a capacidade alimentar e respiratória do mexilhão (Freitas, 1997).

Para o sucesso de um cultivo de mexilhões é fundamental a obtenção das sementes em grande quantidade. Porém, o rápido crescimento e colonização das ascídias, recobrando grande proporção do espaço disponível para o recrutamento de sementes de mexilhão, impede a adesão das larvas destes, que crescem mais demoradamente, o que constitui um prejuízo adicional na captação de sementes por causa da competição por espaço.

Os prejuízos da comunidade incrustante, particularmente das ascídias, levaram a este trabalho que tem por objetivo identificar as principais espécies de ascídias que ocorrem no cultivo de mexilhões de Penha - SC; estimar as suas quantidades e verificar as épocas de ocorrência de cada uma, além de verificar a influência dos potenciais competidores no crescimento do *P. perna*, para que a partir destes dados se possa definir um método de manejo adequado no cultivo.

OBJETIVOS

- Identificar quais são as principais espécies de ascídias que ocorrem no cultivo de mexilhões em Penha, SC;
- Verificar se o recrutamento das ascídias ocorre ao longo de todo o ano;
- Examinar se existe competição entre o mexilhão *Perna perna* e sua fauna associada e se esta competição afeta o crescimento do mexilhão;
- Verificar se a densidade de mexilhões afeta o crescimento do próprio mexilhão.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na Praia Grande do Itapocorói, distrito do Município de Penha, Santa Catarina, situada nas coordenadas 26°58' S e 48°35' W.

Nesta enseada encontra-se um cultivo de mexilhões *Perna perna* em escala comercial, instalado em 1992. Os mexilhões são cultivados em sistemas flutuantes do tipo espinhel ("long line") que consiste de um cabo mestre mantido na superfície por flutuadores (bombonas). Esta estrutura é fixa ao fundo por meio de poitas, uma em cada extremidade. No cabo mestre são penduradas as cordas de mexilhões (fig. 1) (Marenzi, 1992).

Com o objetivo de estudar o efeito de competição das incrustações biológicas em geral e também particularmente das ascídias como "fouling" no *P. perna*, foram utilizadas duas metodologias distintas.

I - Recrutamento de Ascídias

Esta etapa iniciou-se em maio de 1998, quando realizou-se uma coleta piloto que consistiu na montagem de coletores de larvas distribuídos pelo cultivo para serem retirados e analisados após um mês, sendo então substituídos por outros coletores.

Estes coletores consistiram de conchas vazias de mexilhões, perfuradas no centro e dispostas ao longo de um arame amarrado ao "long line", de modo semelhante ao cultivo, mantendo-se as valvas complementares (chamadas "a" e "b"). Em cada corda

foram colocados dois grupos de aproximadamente 40 conchas, em duas diferentes profundidades (0 a 0.5m – superior e 1 a 1.5m – inferior) (fig. 2).

No mês de junho de 1998 foram coletadas 03 cordas e as conchas foram fixadas em formol. Sob lupa, foi realizada a contagem do número de colônias de ascídias – ou de indivíduos, no caso das solitárias – nas valvas “a” e “b”, e nas faces interna e externa das conchas.

Além de uma lista das espécies de ascídias que recrutaram, foram realizados os seguintes cálculos estatísticos para cada uma das cordas coletoras: teste “t” de student para comparação entre os lados interno e externo das conchas e comparação entre as conchas “a” e “b”. Os resultados obtidos nesta análise não mostraram diferenças entre os lados interno e externo, e conchas “a” e “b”, permitindo que nas coletas subseqüentes não houvesse necessidade deste tipo de discriminação. As mesmas análises foram feitas levando-se em conta apenas as 20 conchas centrais de cada grupo de conchas, sendo que foram obtidos os mesmos resultados, mostrando que esta sub-amostragem é válida para os resultados futuros.

Desta forma, as coletas passaram a ocorrer em intervalos de 1 – 1,5 mês, até completar um ano de experimento, sendo que apenas as 20 conchas centrais de cada grupo de conchas foi analisada. O número de réplicas passou a 12 cordas e estas foram dispostas em seis locais, duas a duas, de modo a abranger todo o cultivo (locais a, b, c, d, e, f) (fig. 3). Nas coletas subseqüentes, houve perda de coletores no local “a” e este foi excluído da pesquisa.

Nos meses seguintes, a enseada foi atingida por fortes ressacas que causaram a perda de várias cordas amostrais (agosto e outubro), deixando uma lacuna nos resultados finais.

Para analisar os dados, foi utilizada a soma do número de colônias de cada espécie em cada corda e em cada mês. Como esta soma do número de colônias não apresentou distribuição normal foi feita uma tentativa de transformação logarítmica da somatória, mas os valores obtidos ainda não eram normais. Deste modo foi utilizada a ferramenta “Box Cox Transformation” que calcula a melhor transformação para um grupo de dados. (Anexo I)



Figura 1) Vista geral do cultivo de *Perna perna* em Penha, SC.

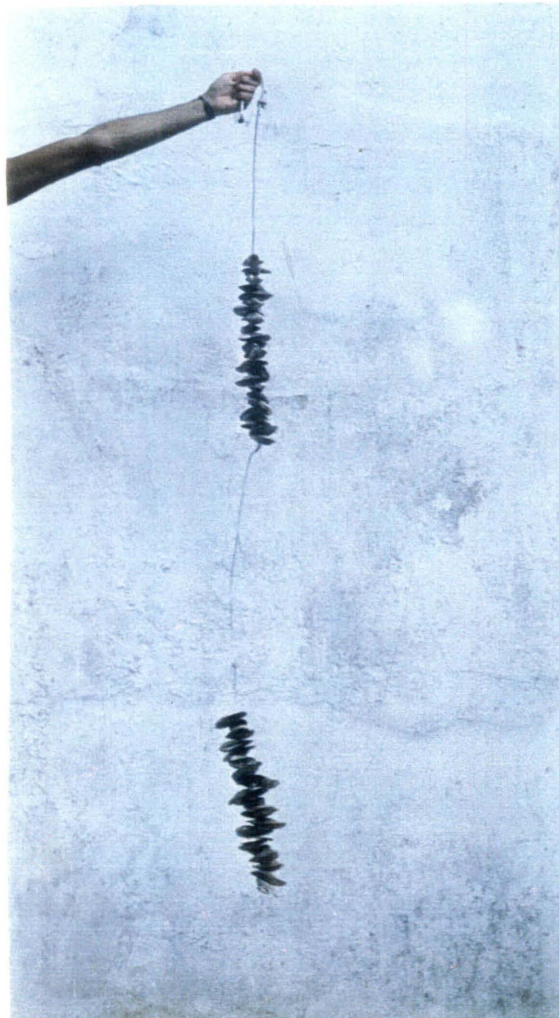


Figura 2) Coletor de larvas de ascídias, formado por um arame de sustentação e dois grupos de conchas vazias de mexilhão.

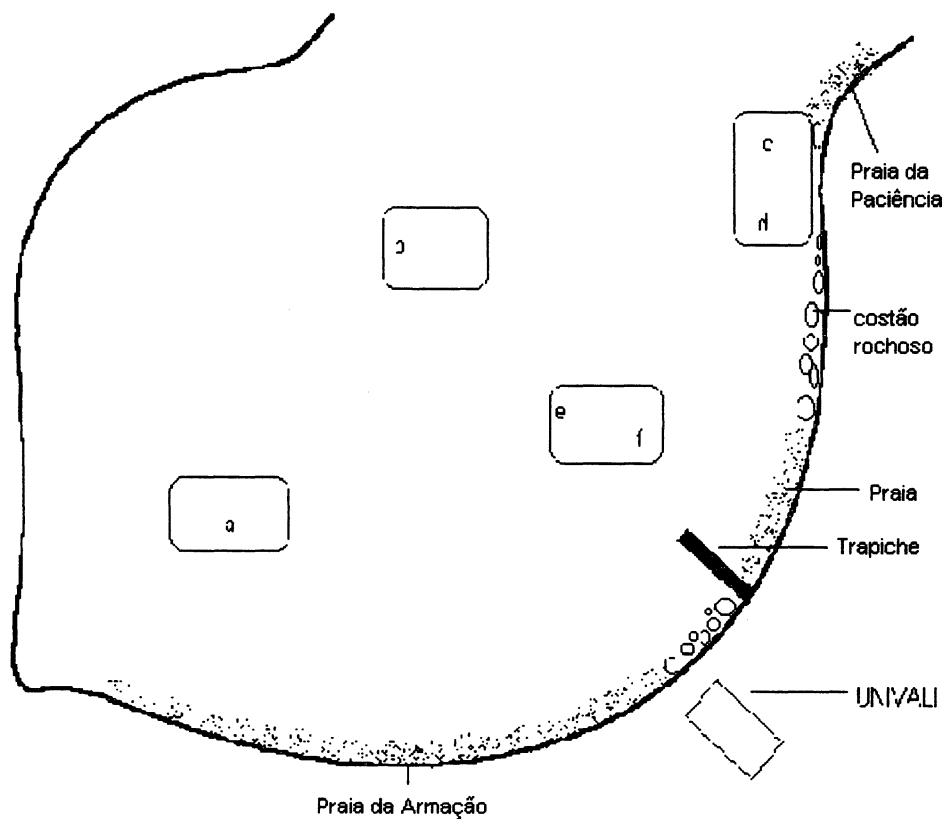


Figura 3) Esquema da Enseada do Itapocorói , destacando algumas áreas do cultivo. As letras mostram a disposição dos locais amostrais. OBS: desenho fora de escala.

Uma lista geral das espécies que ocorrem no cultivo foi elaborada, além de uma lista das espécies que recrutaram nos coletores.

Para verificar se existia diferença no recrutamento das principais espécies, em função da profundidade, foi realizado o teste “t” que compara as médias dos dois grupos de dados.

Foi feita uma ANOVA (análise de variância) para saber se havia diferenças entre os locais escolhidos para o recrutamento das espécies. Quando a ANOVA indicou diferença foi feito o teste de Tukey-Kramer, análogo ao teste “t”, que compara todos os pares de locais para identificar quais eram diferentes entre si.

Verificou-se as épocas de maior abundância das espécies nos coletores.

II – Competição Intra e Interespecífica

Foram realizados cinco diferentes tipos de tratamento com o objetivo de verificar a existência de competição entre o mexilhão e a sua fauna acompanhante – competição interespecífica – e compará-la à competição entre os mexilhões – intraespecífica, sendo que três deles consistiram de “tratamentos de castigo” e os outros dois de variação de densidade.

No mês de janeiro foram colocadas 30 cordas de mexilhões de 1,5m de comprimento que permaneceram no mar até março, quando foram retiradas 17. Três dessas cordas foram submetidas ao método de castigo por jateamento com água doce, três por exposição ao ar e as outras três passaram por um processo de limpeza mecânica das conchas, para eliminar os organismos incrustantes. Para o tratamento que envolve o aumento de densidade dos mexilhões, foram utilizadas 6 cordas que foram unidas duas a duas, e lado a lado, formando apenas três cordas com o dobro da quantidade de mexilhões. Já no tratamento de redução da densidade desmancharam-se 2 cordas que formaram quatro cordas com o mesmo comprimento das originais e, portanto, com metade da densidade. Três cordas foram mantidas na água para servir de controle.

Os métodos de castigo visam erradicar as incrustações biológicas sem, no entanto, causar danos aos mexilhões. O método de castigo por água doce consistiu no jateamento de água doce sob pressão nos mexilhões com organismos aderidos. O método de exposição ao ar se baseia no efeito da dessecação causada pelo sol e pelo vento; os mexilhões permaneceram expostos ao ar por um período de aproximadamente 4 horas. O processo de limpeza mecânica consistiu em colocar os mexilhões em uma máquina elétrica com um compartimento cilíndrico (como um tambor), e uma lixa giratória no fundo que limpou os mexilhões devido ao atrito ao mesmo tempo que se jogava água do mar para facilitar a limpeza.

Os tratamentos de variação de densidade se justificam pelo fato de que um dos principais competidores do mexilhão pode ser o próprio mexilhão. Portanto, variando a densidade espera-se obter dados que possam mostrar se a competição intraespecífica nos mexilhões é mais ou menos importante que a competição interespecífica com o restante da fauna.

As cordas referentes ao tratamento de castigo por jateamento com água doce se desprenderam, não sendo possível analisá-las.

Após os tratamentos, em maio/99 (2 meses depois), ainda durante a fase de crescimento, foram tiradas as medidas de comprimento, largura, espessura e peso de

com um paquímetro, com precisão de duas casas decimais e o peso foi estabelecido por balança eletrônica após a limpeza manual e esvaziamento do excesso de líquido (formol) no interior das valvas. As cordas amostradas foram repostas no mar.

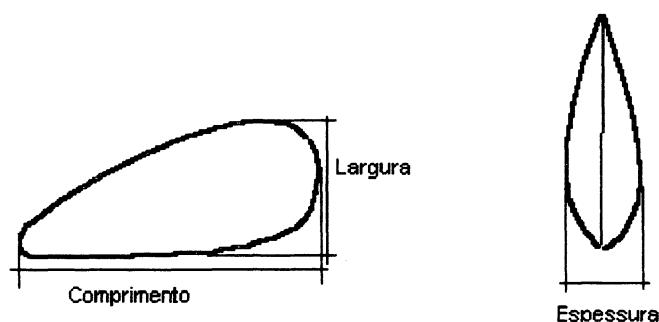


Figura 4) Esquema ilustrativo de algumas medidas tomadas dos mexilhões *Perna perna*.

Os testes estatísticos foram feitos utilizando as médias das medidas de cada dez mexilhões em cada corda de cada tratamento. Desta maneira, de acordo com a teoria de limite central, os dados ficam distribuídos normalmente e evita-se superestimar os resultados no caso de amostras muito grandes (Anexo II).

Foi feita uma análise de variância para verificar se existe diferença significativa entre os controles e os tratamentos, e entre os tratamentos em si e no caso de existir diferenças significativas, o teste de Tukey-Kramer pode identificar os tratamentos diferentes.

Em maio/99, os tratamentos foram repetidos com o objetivo de fazer as mesmas análises, porém na época de engorda dos mexilhões.

Todas as cordas permanecerão no mar até o mês de agosto/99, quando serão retiradas e aproximadamente 50 mexilhões de cada corda serão pesados e medidos.

RESULTADOS

-Recrutamento de ascídias-

Um total de 13 espécies de ascídias foram identificadas nas conchas experimentais e no restante da área do cultivo no período entre junho de 1998 e julho de 1999 (tab. 1) com auxílio de um guia de identificação (Rodrigues *et al.* 1998). Além destas espécies, um gênero (com pelo menos 3 espécies) também foi identificado. Este gênero de ascídias apresenta certa dificuldade de identificação, pois é necessária uma análise microscópica detalhada de gônadas e larvas. Não houve coleta sistematizada para fazer um inventário completo das ascídias desta área.

Os meses em que apareceram as espécies nos coletores foram também registrados (tab. 2) e percebe-se que nos meses de setembro e novembro de 1998 praticamente não houve recrutamento para qualquer espécie nos coletores, sendo que as espécies que apareceram neste período estavam representadas por apenas uma ou duas colônias. Aqui percebe-se que o universo de espécies que recrutou nos coletores foi menor que o universo observado de ascídias adultas observadas na área do cultivo.

Dentre estas espécies, apenas *Diplosoma listerianum* e *Symplegma brakenhielmi* recrutaram freqüentemente nas conchas experimentais e foram analisadas. O pico de recrutamento ocorreu em dezembro/98 para *D. listerianum*, decrescendo rapidamente nos meses seguintes apesar de sempre presente (fig. 5). *S. brakenhielmi* recrutou freqüentemente a partir dos meses mais quentes e aumentou a taxa de recrutamento de forma inversa à *D. listerianum*, atingindo o máximo em junho/99 (fig. 5).

Tabela 1) Lista geral das espécies de ascídias identificadas no cultivo *Perna perna*, em Penha, SC. Col. = ascídias coloniais; Sim. = ascídias simples.

| FAMÍLIAS | ESPECIES | |
|---------------|--|------|
| Polyclinidae | <i>Aplidium accareense</i> (Millar, 1953) | Col. |
| | <i>Polyclinum constellatum</i> Savigny, 1816 | Col. |
| Didemnidae | <i>Didemnum</i> spp. | Col. |
| | <i>Diplosoma listerianum</i> (Milne-Edwards, 1841) | Col. |
| | <i>Lissoclinum fragile</i> (Van Name, 1902) | Col. |
| | <i>Lissoclinum perforatum</i> (Giard, 1872) | Col. |
| Polycitoridae | <i>Clavelina oblonga</i> Herdman, 1880 | Col. |
| | <i>Distaplia bermudensis</i> Van Name, 1902 | Col. |
| Perophoridae | <i>Perophora viridis</i> Verril, 1871 | Col. |
| Ascididae | <i>Ascidia sydneyensis</i> Stimpson, 1855 | Sim. |
| Styelidae | <i>Botryllus niger</i> (Herdman, 1886) | Col. |
| | <i>Styela canopus</i> (Savigny, 1816) | Sim |
| | <i>Symplegma brakenhielmi</i> (Michaelsen, 1904) | Col. |
| Pyuridae | <i>Microcosmus exasperatus</i> Heller, 1878 | Sim. |

Tabela 2) Lista de espécies de ascídias que recrutaram nas conchas experimentais e os respectivos meses de ocorrência.

| Espécies | Junho/98 | setembro | Novembr | dezembro | janeiro/99 | abril | junho |
|--------------------------------|----------|----------|---------|----------|------------|-------|-------|
| <i>Aplidium accareense</i> | X | | | | | | X |
| <i>Polyclinum constellatum</i> | X | | | | | | |
| <i>Didemnum</i> spp | X | | | | | | X |
| <i>Diplosoma listerianum</i> | X | X | | X | | X | X |
| <i>Clavelina oblonga</i> | X | | | | | X | X |
| <i>Distaplia bermudensis</i> | X | | | | | | X |
| <i>Perophora viridis</i> | X | | | | | | |
| <i>Ascidia sydneyensis</i> | X | | | | | | |
| <i>Botryllus niger</i> | X | | | | X | X | X |
| <i>Symplegma brakenhielmi</i> | X | | X | X | X | X | X |

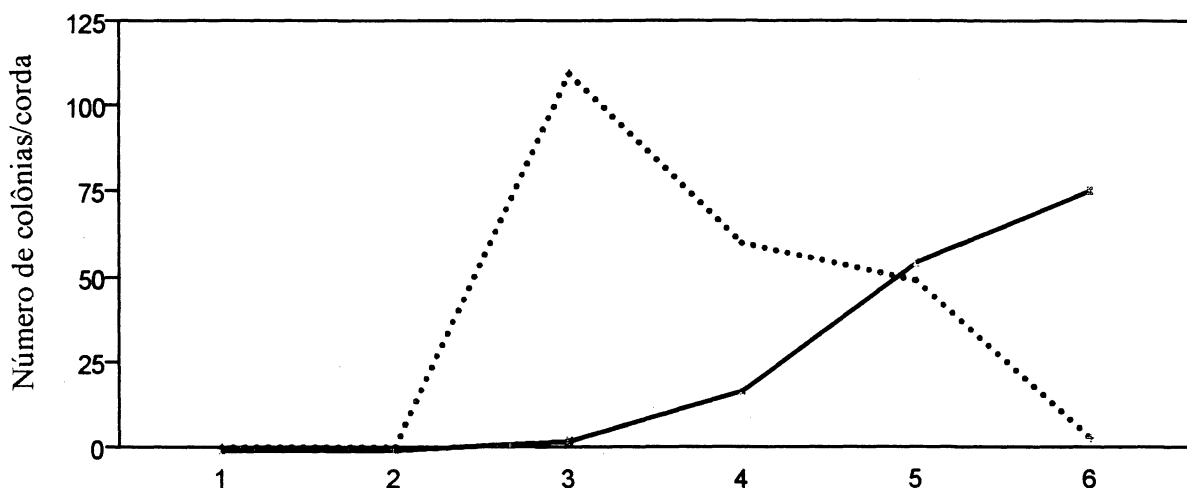


Figura 5) Número médio de colônias de ascídias por corda, recrutadas mensalmente. A linha pontilhada representa *D. listerianum* e a linha cheia *S. brakenhielmi*. Os números de 1 a 6 no eixo X representam os meses de coleta, sendo respectivamente setembro, novembro e dezembro/98, janeiro, abril e junho/99.

Através do Teste “t” verificou-se que não houve diferença significativa no recrutamento em diferentes profundidades (superior = 0 a 0,5m e inferior = 1 a 1,5m) para nenhuma das duas espécies (*D. listerianum*: $t = 0,81$, *S. brakenhielmi*: $t = 0,87$, $p > 0,05$) (Fig. 6).

O recrutamento de *D. listerianum* não apresentou diferenças significativas entre os diferentes locais amostrados (b, c, d, e, f) de acordo com a análise de variância ($F = 2,11$, $p > 0,05$), enquanto que, para *S. brakenhielmi*, a ANOVA indicou diferenças ($F = 4,42$, $p < 0,05$) (tab. 3). Através do método de Tukey-Kramer que faz a comparação entre todos os pares foi possível identificar que os locais “e” e “d” diferiram do local “b” (fig. 7).

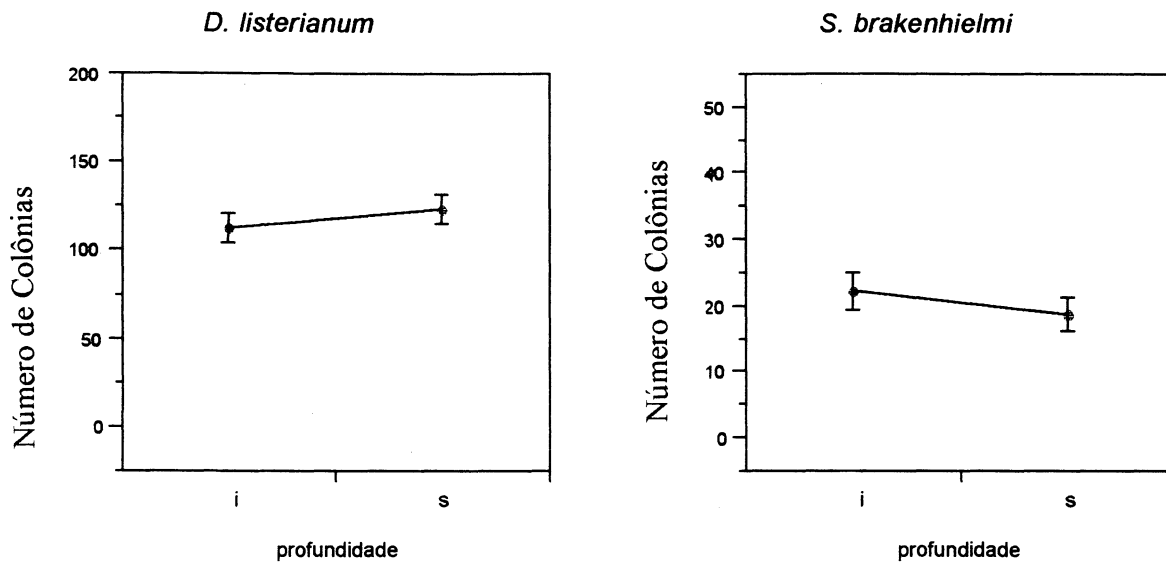


Figura 6) Comparação entre o recrutamento nas profundidades “i” (1 - 1,5m) e “s” (0 – 0,5m). As barras verticais representam o erro da média dos valores transformados (ver texto).

- Competição Intra e Interespecífica -

A ANOVA indicou diferenças entre os tratamentos quanto ao comprimento, espessura e peso (comprimento: $F = 2,59$; espessura: $F = 4,07$; peso: $F = 2,60$. Para todos $p < 0,05$) (tab. 4). Percebeu-se que o tratamento de limpeza mecânica apresentou médias maiores que os outros tratamentos mas comparando-as ao controle não é possível diferenciá-los estatisticamente. Com relação à largura das conchas a ANOVA não detectou diferença entre os tratamentos ($F = 1,77$ e $p > 0,05$).

Tabela 3) Análise de variância comparando os locais amostrais, em relação ao recrutamento das duas espécies. GL = Graus de Liberdade, p = Probabilidade.

| Espécies | | GL | Soma de Quadrados | Média de Quadrados | |
|------------------------|------------|----|-------------------|--------------------|----------------------|
| <i>D. listerianum</i> | Modelo | 4 | 19957,20 | 4989,30 | F = 2,10 p > 0,05 |
| | Erro | 59 | 139686,22 | 2367,56 | |
| | Erro Total | 63 | 159643,42 | 2534,02 | |
| <i>S. brakenhielmi</i> | Modelo | 4 | 3707,89 | 926,97 | F = 4,42 p < 0,05 |
| | Erro | 59 | 12363,62 | 209,55 | |
| | Erro Total | 63 | 16071,51 | 255,10 | |

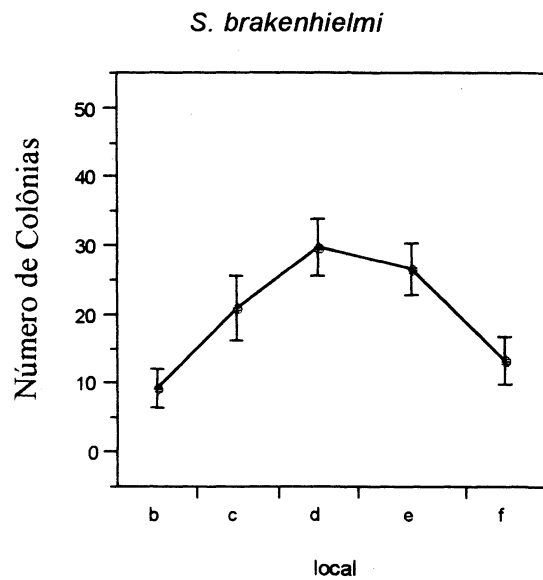
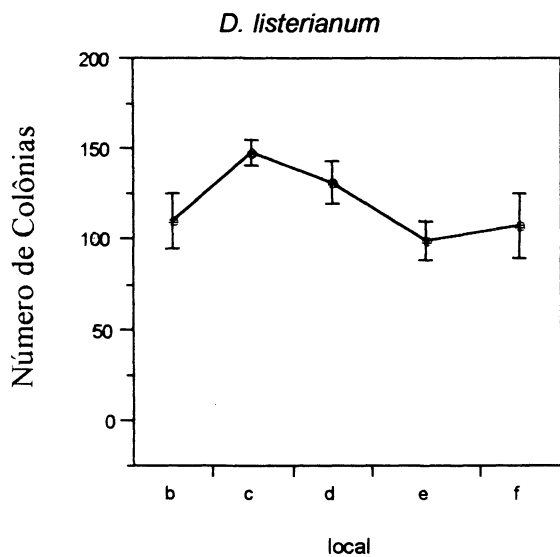


Figura 7) Comparação entre o recrutamento nos diferentes locais de coleta, para as duas espécies. As barras verticais representam o erro da média dos valores transformados (ver texto).

Tabela 4) ANOVA comparando as medidas dos mexilhões *Perna perna*, 2 meses após os tratamentos (ver texto). GL = graus de liberdade, p = probabilidade.

| | | GL | Soma de Quadrados | Média de quadrados | |
|-------------|------------|----|-------------------|--------------------|----------|
| Comprimento | Modelo | 4 | 0,66 | 0,16 | |
| | Erro | 70 | 4,44 | 0,06 | F = 2,59 |
| | Erro Total | 74 | 5,10 | 0,69 | p < 0,05 |
| Largura | Modelo | 4 | 0,06 | 0,01 | |
| | Erro | 70 | 0,61 | 0,01 | F = 1,77 |
| | Erro Total | 74 | 0,67 | 0,01 | p > 0,05 |
| Espessura | Modelo | 4 | 0,16 | 0,04 | |
| | Erro | 70 | 0,70 | 0,01 | F = 4,07 |
| | Erro Total | 74 | 0,87 | 0,01 | p < 0,05 |
| Peso | Modelo | 4 | 35,83 | 8,95 | |
| | Erro | 70 | 241,43 | 3,44 | F = 2,60 |
| | Erro Total | 74 | 277,27 | 3,74 | p < 0,05 |

DISCUSSÃO

Em junho/98, durante a triagem da coleta piloto, várias espécies de ascídias foram identificadas recrutando nas conchas, porém foi nítida a dominância das espécies *Diplosoma listerianum* e *Symplegma brakenhielmi*, seguida de *Botryllus niger*. Nos meses seguintes, de setembro e novembro, praticamente nenhuma espécie ocorreu nos coletores experimentais, voltando a aparecer nos meses subsequentes. Este padrão de ocorrência temporal se justifica pelo fato de que, no ano de 1998, a área foi afetada pelo fenômeno “el niño”, que causou um “deslocamento” do inverno para os meses de

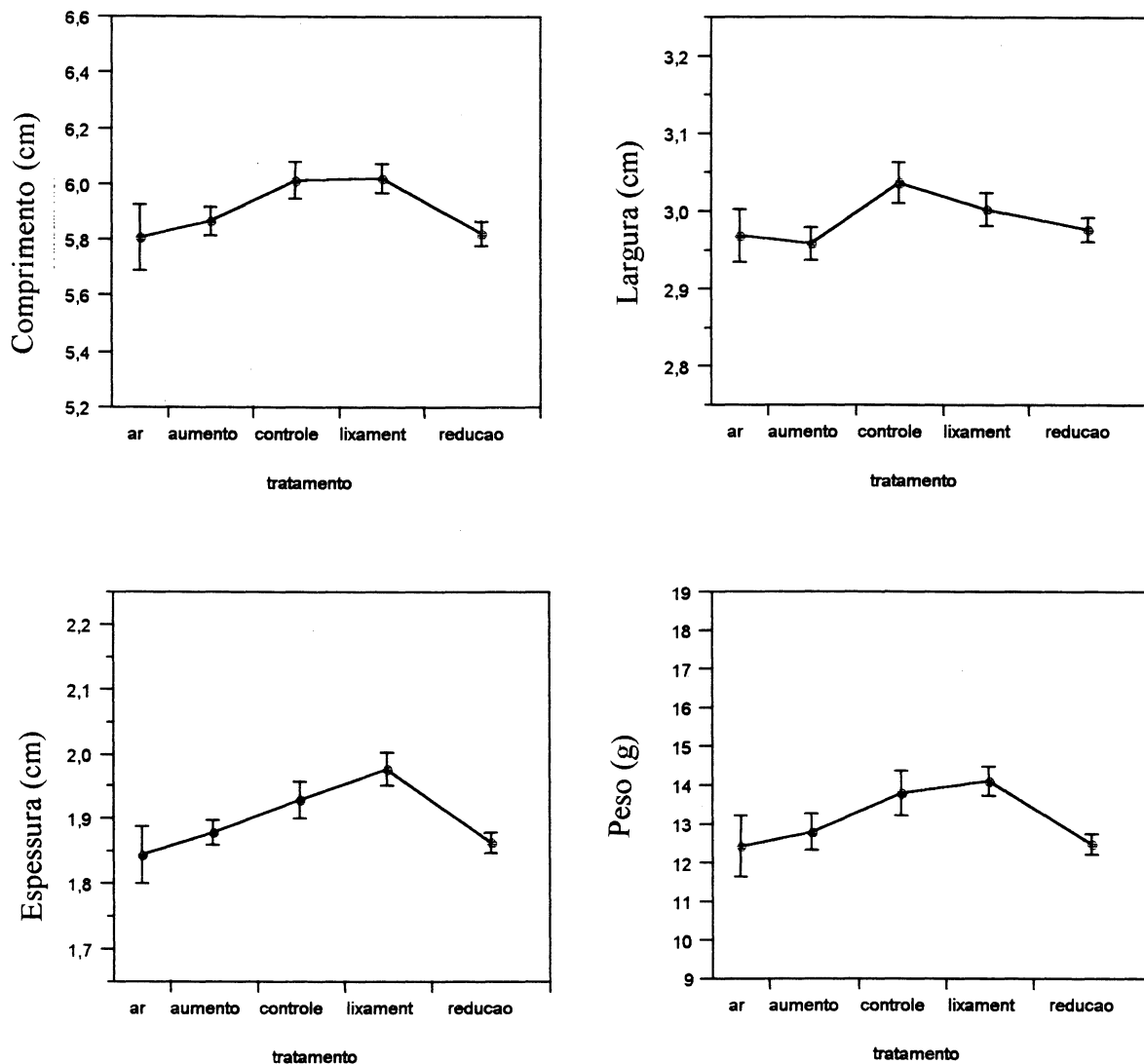


Figura 8). Comparação entre controle e tratamentos de castigo (exposição ao ar e lixamento) e alteração de densidade (redução e aumento) de algumas medidas de mexilhões *Perna perna* em cultivo. As barras verticais representam o erro da média de 10 réplicas em cada tratamento (ver texto).

agosto, setembro e outubro, período em que os coletores permaneceram na água. Já era de se esperar tal redução no recrutamento durante os meses mais frios, tendo em vista que a temperatura é geralmente reconhecida como o principal fator que regula a reprodução sexuada em invertebrados marinhos (Millar, 1971). Rocha (1988) observou que a temperatura da água estava positivamente correlacionada com a taxa de recrutamento de algumas ascídias, entre elas, *D. listerianum* e *S. brakenhielmi*. Porém não se pode afirmar que a temperatura seja a única causa do recrutamento, podendo este estar mais relacionado com outros fatores, tais como, diminuição do alimento (fitoplâncton), ou correntes mais potentes que ocorrem no inverno.

Em dezembro a temperatura voltou a subir e imediatamente *D. listerianum* ocorreu em grande frequência, seguida por *S. brakenhielmi*, em menor quantidade, mostrando que estas espécies podem ser consideradas como pioneiras ou iniciais na sucessão da comunidade estudada caracterizando-se por serem extremamente oportunistas. Rocha (1988), chegou às mesmas conclusões, verificando que as mesmas espécies estudadas neste trabalho dominaram os espaços de recrutamento nos primeiros meses do seu experimento, com substrato artificial. Ricklefs (1996), caracteriza as espécies pioneiras como tendo uma alta capacidade de dispersão e crescimento rápido, para colonizar habitats recentemente criados ou perturbados.

Nos meses seguintes, a taxa de recrutamento diminuiu para *D. listerianum*, enquanto aumentou o número de *S. brakenhielmi*, que atingiu o pico máximo em abril/99. Houve uma correlação negativa na taxa de recrutamento para estas duas espécies visto que tratam-se de duas espécies oportunistas e que provavelmente estão competindo por espaço, já que este é um dos principais recursos necessários ao seu desenvolvimento.

Outras espécies como *Botryllus niger* e do gênero *Didemnum* também ocorreram com certa frequência e do mesmo modo podem ser consideradas oportunistas, pois quando apareceram, esta ocorrência foi súbita e em grande número, raramente, porém, superando *D. listerianum* e *S. brakenhielmi*.

Para *D. listerianum*, o recrutamento ocorreu de forma mais ou menos uniforme na área do cultivo, visto que não se encontrou diferença significativa entre os locais de coleta. Por outro lado, *S. brakenhielmi* recrutou preferencialmente nos locais “d” e “e”, aparecendo pouco no local “b”. Porém este resultado não reflete nenhum padrão que possa ser atribuído à distância entre os locais ou à distância da costa, da entrada da baía ou do centro do cultivo. Da mesma maneira outras espécies aparecem preferencialmente em um ou alguns locais, mas sem padrão definido. Isto sugere que o recrutamento das diferentes espécies pode ocorrer em manchas mais ou menos definidas, provavelmente devido a fatores tais como correntes internas da enseada e à presença de colônias antigas para produção de larvas que geralmente recrutam próximas à colônia original. Este processo é comumente conhecido como recrutamento gregário (Millar, 1971), causado pelo curto período de vida livre das larvas de algumas ascídias.

Quanto à profundidade de recrutamento, esperava-se que as ascídias ocorressem em maior quantidade nos conjuntos inferiores, de 1 a 1,5m de profundidade, pois as larvas apresentam a tendência de assentar preferencialmente em locais sombreados (Millar, 1971), e é óbvio que os conjuntos superiores, de 0 a 0,5m da superfície, recebem maior incidência de luz solar. O que se observou, entretanto, é que não houve

diferença significativa entre o recrutamento nas diferentes profundidades para as duas espécies principais. Portanto, parece que uma diferença de meio metro na coluna d'água não é suficiente para provocar uma preferência por local de assentamento larval.

As larvas de ascídias possuem um característico padrão de comportamento. Inicialmente as larvas nadam guiadas por uma fototaxia positiva e uma geotaxia negativa, que serve para dispersá-las, seguidas de um período em que as larvas procuram ativamente por locais escuros para assentar. Esta fase pode durar algumas horas ou até dias (Millar, 1971). A tendência que as larvas apresentam de assentar preferencialmente em locais sombreados, foi observada neste estudo analisando a porção da concha em que as larvas recrutaram em maior número, já que poucas colônias eram observadas em cima das valvas (porção que recebe mais luz). Porém, parece que a geotaxia é mais importante que a fototaxia na procura por locais sombreados, pois, ao analisar um par de conchas complementares, que formam os coletores, observa-se que as colônias eram encontradas em maior número na face de baixo das valvas e quase não se encontravam na superfície superior, independente se ela fosse interna ou externa. Se as larvas se orientassem principalmente por fototaxia negativa, deveriam aparecer várias colônias na porção interna da valva inferior, por ser um local escuro. Verifica-se, pois, que as larvas recrutam nos tetos dos substratos, orientados por uma geotaxia negativa (fig. 9).

A competição é o uso ou disputa de um recurso limitante por mais de um consumidor individual. A competição intraespecífica é expressada demograficamente como dependência de densidade e pode levar à regulação do tamanho populacional, enquanto a competição interespecífica é expressada como uma redução nas capacidades de suporte das populações em competição e, no extremo, pode levar à exclusão de espécies (Ricklefs, 1996). Este trabalho procurou analisar a influencia destes tipos de competição em relação ao *Perna perna* e determinar qual é mais importante para o mexilhão.

Os resultados obtidos, entretanto, mostraram que tanto a competição inter como a intraespecífica não parecem estar afetando negativamente o crescimento e desenvolvimento do mexilhão, já que em nenhum caso as medidas dos mexilhões dos tratamentos foram significativamente diferentes que dos controles. A análise de variância indicou diferenças entre os tratamentos para comprimento, espessura e peso, sendo que o tratamento de limpeza mecânica das conchas apresentou uma tendência a um maior crescimento dos mexilhões, porém não diferindo significativamente do controle.

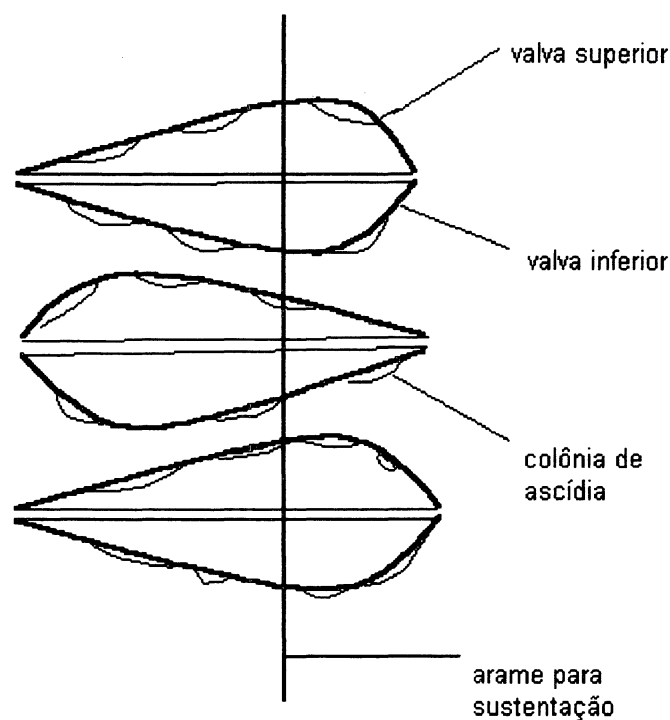


Figura 9). Esquema ilustrativo dos coletores de larvas de ascídias, mostrando as regiões onde ocorreu maior recrutamento.

A variação explicada pelos tratamentos foi baixa para todas as medidas (comprimento $r^2 = 0,13$; espessura $r^2=0,19$; peso $r^2= 0,13$), mostrando que realmente foi muito pequeno o efeito dos mesmos. A partir destes resultados, verifica-se que tanto a competição intraespecífica como a interespecífica não estão afetando de maneira importante o crescimento de mexilhões na primeira fase do cultivo nesta região e que o maior crescimento foi obtido nas cordas que permaneceram no ambiente sem qualquer tipo de manipulação.

Freitas (1997) já havia verificado que o castigo de exposição ao ar causa pequena redução no crescimento de mexilhões, ressaltando porém que ele pode contribuir para diminuir as perdas por mortalidade, devido à eliminação da comunidade incrustante.

Outro aspecto a ser observado é o efeito benéfico que as comunidades incrustantes podem causar. Como já foi mencionado anteriormente, até um certo nível de infestação, os organismos do fouling podem produzir um efeito benéfico no crescimento e desenvolvimento de bivalves em cultivo. As formas incrustantes provavelmente excitam a margem da concha, estimulando seu crescimento (Tanita, 1961 apud Arakawa, 1990). O fouling pode também proteger os bivalves de predadores (Witman & Suchanek, 1984). No entanto, um efeito benéfico também não foi observado neste trabalho.

É possível ainda que um efeito negativo significativo possa ocorrer em períodos mais posteriores de crescimento e, para verificar este aspecto, as cordas permaneceram no mar e serão novamente amostradas em agosto. A época em que é realizado o castigo também pode influenciar no resultado obtido, por isso novos tratamentos foram realizados em maio/99 (cordas de 4 meses) e os mexilhões serão novamente medidos em agosto/99. Pode-se concluir que tanto a competição intra como interespecífica não influenciam o crescimento dos mexilhões nos primeiros 4 meses de cultivo, não sendo necessário nenhum tipo de manipulação das cordas para eliminar o biofouling ou alterar a densidade de mexilhões com o objetivo de melhorar seu crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAKAWA, K. Y. Competitors and fouling organisms in the hanging culture of the pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg) Mar. Behav. Physiol., 17: 67-94, 1990.
- BARNES, R. D. Zoologia dos invertebrados. 4ª edição. Roca. São Paulo, SP. 1990.
- CHAPARRO, D. R. & WINTER, J. E. Efectos de una pobre oferta alimentaria en *Mytilus chilensis* sobre el crecimiento, reproduccion y standing stock en la mitilicultura de Yaldad (Chiloe, Sur de Chile) Mems Assoc. Latinoam. Aquicult., 5 (2): 203-214, 1983.
- FIALA-MÉDIONI, A. Filter-feeding ethology of benthic invertebrates (ascidians). IV. Pumping rate, filtration rate, filtration efficiency. Marine Biology 48, 243-249, 1978.
- FREITAS, M. de Incrustações biológicas no mexilhão *Perna perna* (Mollusca, Bivalvia), cultivado na Ilha de Ratoes, SC: Efeito da exposição ao ar. Dissertação de Mestrado. Departamento de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.
- LESSER, M. P. ; SHUMWAY, S. E. ; CUCCI, T. ; SMITH, J. Impact of fouling organisms on mussel rope culture: interespecific competition for food among suspension-feeding invertebrates. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 165 (1): 91-102, 1992.
- MARENZI, A. W. C. Aspectos biológicos e econômicos do cultivo de mexilhões *Perna perna* (Linné, 1758) (Mollusca, Bivalvia) , no litoral centro norte catarinense. Dissertação de Mestrado, Depart. de Zool. da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1992.
- MILLAR, R. H. The biology of ascidians. Adv. Mar. Biol. 9, 1-100. 1971.

- PETERSEN, J. K.; SCHOU, O.; THOR, P. In situ growth of the ascidian *Ciona intestinalis* (L.) and the blue mussel *Mytilus edulis* in a eelgrass meadow. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 218: 1-11, 1997.
- ROCHA, R. M. Ascídias coloniais do canal de São Sebastião, SP: aspectos ecológicos. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. 1988.
- RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. 3ª Edição, Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, RJ. 1996.
- RODRIGUES, S. A.; ROCHA, R. M. & LOTUFO, T. M. C. Guia ilustrado para identificação das ascídias do estado de São Paulo. IBUSP/FAPESP, São Paulo, 1998.
- WITMAN, J. D. & SUCHANEK, T. H. Mussels in flow: drag and dislodgement by epizoans. Mar. Ecol. Prog. Ser., 16: 259-268, 1984.

Anexo I

Dados do recrutamento de *Diplosoma listerianum* e *Symplegma brakenhielmi* em diferentes profundidades e locais no cultivo de *Perna perna*. Os valores representam a soma do número de colônias nas 20 conchas centrais de cada coletor. “b” a “f” = locais no cultivo; “i” = inferior, “s” = superior; X = valores transformados (ver texto).

| Mês | profundidade | local | Soma <i>Diplosoma</i> | Soma <i>Symplegma</i> | <i>Diplosoma</i> X | <i>Symplegma</i> X |
|--------|--------------|-------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| dez/98 | i | b | 19 | 0 | 99,34739 | 0 |
| dez/98 | i | b | 19 | 0 | 99,34739 | 0 |
| dez/98 | i | c | 256 | 3 | 187,0981 | 12,7791 |
| dez/98 | i | c | 212 | 0 | 180,7349 | 0 |
| dez/98 | i | d | 216 | 0 | 181,3656 | 0 |
| dez/98 | i | d | 119 | 14 | 161,2509 | 24,96328 |
| dez/98 | i | e | 86 | 2 | 150,2927 | 10,1272 |
| dez/98 | i | e | 51 | 3 | 132,6625 | 12,7791 |
| dez/98 | i | f | 77 | 0 | 146,563 | 0 |
| dez/98 | i | f | 95 | 0 | 153,6509 | 0 |
| dez/98 | s | b | 20 | 0 | 101,0781 | 0 |
| dez/98 | s | b | 28 | 0 | 112,4309 | 0 |
| dez/98 | s | c | 155 | 1 | 170,1686 | 6,389551 |
| dez/98 | s | c | 165 | 0 | 172,2781 | 0 |
| dez/98 | s | d | 216 | 0 | 181,3656 | 0 |
| dez/98 | s | d | 172 | 17 | 173,68 | 26,64395 |
| dez/98 | s | e | 132 | 2 | 164,7491 | 10,1272 |
| dez/98 | s | e | 75 | 0 | 145,675 | 0 |
| dez/98 | s | f | 149 | 0 | 168,8366 | 0 |
| dez/98 | s | f | 107 | 0 | 157,6645 | 0 |
| jan/99 | i | b | 66 | 0 | 141,3618 | 0 |
| jan/99 | i | c | 78 | 15 | 146,9983 | 25,5582 |
| jan/99 | i | c | 79 | 6 | 147,4282 | 17,93774 |
| jan/99 | i | d | 5 | 66 | 54,30354 | 38,75959 |
| jan/99 | i | d | 9 | 57 | 74,13587 | 37,42987 |
| jan/99 | i | e | 29 | 27 | 113,6149 | 30,71684 |
| jan/99 | i | e | 48 | 18 | 130,617 | 27,14235 |
| jan/99 | i | f | 81 | 29 | 148,2717 | 31,35283 |
| jan/99 | i | f | 74 | 0 | 145,2221 | 0 |
| jan/99 | s | b | 107 | 0 | 157,6645 | 0 |
| jan/99 | s | c | 92 | 11 | 152,5683 | 22,9063 |
| jan/99 | s | d | 32 | 32 | 116,9363 | 32,23141 |
| jan/99 | s | d | 54 | 28 | 134,5911 | 31,04032 |
| jan/99 | s | e | 61 | 4 | 138,7037 | 14,83608 |
| jan/99 | s | e | 19 | 4 | 99,34739 | 14,83608 |
| jan/99 | s | f | 91 | 2 | 152,1995 | 10,1272 |
| jan/99 | s | f | 59 | 7 | 137,5789 | 19,16865 |
| abr/99 | i | b | 117 | 14 | 160,679 | 24,96328 |
| abr/99 | i | b | 85 | 11 | 149,8981 | 22,9063 |
| abr/99 | i | c | 38 | 101 | 122,7347 | 42,6338 |
| abr/99 | i | c | 17 | 81 | 95,59457 | 40,6219 |
| abr/99 | i | d | 38 | 117 | 122,7347 | 43,977 |
| abr/99 | i | d | 17 | 77 | 95,59457 | 40,1609 |
| abr/99 | i | e | 22 | 25 | 104,2939 | 30,0337 |
| abr/99 | i | e | 17 | 23 | 95,59457 | 29,29585 |
| abr/99 | s | b | 101 | 3 | 155,7173 | 12,7791 |
| abr/99 | s | b | 94 | 9 | 153,2939 | 21,22563 |
| abr/99 | s | c | 26 | 105 | 109,9304 | 42,98839 |
| abr/99 | s | c | 56 | 81 | 135,8181 | 40,6219 |
| abr/99 | s | d | 69 | 90 | 142,8617 | 41,58189 |
| abr/99 | s | d | 66 | 78 | 141,3618 | 40,27833 |
| abr/99 | s | e | 10 | 21 | 77,6908 | 28,49377 |
| abr/99 | s | e | 20 | 29 | 101,0781 | 31,35283 |

| | | | | | | |
|--------|---|---|---|-----|----------|----------|
| jun/99 | i | b | 1 | 4 | 0 | 14,83608 |
| jun/99 | i | e | 1 | 224 | 0 | 49,92655 |
| jun/99 | i | e | 4 | 211 | 46,77452 | 49,37794 |
| jun/99 | i | f | 2 | 16 | 23,38726 | 26,11705 |
| jun/99 | i | f | 2 | 17 | 23,38726 | 26,64395 |
| jun/99 | s | b | 1 | 4 | 0 | 14,83608 |
| jun/99 | s | e | 3 | 186 | 37,06793 | 48,22127 |
| jun/99 | s | e | 7 | 66 | 65,65635 | 38,75959 |
| jun/99 | s | f | 1 | 14 | 0 | 24,96328 |
| jun/99 | s | f | 4 | 14 | 46,77452 | 24,96328 |

Anexo II

Dados médios de algumas medidas de *Perna perna* para cada tratamento realizado no cultivo de Penha, SC. Os valores representam a média de 10 mexilhões (ver texto).

| Tratamentos | comprimento (cm) | largura (cm) | espessura (cm) | peso (g) |
|-------------|------------------|--------------|----------------|----------|
| controle | 6,352 | 3,18 | 2,11 | 16,43 |
| controle | 5,849 | 3,036 | 1,868 | 12,613 |
| controle | 6,016 | 3,039 | 1,911 | 13,49 |
| controle | 6,137 | 3,139 | 1,87 | 13,929 |
| controle | 6,425 | 3,231 | 2,043 | 15,594 |
| controle | 6,18 | 3,179 | 2,099 | 17,202 |
| controle | 6,195 | 3,073 | 2,016 | 15,57 |
| controle | 6,073 | 2,987 | 1,964 | 14,499 |
| controle | 6,143 | 3,026 | 1,994 | 15,288 |
| controle | 6,208 | 3,071 | 2,066 | 16,472 |
| controle | 5,626 | 2,884 | 1,783 | 10,378 |
| controle | 5,722 | 2,958 | 1,791 | 11,186 |
| controle | 6,116 | 3,006 | 1,882 | 12,882 |
| controle | 5,746 | 2,939 | 1,822 | 10,969 |
| controle | 5,506 | 2,84 | 1,758 | 10,521 |
| ar | 5,516 | 2,842 | 1,739 | 9,891 |
| ar | 5,685 | 2,942 | 1,806 | 11,374 |
| ar | 5,591 | 2,935 | 1,733 | 10,801 |
| ar | 5,407 | 2,898 | 1,678 | 9,818 |
| ar | 5,263 | 2,782 | 1,677 | 9,675 |
| ar | 6,492 | 3,176 | 2,082 | 17,07 |
| ar | 6,091 | 3,028 | 1,933 | 14,369 |
| ar | 6,092 | 3,084 | 1,982 | 14,445 |
| ar | 5,892 | 2,987 | 1,907 | 13,194 |
| ar | 6,096 | 3,017 | 1,927 | 13,863 |
| limpeza | 6,14 | 3,009 | 2,068 | 14,793 |
| limpeza | 6,111 | 2,95 | 2,019 | 14,41 |
| limpeza | 5,966 | 3,031 | 1,957 | 13,629 |
| limpeza | 6,091 | 3,07 | 1,967 | 13,917 |
| limpeza | 6,562 | 3,196 | 2,212 | 18,04 |
| limpeza | 6,077 | 3,062 | 2,044 | 14,518 |
| limpeza | 5,953 | 2,933 | 2,012 | 13,684 |
| limpeza | 6,115 | 3,03 | 1,953 | 13,896 |
| limpeza | 5,793 | 2,941 | 1,84 | 12,04 |
| limpeza | 6,181 | 3,036 | 1,997 | 14,463 |
| limpeza | 5,667 | 2,837 | 1,829 | 12,033 |
| limpeza | 5,824 | 2,937 | 1,909 | 13,391 |
| limpeza | 5,779 | 2,964 | 1,886 | 12,573 |
| aumento | 5,807 | 2,9 | 1,88 | 12,939 |
| aumento | 5,748 | 2,969 | 1,866 | 12,196 |
| aumento | 5,61 | 2,846 | 1,809 | 10,341 |
| aumento | 5,547 | 2,773 | 1,753 | 10,814 |
| aumento | 5,768 | 2,984 | 1,935 | 13,053 |
| aumento | 5,855 | 2,939 | 1,816 | 11,683 |
| aumento | 6,134 | 3,06 | 1,904 | 13,191 |
| aumento | 5,624 | 2,895 | 1,8 | 10,536 |
| aumento | 5,955 | 2,992 | 1,892 | 12,457 |
| aumento | 5,677 | 2,961 | 1,765 | 10,488 |
| aumento | 5,87 | 2,899 | 1,888 | 13,814 |
| aumento | 6,08 | 2,991 | 1,954 | 13,557 |
| aumento | 6,05 | 3,086 | 2,004 | 15,552 |
| aumento | 6,1 | 3,041 | 1,902 | 15,061 |
| aumento | 6,19 | 3,045 | 2,052 | 16,383 |

| | | | | |
|---------|-------|-------|-------|--------|
| redução | 5,68 | 2,933 | 1,833 | 11,499 |
| redução | 5,386 | 2,862 | 1,775 | 10,12 |
| redução | 5,781 | 2,98 | 1,773 | 11,732 |
| redução | 5,94 | 2,965 | 1,93 | 12,797 |
| redução | 5,56 | 2,934 | 1,76 | 10,676 |
| redução | 6,045 | 3,035 | 1,901 | 13,77 |
| redução | 5,91 | 3,013 | 1,889 | 13,507 |
| redução | 5,853 | 3,054 | 1,83 | 12,566 |
| redução | 5,658 | 2,891 | 1,748 | 10,952 |
| redução | 5,571 | 2,841 | 1,762 | 11,486 |
| redução | 5,905 | 2,963 | 1,955 | 13,057 |
| redução | 6,136 | 3,088 | 1,935 | 13,552 |
| redução | 5,583 | 2,902 | 1,829 | 11,335 |
| redução | 5,733 | 2,907 | 1,944 | 12,761 |
| redução | 5,82 | 3,01 | 1,887 | 13,789 |
| redução | 5,994 | 3,039 | 1,905 | 12,445 |
| redução | 6,094 | 3,023 | 1,94 | 13,807 |
| redução | 6,179 | 3,129 | 1,967 | 15,078 |
| redução | 5,786 | 2,973 | 1,882 | 12,343 |
| redução | 5,864 | 3,005 | 1,884 | 12,878 |