



parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca.

São Paulo
novembro 2007

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS

INSTITUTO DE PESCA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

USO DE BIOCONTROLADORES NA REDUÇÃO DO “FOULING” EM UM CULTIVO DE VIEIRAS *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) EM UBATUBA, SP, BRASIL

RAFAEL PASIN CORRENTE RANGEL ROMA

Orientador: PqC Helcio Luis de Almeida Marques

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca.

São Paulo

novembro 2007

**Dedico esse trabalho a Deus.
A meu Avô Francisco Roma (*in memorium*).
Aos meus pais Flávio e Nazareth, aos irmãos André e Flávia
Á minha namorada Liliana Rocha**

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de expressar minha gratidão ao Prof. Dr. Hécio Luis de Almeida Marques, por todos os momentos de amizade e dedicação e trocas de conhecimentos que passamos durante a realização desse trabalho, ao reconhecimento, ensinamentos, incentivos, sugestões e por acreditar no meu potencial.

Ao Instituto de Pesca Apta/SAA – SP pelo suporte logístico para realização prática desse trabalho e entendendo meus agradecimentos a todos os funcionários do Núcleo do Instituto de Pesca de Ubatuba, Diretores, Pesquisadores, Técnicos de apoio, Estagiários e amigos.

Ao Instituto de Ecodesenvolvimento da Baía de Ilha Grande (IED-BIG), na pessoa do seu diretor, José Luiz Zaganelli e toda a equipe do laboratório de moluscos bivalves, pela parceria e fornecimento das vieiras, que foi essencial para concretização dessa dissertação.

Aos professores e colegas do curso de Pós-Graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca, Júlio Lombardi, Idili Rocha, Luis Eugênio, Orlando Couto, Yuri Martins, Ana Gisela, Rogério Stojanov Bueno, Bruno “Brooks”, Pedro Mestre, Rodrigo Tiba, Luciene Mignani, e demais, pelos momentos de amizade e cooperação vivenciados nos momentos que estivemos juntos.

RESUMO

O presente experimento teve como objetivo comparar a eficiência de três organismos (os ouriços-do-mar *Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus* e o gastrópodo *Tegula viridula*) no controle do “fouling” incrustante nas lanternas de cultivo e nas valvas de vieira *Nodipecten nodosus*. Para tal, vieiras jovens com altura média de 32,6 mm \pm 4,9, foram cultivadas em oito lanternas japonesas com 5 pisos cada, na densidade de 25 animais / piso, obedecendo ao seguinte delineamento: T1 – controle (somente vieiras); T2 – vieiras com *Echinometra lucunter*; T3 – vieiras com *Lytechinus variegatus*; T4 – vieiras com *Tegula viridula*. Utilizaram-se os biocontroladores nas densidades de 4 (*E. lucunter*), 3 (*L. variegatus*) e 16 animais / piso (*T. viridula*). Após 150 dias o experimento foi encerrado e a biomassa de “fouling” remanescente foi avaliada nas lanternas de cultivo e nas valvas das vieiras. As espécies *E. lucunter* e *L. variegatus* foram mais eficientes na remoção do “fouling” das lanternas, mas não houve diferenças significativas entre as eficiências dos biocontroladores na remoção do “fouling” das valvas. Os resultados sugerem que o controle biológico pode ser utilizado como método auxiliar na remoção de “fouling” em cultivos de vieiras.

Palavras-chave: *Nodipecten nodosus*, vieira, “fouling”, cultivo, biocontroladores

ABSTRACT

USE OF BIOCONTROLLERS AS FOULING REDUCTORS IN A SCALLOP *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) CULTURE IN UBATUBA, SP, BRAZIL.

This experiment was developed at the marine farm of the São Paulo State Fisheries Institute in Ubatuba (SP), aiming to compare the efficiency of three organisms (the sea urchins *Echinometra lucunter* and *Lytechinus variegatus* and the gastropod *Tegula viridula*) in reducing the fouling incrustation in lanterns and *Nodipecten nodosus* valves. Juveniles of scallops measuring 32,6 mm \pm 4,9 of height were cultivated in eight japanese lanterns with five floors each, at the density of 25 scallops/floor, according to the following treatments: T1 - control (only scallops); T2 - scallops with *E. lucunter*; T3 - scallops with *L. variegatus*; T4 - scallops with *T. viridula*. Densities of the bio-controllers were: 4 (*Echinometra lucunter*), 3 (*Lytechinus variegatus*) and 15 animals/floor (*Tegula viridula*). The experiment was finished 150 days later and the remaining fouling in the lanterns and scallops valves was removed and weighed. The sea-urchin species *E. lucunter* and *L. variegatus* were significantly more efficient in removing the lantern fouling, but there were not significant differences among the biocontrollers in the removal of the scallops valves fouling. These results suggest that biological control can be helpful as a auxiliary method in fouling removal of scallops culture.

Key words: *Nodipecten nodosus*, scallop, fouling, culture, biocontrollers

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1. Local e estruturas de experimentação	7
3.2. Obtenção dos biocontroladores	7
3.2.1. <i>Echinometra lucunter</i>	9
3.2.2. <i>Lytechinus variegatus</i>	10
3.2.3. <i>Tegula viridula</i>	11
3.3. Condução do experimento	12
3.4. Variáveis oceanográficas	14
3.5. Análise estatística	15
4. RESULTADOS	16
4.1. Variáveis oceanográficas	16
4.1.1. Temperatura	16
4.1.2. Salinidade	17
4.1.3. Transparência	17
4.1.4. Matéria orgânica em suspensão e clorofila-a	18
4.2. Crescimento	20
4.3. Sobrevivência	21
4.3.1. Sobrevivência das vieiras	21
4.3.2. Sobrevivência dos biocontroladores	22
4.4. Influência na redução do “fouling”	24
4.4.1. “Fouling” úmido	29
4.4.2. “Fouling” desidratado	31
5. DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÕES	41
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

A diminuição crescente dos recursos pesqueiros tem ocasionado o abandono da atividade da pesca por diversas famílias, aumentando o índice de desemprego nas regiões litorâneas. A maricultura tem se tornado uma atividade geradora de empregos nessas regiões, podendo constituir uma alternativa viável de receita, principalmente para os integrantes das comunidades locais, já familiarizados com trabalhos de caráter marítimo (MARQUES, 1998).

A aqüicultura de moluscos bivalves foi introduzida no Brasil na década de 60, mas apenas por volta de 1989 essa atividade começou a se desenvolver como uma alternativa econômica para as populações litorâneas. Além da geração de renda e emprego, o cultivo de bivalves tem colaborado para a estabilização das comunidades tradicionais em seus locais de origem. As espécies mais cultivadas são o mexilhão *Perna perna*, a ostra-do-mangue, *Crassostrea brasiliiana* e a ostra-do-pacífico *Crassostrea gigas*.

Já o cultivo de pectinídeos (vieiras), ou pectinicultura, apresentou um grande crescimento no Brasil nos últimos dois anos, passando de 1 para 16 toneladas/ano (FAO, 2007). Apesar de ser ainda incipiente no Estado de São Paulo, tem sido considerada como uma alternativa promissora para diversificar a maricultura paulista, hoje restrita à mitilicultura no município de Ubatuba e à ostreicultura no litoral sul do estado de São Paulo (MARQUES *et al.*, 2004a). Por serem animais filtradores da água do mar, as vieiras não necessitam do fornecimento de alimento, tornando assim o seu cultivo pouco impactante do ponto de vista ambiental, além do que as estruturas utilizadas nos cultivos têm se comportado como bio-atratores, aumentando significativamente a diversidade da flora e fauna marinhas nas imediações dos locais de cultivo.

Segundo TAYLOR *et al.* (2006), atualmente o cultivo de vieiras no mundo deve ser focado na opção de criação sustentável para os pescadores artesanais que dependem dos recursos pesqueiros da costa e que são considerados sobre explorados. O interesse é produzir em pequena escala espécies que tenham um alto valor de mercado, e voltar a atenção para as espécies nativas.

A China lidera o ranking mundial de países produtores de vieiras, seguido pelo Japão e pelo Chile (FAO, 2007). Diversos fatores contribuem para o sucesso da pectinicultura no Chile: a espécie *Argopecten purpuratus* apresenta um alto valor comercial e os fatores ambientais como temperatura, fluxo de água e níveis de alimento disponível são favoráveis, além da existência de áreas abrigadas e baixos níveis de “fouling”, ou organismos epibiontes encontrados nas valvas das vieiras e nas estruturas de cultivo (GONZALEZ *et al.*, 1999).

No Brasil os moluscos da família Pectinidae estão representados por 15 espécies (FONSECA, 2004). Dentre essas, *Nodipecten nodosus* e *Euvola ziczac* são as mais importantes comercialmente. A vieira *Euvola ziczac* foi muito explorada no Brasil a partir dos anos de 1972 e 1973, devido ao seu alto valor de mercado e aos baixos rendimentos da pescaria do camarão-rosa. A produção atingiu um máximo em 1980, quando o desembarque anual chegou a aproximadamente 8.800 toneladas. A partir daí ocorreu o colapso da pescaria, sendo que atualmente a produção anual muitas vezes não ultrapassa poucas centenas de quilos (PEZZUTO e BORZONE 1997)

Nodipecten nodosus é o maior dos pectinídeos brasileiros, segundo LODEIROS *et al.* *N. nodosus* pode obter 120-140 mm no tamanho (altura) de concha e possuir um largo músculo adutor servindo de atrativo para o consumo humano sendo o tamanho médio comercializado de 80-100 mm. *N. nodosus* é conhecida popularmente como “vieira”, “vieira-de-mergulho”, “leque-do-mar” e vieira “pata-de-leão” (tradução da denominação popular da língua inglesa “lion’s paw scallop”). É uma espécie hermafrodita e distribui-se desde a América do Norte e Bermudas até o Brasil e ao leste da Ilha Ascensão no meio

do oceano Atlântico (RIOS, 1994). Na costa brasileira, não há registros de ocorrência em regiões estuarinas como a foz do Rio Amazonas e São Francisco e nas regiões norte e nordeste devido suas características biológicas (RUPP, 2000). Apresenta um grande potencial para aquicultura, devido ao rápido crescimento e alto valor comercial. Devido a essas características e também à baixa captação de pós-larvas em coletores artificiais, a partir do ambiente natural, pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) iniciaram, em 1991, um programa de pesquisas sobre a produção de sementes em laboratório, que se constitui na única alternativa viável para sustentar os cultivos de vieiras no Brasil (RUPP e POLI, 1994; RUPP e BEM, 2004).

O Instituto de Ecodesenvolvimento da Baía de Ilha Grande (IED-BIG), Angra dos Reis - RJ é outra instituição que desenvolve a o cultivo de *Nodipecten nodosus* desde o ano de 1991, através do apoio e suporte da Petrobrás e Eletronuclear.

Recentemente no ano de 2002 foi criado um laboratório de produção e larvicultura de bivalves marinhos no município de Penha – SC, pela Universidade do Vale do Itajaí, UNIVALI.

A classificação taxonômica para a espécie *Nodipecten nodosus* segue abaixo, sendo baseada em COAN *et al.* (2000):

Filo: Mollusca Linnaeus, 1785
Classe: Bivalvia Linnaeus, 1758
Sub-classe: Pteriomorphia Beurlen, 1944
Superordem: Eupteriomorphia Boss, 1982
Ordem: Ostreoida Férussac, 1822
Sub-ordem: Pectinina Waller, 1978
Super-família: Pectinacea Rafinesque, 1815
Família: Pectinidae Rafinesque, 1815
Subfamília: Chlamydinae von Teppner, 1922
Gênero: *Nodipecten* Dall, 1898
Espécie: *Nodipecten nodosus* Linnaeus, 1758

Segundo LODEIROS *et al.* (2001), diversos fatores ambientais tais como: disponibilidade de alimento, oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade, fluxo de água dentro das lanternas, e também a densidade de indivíduos estão associados com redução da taxa de crescimento das vieiras. Um desses fatores, que afeta os cultivos de ostras e vieiras tanto em clima tropical quanto subtropical, é a aderência de “fouling” em grandes quantidades sobre as lanternas de cultivo e as valvas dos animais, causando prejuízos econômicos às criações.

Por esse motivo não é surpreendente que exista uma grande quantidade de trabalhos relacionados à taxa de desenvolvimento e métodos para redução das comunidades de “fouling” associados a cultivos de bivalves (CLAEREBOUDT *et al.*, 1994; TAYLOR *et al.*, 1997; PIT e SOUTHGATE, 2003; LEBLANC *et al.*, 2007). O “fouling” resulta em redução de fluxo de água dentro das lanternas e em uma maior competição pelo alimento e oxigênio disponíveis, podendo algumas vezes causar mortalidade entre as vieiras (LODEIROS e HIMMELMAN, 1996; TAYLOR *et al.*, 1997; KAEHLER e MCQUAID, 1999; URIBE *et al.*, 2001). No Brasil, ALVAREZ *et al.* (2006) reportaram a incidência de bivalves *Litophaga aristata* perfurando as valvas e causando mortalidade em vieiras de cultivo.

Um grande número de técnicas, tais como: raspagem manual, exposição e secagem ao ar, utilização de materiais de revestimento a base de silicone, spray de alta pressão e uso de produtos químicos, têm sido utilizados para remover ou reduzir o “fouling” em cultivos de bivalves marinhos (RIKARD e WALLACE, 1997; HODSON *et al.*, 2000; LODEIROS e GARCIA, 2004; ROSS *et al.*, 2004; BAZES *et al.*, 2006). Todavia, todos esses métodos apresentam desvantagens tais como: aumento do estresse nos animais, dificuldades no manejo e, conseqüentemente, aumento dos custos de produção. A remoção manual de organismos incrustantes ao longo do cultivo pode ainda afetar a sobrevivência e ocasionar prejuízos (PARSONS e DADSWELL, 1992; LODEIROS e HIMMELMAN, 1996; GELLI *et al.*, 2005).

Dentre os diversos métodos de controle, mais recentemente tem sido estudado o controle biológico, através do policultivo com espécies herbívoras ou de hábito alimentar variado que emprega a raspagem do substrato como forma de obtenção de alimento. ROSS, *et al.* (2004), descreveram a eficácia do controle biológico do “fouling” em cultivo de *Pecten maximus* utilizando duas espécies de ouriço-do-mar (*Echinus esculentus* e *Psammechinus miliaris*) e caranguejos ermitões (*Pagurus* spp). LODEIROS e GARCIA (2004), em um estudo semelhante, utilizaram, com sucesso, 2 espécies de ouriços (*Echinometra lucunter* e *Lytechinus variegatus*) no cultivo de *Pinctada imbricata* na Venezuela..

ARMSTRONG *et al.* (1999) verificaram que vieiras cobertas por uma esponja laranja (*Suberites* sp) não apresentam outros invertebrados incrustantes nas valvas, sugerindo que essa espécie pode promover um processo mais fácil de limpeza. A vantagem do controle biológico sobre as demais formas de controle é principalmente de ordem econômica, pela redução da freqüência da limpeza manual das lanternas. O uso de ouriços-do-mar no controle biológico pode ser facilitado pela viabilidade de produção dessa espécie em laboratório (KELLY, 2001).

2. Objetivos

O objetivo do presente trabalho foi investigar a eficiência de três espécies de biocontroladores (*Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus* e *Tegula viridula*) na redução do “fouling” nas lanternas de cultivo e nas valvas da vieira *Nodipecten nodosus* cultivadas suspensas em long-lines na região de Ubatuba, litoral Norte do estado de São Paulo, bem como verificar a influência da presença dos biocontroladores sobre o crescimento e sobrevivência das vieiras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e estruturas de experimentação:

O trabalho foi desenvolvido no litoral do município de Ubatuba (SP), na fazenda marinha do Núcleo de Pesquisa do Instituto de Pesca – Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (APTA) - Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA), localizada na parte sul da Enseada de Ubatuba (23°27'S e 45°02'O) (Figura 1), em local com profundidade média de 4 metros. O sistema de cultivo empregado foi o de lanternas japonesas. Para sustentar as lanternas, utilizou-se um "long-line", com dois cabos paralelos de polietileno, com comprimento de 50 m, fundeado em cada extremidade por âncoras do tipo mexicana, de 60 kg cada (Figura 2).

3.2. Obtenção dos biocontroladores

Os biocontroladores utilizados foram coletados através de mergulho livre em costões rochosos localizados na Enseada de Ubatuba e Praia Vermelha (23°27'S e 45°02'O) (Figura 1), sendo em seguida levados ao laboratório do Núcleo de Pesquisa de Ubatuba. Foram testadas duas espécies de ouriço-do-mar e uma de gastrópode, conforme descrito a seguir:

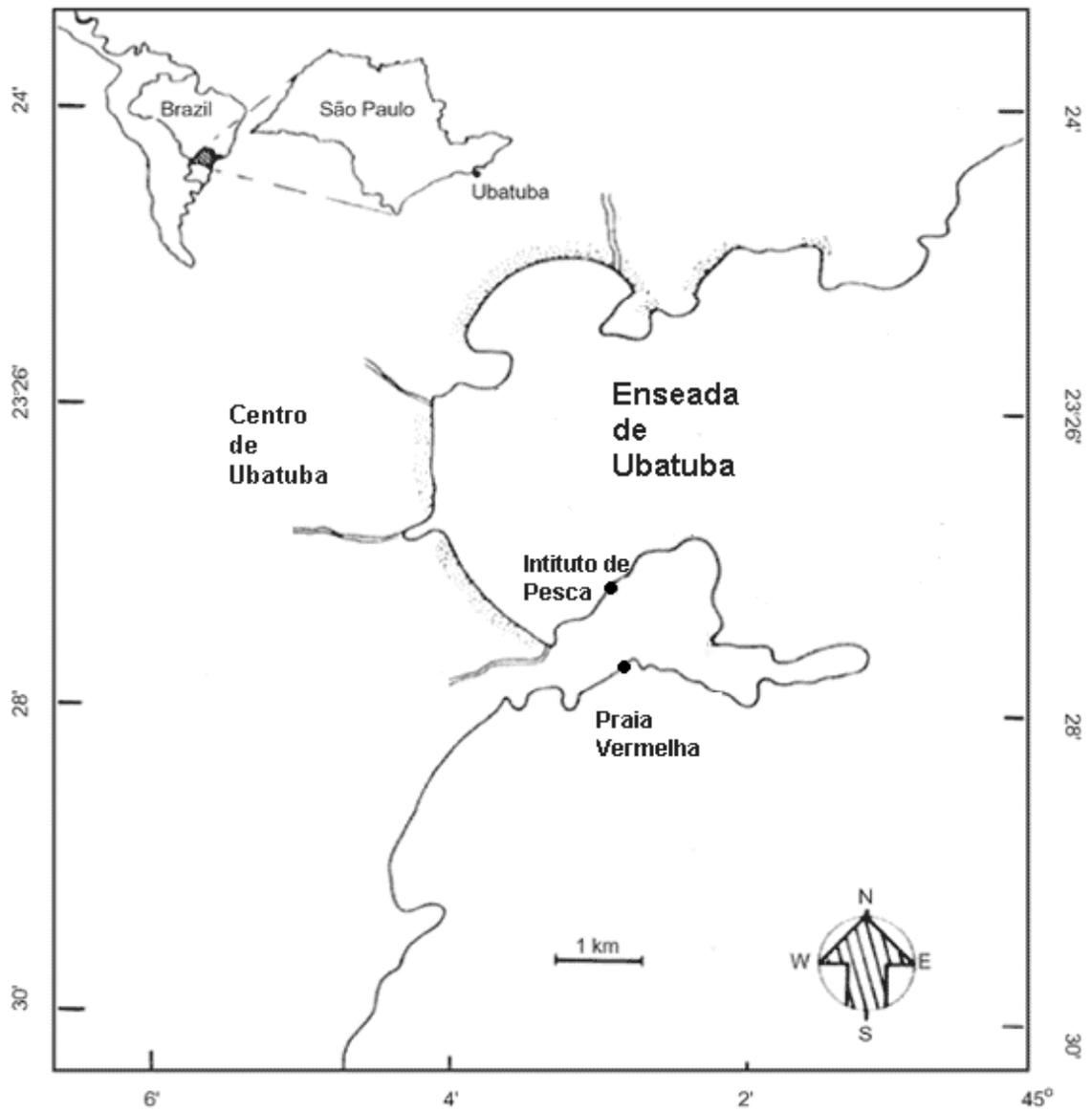


Figura 1 - Localização do Núcleo de Pesquisa do Instituto de Pesca, situado na Enseada de Ubatuba, região onde foi realizado este experimento.

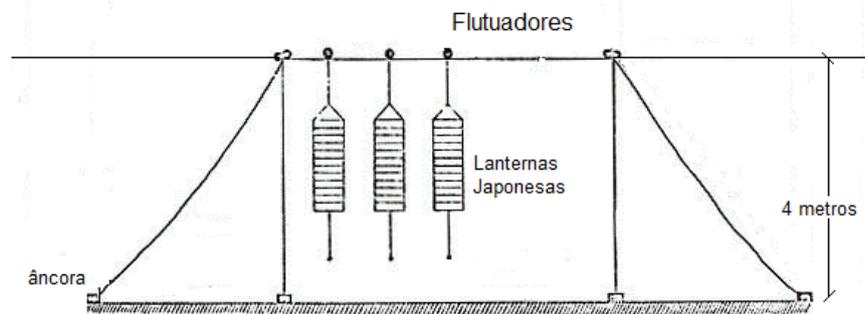


Figura 2 - Esquema do sistema de cultivo.

3.2.1. *Echinometra lucunter*

É uma espécie que vive na zona meso e infralitoral, até profundidades de 45 metros, comumente encontrada junto a substratos consolidados, habitando em escavações rasas onde permanecem aderidos por seus espinhos e dentes. *E. lucunter* (Figura 3) tem carapaça com diâmetro máximo de 15 cm, com comprimento dos espinhos equivalente a aproximadamente 1/4 do diâmetro da carapaça (SCHUTZ, 2005). Os exemplares foram coletados no costão rochoso da praia Vermelha do Centro (23°27'S e 45°02'O), em regiões de alto impacto de ondas, sendo levados à fazenda marinha do Instituto de Pesca, onde foram estocados por um período de 30 dias em lanternas japonesas no próprio long-line do experimento.

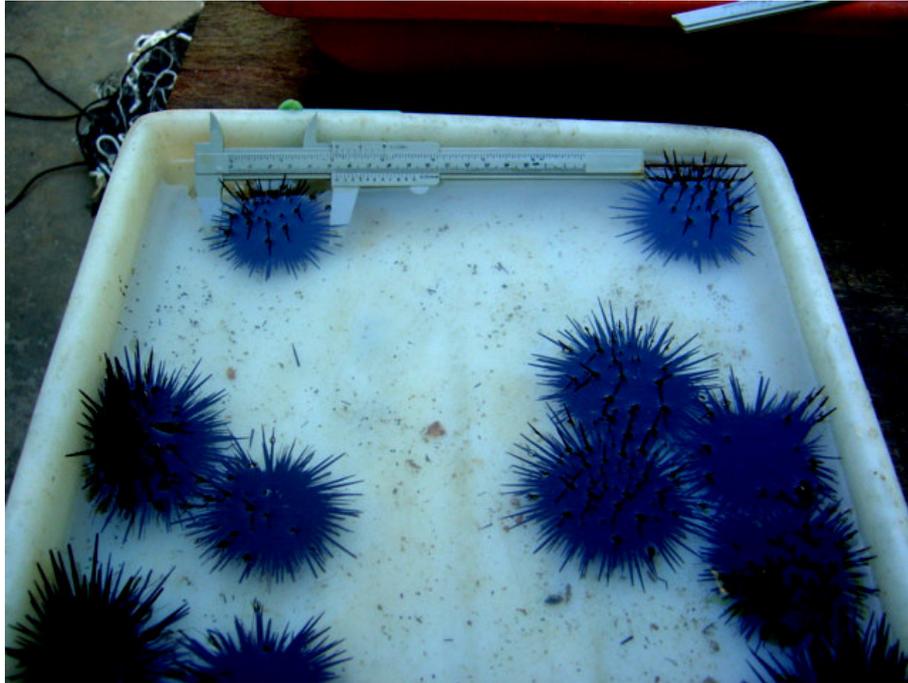


Figura 3 – Exemplos coletados da espécie de ouriço-do-mar *Echinometra lucunter*, utilizados neste trabalho.

3.2.2. *Lytechinus variegatus*

É uma espécie que prefere águas rasas e paradas, normalmente encontra-se junto a campos de angiospermas marinhas ("grass beds") e também em fundos rochosos ou de areia, habitando desde as regiões rasas até a profundidade de 250m. Esses animais alimentam-se principalmente de algas e organismos incrustantes (HENDLER *et al.*, 1995; LAWRENCE, 2001; ROSS *et al.*, 2004). Os exemplares (Figura 4) foram coletados através de mergulho livre na enseada de Ubatuba (23°27'S e 45°02'O), em zonas de águas calmas e límpidas com fundo arenoso, sendo que houve a necessidade da utilização de um barco com tanque e aeração, para evitar a condição de stress dos organismos e possíveis perdas, foram previamente estocados por cerca de 30 dias antes de serem utilizados no consorcio com as vieiras.



Figura 4 – Exemplos coletados de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*, utilizados no presente trabalho

3.2.3. *Tegula viridula*

É uma espécie de gastrópode caracterizado como sendo um herbívoro não perfurador por ABBOTT (1974), comumente utilizado na aquarioria marinha como controlador de resíduos. Os exemplares (Figura 5) foram coletados em costões rochosos durante as marés baixas, onde são encontrados habitando a zona mesolitoral.

Após coletados, os organismos permaneceram estocados em lanternas japonesas por aproximadamente 30 dias, aguardando o momento em que as vieiras fossem transferidas para as lanternas de engorda para então dar início ao experimento.



Figura 5 – Exemplos coletados de gastrópode *Tegula viridula*, utilizados no presente trabalho.

3.3. Condução do experimento

As vieiras jovens, com altura variando entre 5 e 10 mm (Figura 6), foram adquiridas junto ao laboratório do IED-BIG (Instituto de Eco-desenvolvimento da Baía da Ilha Grande), situado em Angra dos Reis (RJ), a 180 km de Ubatuba, para onde foram transportadas por via terrestre. Chegando ao Instituto de Pesca, foram imediatamente estocadas em lanternas-berçário (malha de 2 mm de diâmetro) com 5 pisos, na densidade de 250 vieiras / piso, onde permaneceram por 30 dias. Ao final dessa fase foram transferidas para lanternas intermediárias (malha de 4 mm de diâmetro) na densidade de 200 vieiras / piso, onde permaneceram em cultivo por mais 64 dias.



Figura 6 – Vieiras com tamanho variando entre 5 a 10 mm, adquiridas no IED-BIG em Angra dos Reis, RJ.

Após esse período de 94 dias (fase berçário e fase intermediária), iniciou-se o experimento com os organismos biocontroladores. As vieiras, já com altura média de $32,6 \text{ mm} \pm 4,9$ foram transferidas para oito lanternas de engorda (malha de 15 mm), com cinco pisos de 1.256 cm^2 de área cada um, na densidade de 25 vieiras / piso (MARQUES et al., 2004b), onde foram cultivadas por 150 dias, conforme o seguinte delineamento: T1 – controle (vieiras sem os organismos biocontroladores); T2 – vieiras com *Echinometra lucunter*; T3 – vieiras com *Lytechinus variegatus*; T4 – vieiras com *Tegula viridula*. Para cada tratamento foram utilizadas duas lanternas com cinco pisos, configurando assim 10 réplicas. Os biocontroladores foram estocados na densidade inicial de 4 animais / piso (*E. lucunter*), 3 animais / piso (*L. variegatus*) e 15 animais / piso (*T. viridula*). Mensalmente as lanternas foram retiradas e as vieiras contadas e medidas na sua altura com o auxílio de um paquímetro com precisão de 0,1 mm.

Ao final do período experimental de 150 dias, as lanternas foram retiradas e as vieiras foram contadas e medidas em sua altura, para a determinação do crescimento e sobrevivência. Para a quantificação e avaliação do “fouling”, o mesmo foi retirado separadamente das lanternas e das valvas das vieiras, colocado sobre papel toalha, à sombra, durante aproximadamente 30 minutos, até que toda a água excedente escorresse por percolação. A seguir, o “fouling” foi pesado para a obtenção do peso úmido e embalado em sacos plásticos individualizados, identificados de acordo com o tratamento de origem e levados ao “freezer” para conservação.

Logo após a retirada das lanternas, o “fouling” retirado foi dividido em dois grupos classificados como: a) “soft fouling”, que abrangeu organismos de textura macia ou de pequeno tamanho (ascídias, hidrozoários, tunicados, esponjas, anêmonas, cracas pequenas, etc.) e b) “hard fouling”, composto por organismos compostos por grande quantidade de material calcário (cracas grandes e moluscos bivalves). Essa classificação foi necessária devido à grande quantidade de material calcário existente no segundo grupo, que certamente interferiria fortemente na comparação entre os pesos.

O peso seco do “fouling” foi obtido no laboratório do Instituto de Pesca em São Paulo. Para tal, cada amostra individual foi descongelada, seca em estufa a 80° C por 24 horas e, em seguida, pesada em balança eletrônica digital com precisão de 0,01 g.

3.4. Variáveis oceanográficas

A temperatura, salinidade e transparência da água foram medidas diariamente nas primeiras horas da manhã. Para a leitura das temperaturas utilizou-se um termômetro Incoterm® com legibilidade de 0,5 °C para as máximas e mínimas, mergulhado na água durante todo o período do experimento, em uma profundidade de 2 m, onde se situavam as lanternas de cultivo.

A salinidade foi medida através de um refratômetro-salinômetro Bernauer® com escala de 0 a 60. Para medir a transparência da água utilizou-se um disco de Secchi.

Amostras de água para a determinação do teor de clorofila-a, visando à estimativa da biomassa fitoplanctônica e para a determinação do teor de matéria orgânica em suspensão foram coletadas, quinzenalmente, com auxílio de uma bomba de PVC onde foi coletada água a 2 metros de profundidade. As amostras foram filtradas no próprio laboratório do Núcleo de Ubatuba, com o auxílio de uma bomba a vácuo e filtros Millipore AP-20 e AP-40, com 47 mm de diâmetro. Os filtros contendo todo o material das amostras foram embalados em papel alumínio e congelados para serem transportados até o laboratório do Instituto de Pesca em São Paulo, onde foram processados. Na determinação dos teores de clorofila-a e de matéria orgânica em suspensão utilizaram-se os métodos descritos em APHA (1998). A leitura da absorbância foi realizada com auxílio de um espectrofotômetro digital Spectronic 1001 Plus-Milton Roy. Para a calcinação dos filtros com vistas à determinação do teor de matéria orgânica, utilizou-se uma mufla.

3.5. Análise estatística

Os dados de crescimento e sobrevivência das vieiras, bem como os pesos úmido e seco do “fouling”, foram comparados, para os 4 tratamentos, através de análise de variância (ANOVA). Em seguida as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As variâncias foram submetidas previamente ao teste de Bartlett (VIEIRA e HOFFMANN, 1989) para verificação da homogeneidade e normalidade dos dados. Quando necessário, foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Dados em porcentagem (sobrevivências), foram submetidos previamente à transformação $\text{arc sen}(x)^{1/2}$ (VIEIRA e HOFFMANN, 1989).

4. RESULTADOS

4.1. Variáveis oceanográficas

4.1.1. Temperatura

Durante o período experimental as temperaturas máximas e mínimas da água apresentaram as médias e desvio padrão de $26,8^{\circ}\text{C} \pm 2,1$ e $25,5^{\circ}\text{C} \pm 2,0$ respectivamente. As máximas oscilaram entre 24 e 29°C , ao passo que as mínimas variaram de 22 a 27°C , sendo que a maior temperatura registrada foi de 29°C nos meses de janeiro a meados de março, e a mínima registrada de 22°C nos mês de junho (Figura 7).

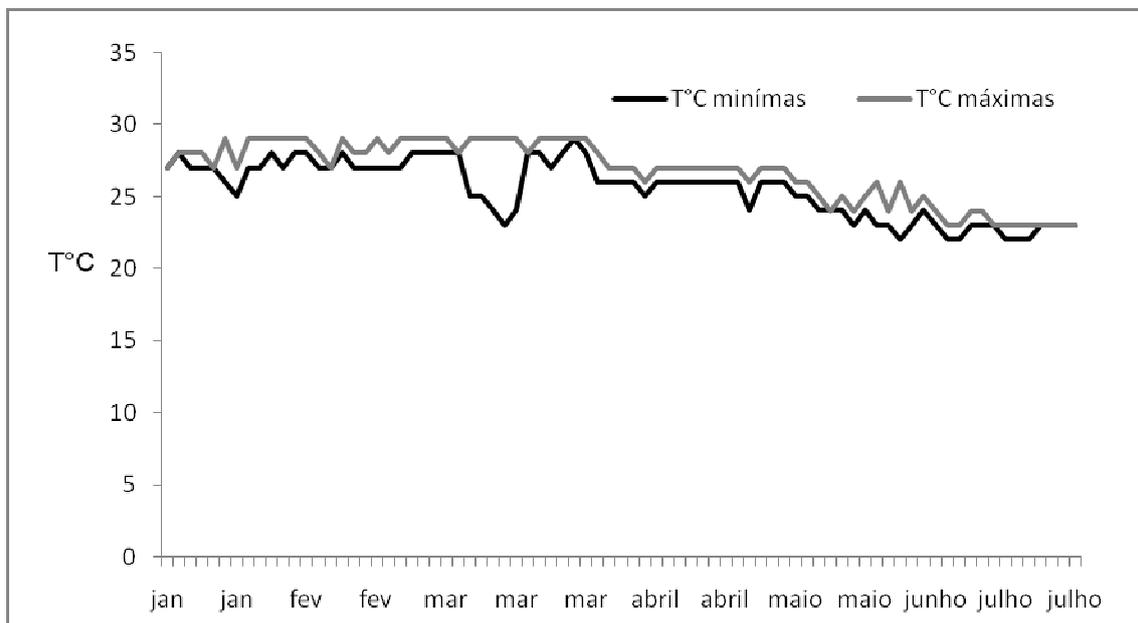


Figura 7 - Temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) mínimas e máximas registradas durante o período experimental na profundidade de 2 m.

4.1.2. Salinidade

A salinidade média registrada foi de $34,2 \pm 1,3$ sendo observada uma pequena queda entre os meses de janeiro e fevereiro, chegando a um mínimo de 30 e a um valor máximo de 36 (Figura 8).

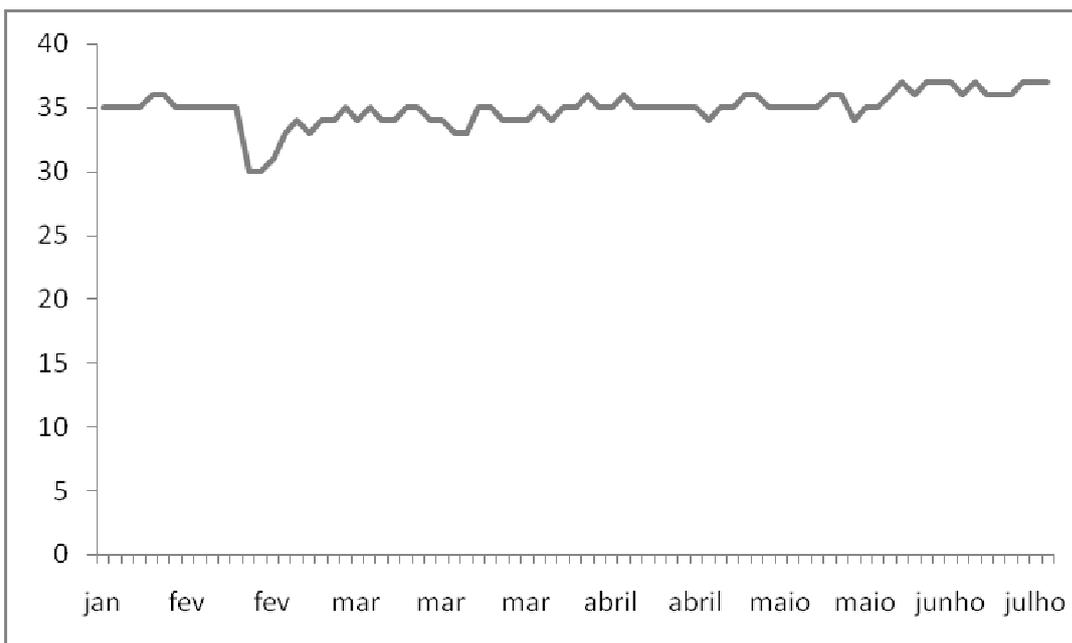


Figura 8 – Salinidade registrada durante o período experimental.

4.1.3. Transparência

A transparência apresentou valor médio de $2,0 \text{ m} \pm 0,98$, variando de 0,5 m no mês de junho a 4,5 m (transparência total) nos meses de janeiro a fevereiro (Figura 9).

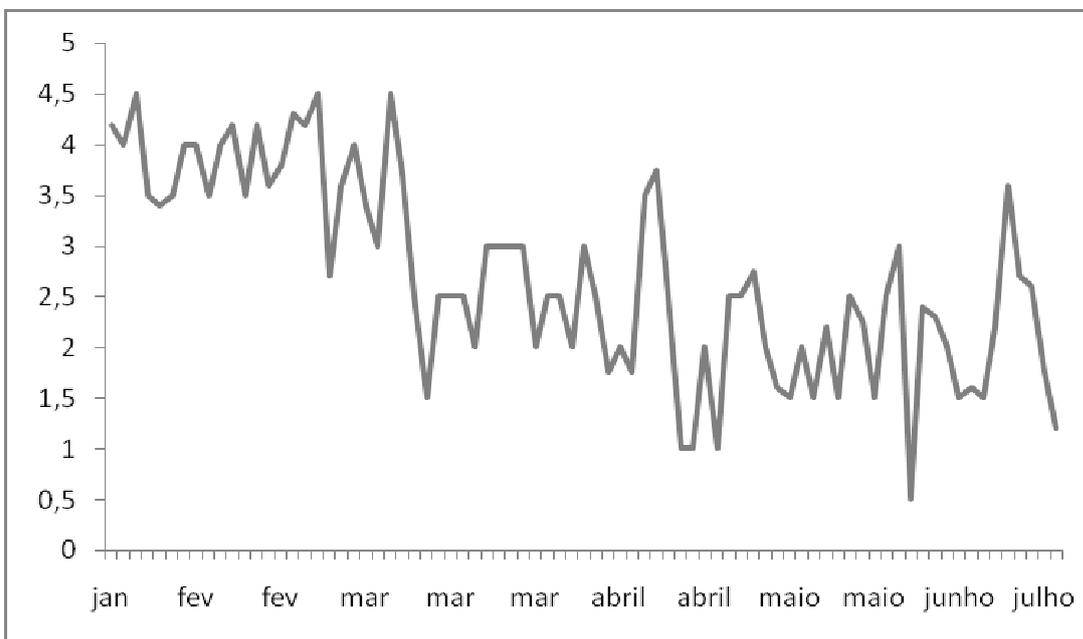


Figura 9 - Variação da transparência (expressa em metros) durante o período experimental.

4.1.4. Matéria orgânica em suspensão e Clorofila-a

Os teores de clorofila-a (Figura 10a) e matéria orgânica em suspensão (Figura 10b) apresentaram valores médios e desvio padrão de $2,1 \mu\text{g L}^{-1} \pm 0,11$ e $18,6 \text{ mg L}^{-1} \pm 11,36$ respectivamente. O maior valor de matéria orgânica em suspensão ocorreu no mês de junho ($38,7 \text{ mg L}^{-1}$) e o menor valor ocorreu no mês de julho ($8,2 \text{ mg L}^{-1}$). Para a clorofila-a, o maior valor ocorreu nos meses de maio e julho ($2,2 \mu\text{g L}^{-1}$), sendo o menor valor encontrado no mês de junho ($1,9 \mu\text{g L}^{-1}$).

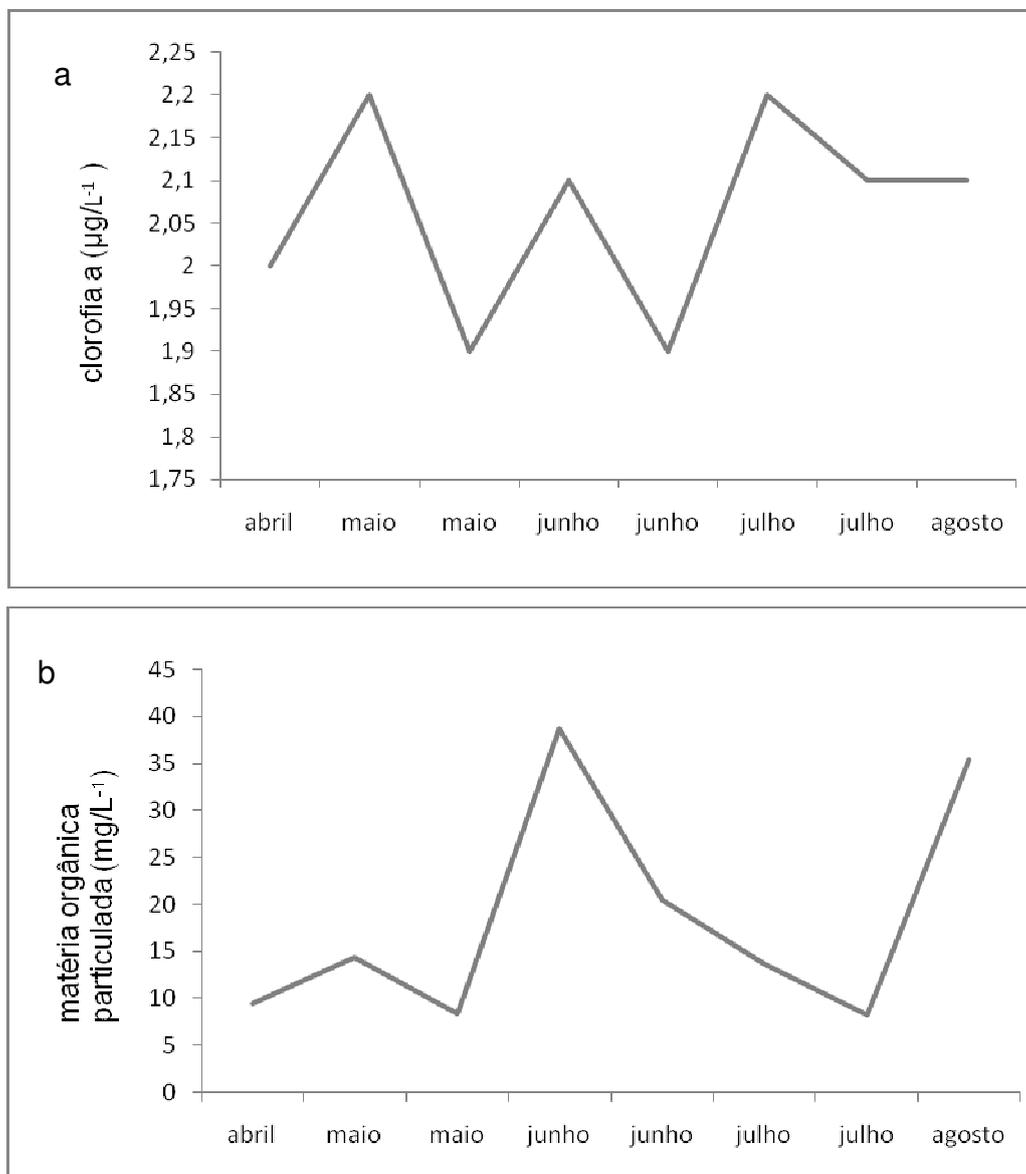


Figura 10 - Teores de clorofila-a (a) e matéria orgânica particulada (b) registrados durante o período experimental.

4.2. Crescimento

Pela Tabela 1 e Figura 11, verifica-se que as vieiras provenientes do tratamento T3 (*Lytechinus variegatus*), atingiram uma altura média de 54,7 mm \pm 1,35, valores significativamente maiores do que os observados para as demais (F = 33,37; $p < 0,05$). Os tratamentos T1 (Controle), T2 (*Echinometra lucunter*) e T4 (*Tegula viridula*) resultaram em alturas médias de 49,0 mm \pm 1,53; 50,5 mm \pm 1,67 e 48,5 mm \pm 1,01 respectivamente. O tratamento T2 (*E. lucunter*) também diferiu significativamente do tratamento T4 (*T. viridula*) o qual resultou, juntamente com o controle, nas menores alturas registradas para as vieiras.

Com relação às taxas de crescimento diário, verificou-se que no tratamento T3 (*Lytechinus variegatus*), foi registrado o melhor valor, com 0,2459 mm dia⁻¹, seguido de 0,2303 mm dia⁻¹ para o tratamento T2 (*Echinometra lucunter*), 0,2289 mm dia⁻¹ para o tratamento T4 (*Tegula viridula*) e 0,2277 mm dia⁻¹ para o Tratamento T1 (Controle).

Tabela 1 - ANOVA dos dados de alturas das vieiras provenientes dos quatro tratamentos

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	223.802	74.601	33.372*
Resíduo	36	80.476	2.235	
Total	39	304.278		

* $p < 0,05$

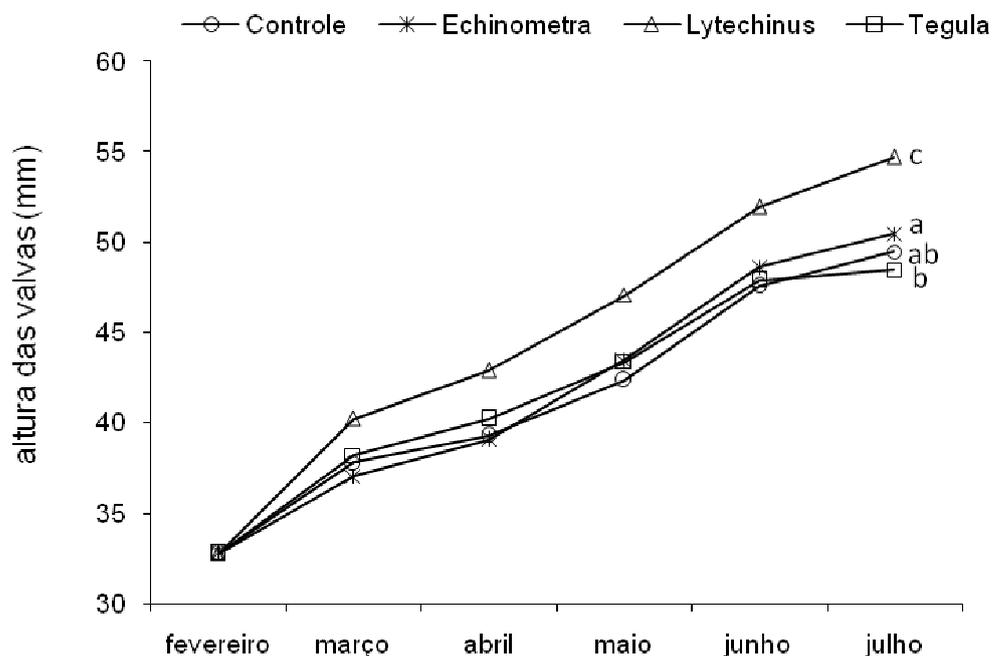


Figura 11 - Crescimento de vieiras *Nodipecten nodosus* nos diferentes tratamentos, durante o período experimental. Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey.

4.3. Sobrevivência

4.3.1. Sobrevivência das vieiras

A sobrevivência final das vieiras, observada nos quatro tratamentos manteve-se acima de 85% (T1 = 95%; T2 = 92,8%, T3 = 92,8%, T4 = 87%). Foram observadas diferenças significativas (Tabelas 2 e 3) apenas entre as sobrevivências das vieiras nos tratamentos T4 (*T. viridula*) e T1 (Controle). A maior mortalidade, registrada no tratamento T4 (*T. viridula*), pode ter ocorrido no último mês de biometria, já que a mesma não foi observada nos meses que antecederam o final do experimento. Nota-se, ainda, que para os tratamentos T2 (*E. lucunter*) e T3 (*L. variegatus*), os resultados de sobrevivência foram idênticos e não diferiram significativamente do tratamento T1 (Controle),

sugerindo que a presença desses biocontroladores nas lanternas de cultivo provavelmente não interferiu na sobrevivência das vieiras.

Tabela 2 - ANOVA dos dados de sobrevivência das vieiras provenientes dos quatro tratamentos.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	0.095	0.032	2.931*
Resíduo	36	0.387	0.011	
Total	39	0.481		

* $p < 0.05$

Tabela 3- Médias e desvio padrão das alturas (mm) e sobrevivências (%) das vieiras por tratamento ao final do experimento de biocontrole (150 dias), letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey

Meses	T1- Controle	T2- <i>E. lucunter</i>	T3- <i>L. variegatus</i>	T4- <i>T. viridula</i>
Março	37,8 ± 5,0	37,0 ± 5,1	40,2 ± 5,8	38,2 ± 5,1
Abril	39,9 ± 5,4	39,1 ± 5,9	42,9 ± 6,1	40,2 ± 5,5
Maio	42,3 ± 6,1	43,4 ± 6,8	47,0 ± 6,7	43,3 ± 6,4
Junho	47,6 ± 6,9	48,6 ± 7,6	51,9 ± 7,9	47,9 ± 7,3
Julho	49,4 ± 7,2 ^{a,b}	50,4 ± 8,0 ^a	54,7 ± 8,4 ^c	48,4 ± 7,7 ^b
Sobrevivências (%)				
	95,2 ± 3,9 ^a	92,8 ± 4,6 ^{a,b}	92,8 ± 5,3 ^{a,b}	87,6 ± 7,2 ^b

4.3.2. Sobrevivência dos organismos biocontroladores:

A espécie *Echinometra lucunter* tolerou bem as condições de cultivo, apresentando 100% de sobrevivência. Já a espécie *Lytechinus variegatus* mostrou-se mais frágil, apresentando 70,83% de sobrevivência, ao passo que *Tegula viridula* apresentou sobrevivência final de 82%. A sobrevivência diferiu

significativamente entre *E. lucunter* e as demais espécies (Tabela 4), não diferindo entre *L. variegatus* e *T. viridula* (Figura 12).

Tabela 4 - ANOVA dos dados de sobrevivência dos biocontroladores

Causas da variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.452	0.226	9.532*
Resíduo	25	0.592	0.024	
Total	27	1.044		

$p < 0,05$

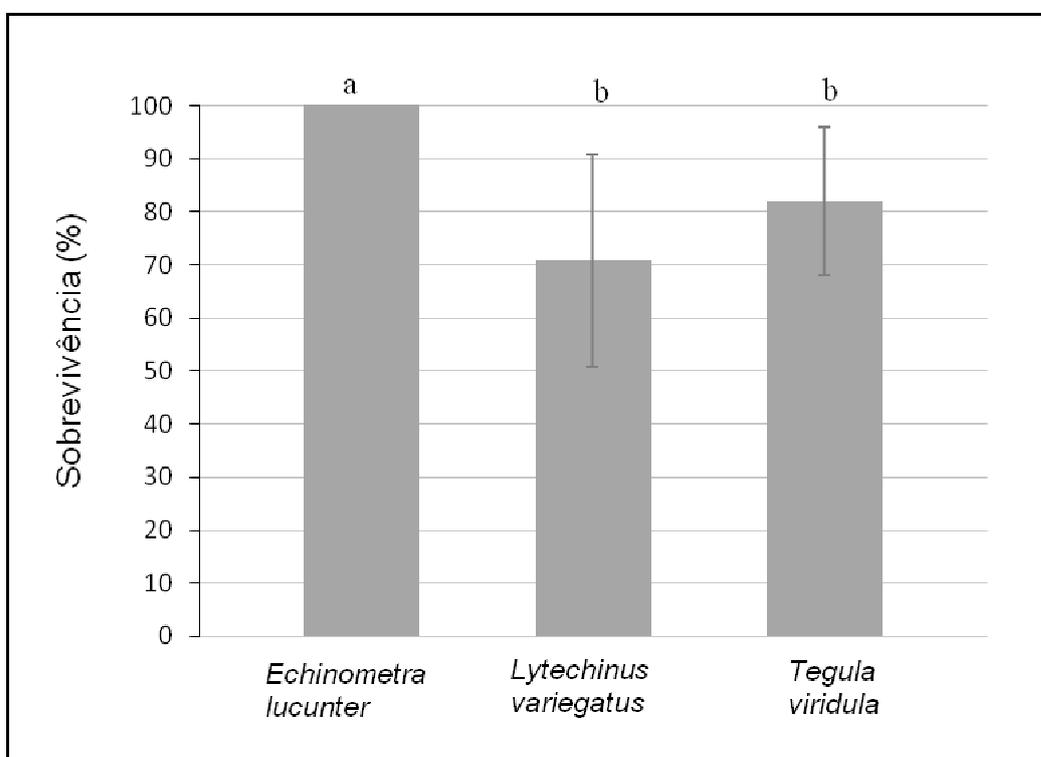


Figura 12 - Sobrevivência dos biocontroladores ao final do experimento. Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey.

4.4. Influência na redução do “fouling”

Através de análises visuais efetuadas nas lanternas, após 30 dias de cultivo (Figuras 13a, 13b, 13c e 13d), e ao final do experimento (Figuras 14a, 14b, 14c e 14d), verificou-se uma maior redução do “fouling” nos tratamentos T2 (*E. lucunter*) e T3 (*L. variegatus*) em comparação com os demais tratamentos. Foi possível, também, observar uma maior incrustação de moluscos dos gêneros *Pinctada* e *Pteria* nas estruturas de cultivos para os tratamentos T1 (Contrôle) e T4 (*T. viridula*). A biomassa de “fouling”, porém, só foi quantificada ao final do experimento.



Figura 13 a – Aspecto das estruturas de cultivo do experimento com 30 dias de cultivo T1- Controle.



Figura 13 b – Aspecto das estruturas de cultivo do experimento com 30 dias de cultivo após a introdução dos organismos T2- *E. lucunter*.



Figura 13 c – Aspecto das estruturas de cultivo do experimento com 30 dias de cultivo após a introdução dos organismos T3- *L.variegatus*.



Figura 13 d – Aspecto das estruturas de cultivo do experimento com 30 dias de cultivo após a introdução dos organismos T4- *Tegula viridula*.



Figura 14 a - Análise visual da estrutura de cultivo T1- Controle ao final do experimento, com 150 dias de cultivo.



Figura 14 b - Análise visual da estrutura de cultivo T2- *E.lucunter* ao final do experimento, com 150 dias de cultivo.



Figura 14 c - Análise visual da estrutura de cultivo T3- *L. variegatus* ao final do experimento, com 150 dias de cultivo.



Figura 14 d - Análise visual da estrutura de cultivo T4- *T. viridula* ao final do experimento, com 150 dias de cultivo.

4.4.1. “Fouling” úmido

Pela Tabela 5 e Figura 15 verifica-se que houve diferença significativa entre as biomassas remanescentes, tanto de “hard fouling” ($F= 9.09$; $p < 0.05$) como de “soft fouling” ($F= 16.87$; $p < 0,05$) nas lanternas de cultivo ao final do período experimental, com os tratamentos T2 (*E. lucunter*) e T3 (*L. variegatus*) proporcionando maior redução em relação ao T1 (Controle) e T4 (*T. viridula*). Todavia, não houveram diferenças significativas, pelo teste de Tukey, entre os tratamentos T2 e T3 e entre os tratamentos T1 e T4.

Com relação às biomassas remanescentes de “fouling” aderido nas valvas das vieiras, verificou-se, ainda pela Tabela 5 e Figura 15, que não houve diferença significativa para o “hard fouling”, entre os tratamentos testados, mostrando que os organismos biocontroladores não influenciaram a redução desse grupo de “fouling” nas valvas das vieiras. Porém as biomassas de “soft fouling” diferiram significativamente ($F= 5.41$; $p < 0,05$) entre os tratamentos T2 (*E. lucunter*) e T1 (Controle), mas não houve diferença significativa entre as biomassas desses tratamentos com as dos tratamentos T3 (*L. variegatus*) e T4 (*T. viridula*).

Tabela 5 – Biomassas médias (g) e desvio padrão de “fouling” úmido remanescente nas lanternas e nas valvas das vieiras ao final do experimento, para os diferentes tratamentos: T1 (Controle), T2 (*E. lucunter*), T3 (*L. variegatus*) e T4 (*T. viridula*)

	T1	T2	T3	T4
Hard fouling lanternas	444,6 ± 242,0	78,2 ± 22,7	170,6 ± 156,5	426,1 ± 151,8
Soft fouling lanternas	350,0 ± 117,7	133,2 ± 30,6	198,1 ± 86,2	378,1 ± 86,6
Hard fouling vieiras	49,8 ± 35,8	40,7 ± 18,4	44,5 ± 33,6	61,1 ± 37,2
Soft fouling vieiras	241,2 ± 61,9	138,6 ± 63,9	196,5 ± 54,3	172,7 ± 43,1

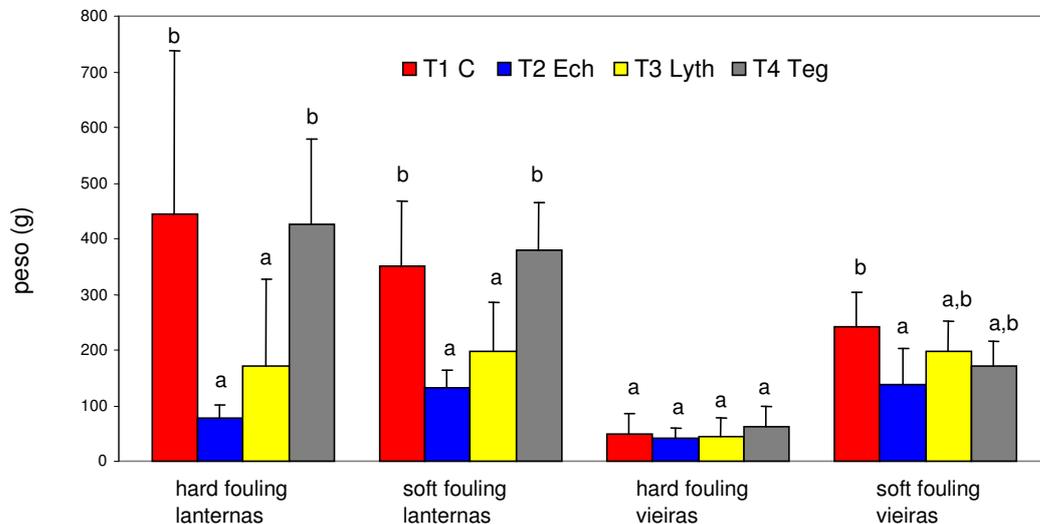


Figura 15 - Biomassas médias remanescentes de “fouling” úmido nas lanternas e nas valvas de vieiras, nos quatro tratamentos testados. Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey.

4.4.2. “Fouling” desidratado

Analisando-se as biomassas (peso desidratado) de “hard fouling” remanescente nas lanternas de cultivo (Tabela 6 e Figura 16), verificou-se que, da mesma forma que para o peso úmido, os tratamentos T2 (*E. lucunter*) e T3 (*L. variegatus*) foram significativamente mais eficientes ($F = 8,76$; $p < 0,05$) do que os tratamentos T1 (Controle) e T4 (*T. viridula*). Observou-se ainda que o tratamento T1 (Controle) apresentou uma quantidade remanescente de incrustações menor do que o tratamento T4 (*T. viridula*), embora o teste de Tukey demonstrasse não haver diferença significativa entre os dois tratamentos. Igualmente não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos T2 e T3.

Para a análise das biomassas de “soft fouling” nas lanternas foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis devido à resposta negativa do teste de Bartlett quanto à homogeneidade. Verificou-se que o tratamento T2 (*E. lucunter*) foi significativamente melhor que os demais ($F = 11,85$; $p < 0,05$), sendo que estes não diferiram significativamente entre si.

Com relação às biomassas de “fouling” incrustado sobre as valvas das vieiras, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, tanto para o “hard” como para o “soft fouling”, sendo que os valores ficaram muito aproximados para os diferentes tratamentos.

Tabela 6 – Biomassas médias (g) e desvio padrão de “fouling” desidratado remanescente nas lanternas e nas valvas das vieiras ao final do experimento, para os diferentes tratamentos: T1 (Controle), T2 (*E. lucunter*), T3 (*L. variegatus*) e T4 (*T. viridula*).

	T1	T2	T3	T4
“Hard fouling” lanternas	191,4 ± 119,2	26,1 ± 10,1	78,5 ± 78,2	199,4 ± 80,0
“Soft fouling” lanternas	78,6 ± 34,6	25,3 ± 5,6	54,6 ± 20,5	100,6 ± 38,9
“Hard fouling” vieiras	24,0 ± 16,1	21,2 ± 9,2	22,4 ± 16,7	30,9 ± 18,4
“Soft fouling” vieiras	23,7 ± 5,5	27,7 ± 11,4	23,5 ± 7,2	28,6 ± 5,6

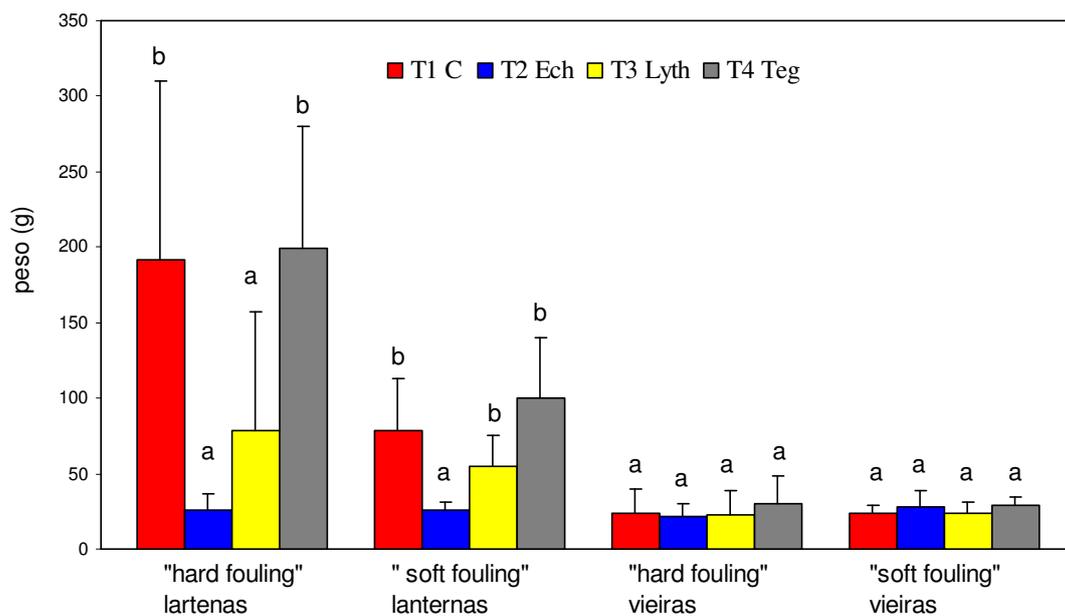


Figura 16 - Biomassas médias remanescentes de “fouling” desidratado nas lanternas e nas valvas de vieiras, nos quatro tratamentos testados. Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey.

A espécie *Echinometra lucunter* foi a que proporcionou a maior redução das taxas de incrustação nas lanternas, tanto de “hard fouling” 86,35% quanto de “soft fouling” 67,72 % em relação ao tratamento controle. Já a espécie *Tegula viridula* apresentou os piores resultados, não diferindo significativamente do controle em nenhuma das análises, tanto para o “fouling” úmido como para o “fouling” desidratado.

5. DISCUSSÃO

Os valores registrados para as variáveis oceanográficas monitoradas, estiveram dentro dos limites adequados ao bom desenvolvimento da espécie *Nodipecten nodosus*. Segundo RUPP e PARSONS (2004), o crescimento dessa espécie é significativamente menor em temperaturas abaixo de 17 °C e maior quando a temperatura está acima de 20 °C, sendo que a temperatura de 31 °C é letal. Os mesmos autores acrescentam que, por ser uma espécie estenoalina, *N. nodosus* pode apresentar altas mortalidades em salinidades inferiores a 25. No decorrer do presente experimento não foram registrados esses valores críticos que pudessem ser desfavoráveis para o crescimento e sobrevivência das vieiras.

A biomassa fitoplanctônica apresentou valores sempre maiores do que os observados por RUPP *et al.* (2005) no município de Porto Belo (SC), que encontraram valores máximos de clorofila-a durante o inverno-primavera (média de 1,7 µg L⁻¹) e menores na primavera-outono (média de 0,7 µg L⁻¹). LODEIROS *et al.* (1998) em um trabalho realizado em Turpialito no Golfo de Cariaco, Venezuela, comparou as médias de clorofila-a em 3 diferentes profundidades, no período de dezembro a julho, encontrando 4,8, 1,9 e 0,7 µg L⁻¹ a 8 m, 21 m e 34 m de profundidade respectivamente, observando que existe uma relação inversa entre a profundidade e a biomassa fitoplanctônica.

As taxas de crescimento diário foram semelhantes às registradas por outros autores para a mesma espécie. ALBUQUERQUE e FERREIRA (2006), mantendo juvenis de *Nodipecten nodosus* com tamanho inicial de 23,9 mm ± 2,4 em cultivo intermediário, a uma profundidade de 4 m, observaram taxas de crescimento diário de 0.2003 mm dia⁻¹ e 0.1859 mm dia⁻¹ para as densidades de 50 e 100 indivíduos respectivamente. LODEIROS *et al.* (1998) observaram, para *Nodipecten nodosus*, os valores de 0.3333 mm dia⁻¹, 0.2833 mm dia⁻¹ e 0.1666 mm dia⁻¹ para 8, 21 e 34 m de profundidade, respectivamente, durante os 5 primeiros meses de cultivo, utilizando uma densidade de 90

indivíduos/piso. Com relação às alturas das vieiras registradas ao final do experimento, MARQUES *et al.* (2004a) verificaram um crescimento semelhante ao do presente trabalho, após 7 meses de cultivo na região de Ubatuba (SP), com valores médios de 62,1 e 60,4 mm a 3 e 6 metros de profundidade, respectivamente.

A influência do uso de biocontroladores, principalmente ouriços-do-mar sobre o crescimento de vieiras foi registrada por outros autores para cultivos com outras espécies. ROSS *et al.* (2004), trabalhando com biocontroladores de “fouling” em um cultivo da vieira *Pecten maximus*, observaram que a espécie de ouriço-do-mar *Psammechinus miliaris*, incrementou significativamente as taxas de crescimento das vieiras, quando empregados na densidade de 5 animais / pearl-net, com piso medindo 34 x 34 cm (1.156 cm²). Por outro lado, o crescimento também está relacionado com outras variáveis como temperatura, salinidade, disponibilidade de alimento e densidade de povoamento (ROSS *et al.*, 2004), sendo que distúrbios biológicos freqüentes também podem reduzir as taxas de crescimento da vieira (IRLANDI e MEHLICH, 1996). Pode-se supor que esses distúrbios podem vir a ocorrer se os biocontroladores forem estocados em altas densidades. TAYLOR *et al.* (2006) descreveram que o “fouling” não causou efeito na mortalidade de *Pinctada maxima*, mas a remoção desses organismos em intervalos de 2 a 4 semanas promoveram a redução do crescimento e deformidade das valvas. CLAEREBOUDT *et al.* (1994), reportaram um aumento do músculo para a espécie *Placopecten magellanicus*, quando essas eram mantidas limpas do “fouling” acumulado nas estruturas de cultivo.

ALBUQUERQUE e FERREIRA (2006), cultivando *N. nodosus* em Porto Belo, no Estado de Santa Catarina, a 4, 9 e 14 m de profundidade e nas densidades de 50 e 100 vieiras por piso, observaram uma taxa de sobrevivência final entre 90 e 96%, semelhante à registrada no presente experimento. Todavia, os resultados aqui obtidos foram melhores do que os obtidos na maioria dos trabalhos revisados, para essa e outras espécies. Na Venezuela, LODEIROS *et*

al. (1998), estudando o cultivo de vieiras *Nodipecten nodosus*, suspensas por 7 meses em um “long-line” em 3 profundidades distintas, obtiveram taxas de sobrevivência de 66,7; 58,5 e 14,7 %, respectivamente a 8, 21 e 34 m de profundidade. MARQUES *et al.* (2004a) comparando o crescimento de *Nodipecten nodosus* em duas profundidades distintas 3 e 6 m, em Ubatuba, encontraram valores médios da taxa de sobrevivência de 89,5% e 91,6%, respectivamente. Na Venezuela, LODEIROS e GARCIA (2004), cultivando a espécie *Pinctada imbricata*, juntamente com organismos biocontroladores de “fouling” observaram taxas de sobrevivência entre 70 e 78% ao final do experimento. BARBER e DAVIS (1997), utilizando a espécie *Argopecten irradians* cultivada em dois locais distintos nos Estados Unidos, registraram taxas de sobrevivência de 50,8% e 57,4%.

A sobrevivência das vieiras pode ser afetada tanto pela presença do “fouling” como pelo manejo necessário para a retirada do mesmo ao longo do cultivo. Em um estudo realizado em Ubatuba, GELLI *et al.* (2005) demonstraram que o tratamento de limpeza periódica das valvas de *Nodipecten nodosus* não resultou em maior crescimento, podendo diminuir a taxa de sobrevivência (81,8% para vieiras limpas e 88,3% para não limpas), provavelmente devido ao estresse durante o manejo de limpeza. Dados esses concordantes com PARSONS e DADSWELL (1992), que relatam que uma limpeza manual durante o cultivo intermediário de *Placopecten magellanicus* resultou em 23% de mortalidade das vieiras. Esses mesmos autores recomendam, para essa espécie, a utilização de uma densidade menor de estocagem, para reduzir o manuseio. LODEIROS e HIMMELMAN (1996) verificaram o impacto negativo do “fouling”, na espécie de vieira *Euvola ziczac*, em quatro diferentes tratamentos de limpeza, nas vieiras e lanternas, relatando uma mortalidade de 64% para o tratamento sem limpeza e 22% para o tratamento com limpeza, tanto nas vieiras quanto nas lanternas de cultivo.

No presente trabalho não foi possível associar a boa sobrevivência ao uso dos biocontroladores. No entanto, outros autores registraram essa influência:

MINCHIN e DUGGAN (1989) demonstraram que, introduzindo dogwhelks (uma espécie de gastrópode) dentro dos “pearls-nets” para o cultivo de vieiras, foi possível melhorar a sobrevivência das mesmas, diminuindo a abundância de outros moluscos bivalves.

A boa sobrevivência dos ouriços-do-mar em cultivos de vieiras também foi reportada por ROSS *et al.* (2004) que, trabalhando com controladores biológicos de “fouling” em cultivo de *Pecten maximus* na Inglaterra, observaram que a espécie de *Echinus esculentus* apresentou melhor sobrevivência do que *Psammechinus miliaris* (médias de 96% e 87% respectivamente). No presente trabalho, foi observada uma pequena mortalidade de *L. variegatus* no mês de junho, ao mesmo tempo em que foi constatada uma elevação dos níveis de matéria orgânica em suspensão para o valor de 38,7 mg L⁻¹. De acordo com LAWRENCE, (2001), *L. variegatus* não tolera a presença de silte em suspensão e abandona as áreas com turbidez, comportamento esse que pode explicar a mortalidade ocorrida.

Apesar da menor sobrevivência, verificou-se que *L. variegatus* proporcionou um maior crescimento das vieiras do que *E. lucunter*. No presente trabalho, optou-se por não realizar a reposição dos biocontroladores quando estes morriam reposição essa que, se houvesse sido realizada, poderia ter melhorado o desempenho de *L. variegatus* na remoção do “fouling”. Já *E. lucunter* apresentou sobrevivência de 100%, ao final do experimento, e apresentou maior eficiência na remoção do “fouling”. Esse fato torna essas duas espécies indicadas para uso como biocontroladores em cultivo de vieiras. Segundo LAWRENCE (2001), *E. lucunter* se adapta a diferentes condições ambientais, é uma espécie generalista que se alimenta preferencialmente de macrófitas marinhas, ocasionalmente consumindo animais bênticos, como esponjas e corais. Já *L. variegatus* é caracterizada como sendo uma espécie onívora (BLESSINGFIELD e MCCLINTOCK, 1998; LAWRENCE, 2001).

Neste trabalho as duas espécies de ouriço-do-mar, *E. lucunter* e *L. variegatus* mostraram eficiência apenas no controle e remoção do “fouling” das lanternas de cultivo, não apresentando eficiência na remoção do “fouling” aderido às valvas das vieiras. Resultado semelhante foi observado por LODEIROS e GARCIA (2004), em cultivo de ostras perliíferas *Pinctada imbricata* no golfo de Cariaco na Venezuela, no qual para os tratamentos utilizando a mesma espécie *E. lucunter*, foi registrada uma redução de 45–51% do peso seco de “fouling” das lanternas em relação ao controle. Porém a espécie *L. variegatus* também utilizada no presente trabalho, apresentou melhores resultados, proporcionando uma redução de 74% do “fouling” na lanterna, quando comparado com o tratamento controle. Não houve diferenças significativas no crescimento de *P. imbricata* nos diferentes tratamentos.

A diversidade e a intensidade do “fouling” são específicas aos lugares onde se desenvolve a aquicultura, dependendo diretamente da estação do ano, localização geográfica e condições ambientais locais (URIBE *et al.*, 2001). Esses autores ainda descrevem que a biomassa de “fouling” nos pectinídeos apresenta variações sazonais durante as estações, variando de 30 a 170 g por vieira em exemplares de *Argopecten purpuratus* cultivados por 90 dias na Bahia de Tongoy, Chile. No presente experimento, a biomassa máxima de “fouling” seco, agrupando-se “hard” e “soft fouling”, foi de 59,1 g por vieira no tratamento T4 (*T. viridula*).

Alguns estudos têm focado as espécies presentes no “fouling” de cultivo de vieiras, tanto nas estruturas de cultivo como nas valvas dos animais, principalmente na Venezuela (LODEIROS e HIMMELMAN, 1996) e no Brasil (RUPP e PARSONS, 2006). Já nas baías de Tongoy, Guanaqueros e Inglesa no Chile, onde existem cultivos comerciais da espécie *Argopecten purpuratus*, têm sido realizados estudos sobre a composição e distribuição do “fouling” nas valvas e sistemas de cultivos, sendo registradas 63 espécies, nas quais 27 encontram-se tanto no inverno quanto no verão (URIBE *et al.*, 2001). KASHIN e MASLENNIKOV (1993) descreveram a composição e biomassa das comunidades de “fouling” sobre tanques e estruturas associadas a cultivo de

vieira *Mizuhopecten yessoensis*, e demonstraram uma menor biomassa de organismos em regiões de mar aberto “offshore”. ZHANG et al. (1991) em um trabalho anterior, também descrevem essa diminuição do “fouling” com o aumento da profundidade, recomendando que, em cultivo de *Argopecten irradians*, não se use uma profundidade inferior a de 2 metros, devido à grande incidência de “fouling” em águas superficiais.

Alguns autores descrevem que esponjas incrustadas nas vieiras podem ser benéficas às mesmas, constituindo uma forma de mutualismo. Por exemplo, FORESTER (1979) demonstra que a esponja *Halichondria panicea*, por sua natureza tóxica, oferece uma proteção para a espécie de vieira *Mimachlamys varia* contra as estrelas do mar, que são predadoras. ARMSTRONG et al. (1999) na Escócia também descrevem a eficiência da utilização da esponja comum *Suberites ficus*, associadas com a espécie de vieira *Aequipecten opercularis*, demonstrando que, com a utilização das esponjas pode-se promover um processo mais fácil de limpeza final.

A incrustação biológica ainda persiste como uma significativa barreira prática e econômica para o desenvolvimento da aquicultura, sendo necessários estudos visando à sua redução. O aprimoramento do biocontrole como redução dessas incrustações somente será conseguido através de estudos visando determinar qual a melhor densidade, tamanho dos organismos biocontroladores, outras espécies com potencial e definição da época para utilização, com vistas à utilização comercial dessa técnica em sistemas de cultivo de bivalves.

Os resultados aqui obtidos podem indicar uma possível viabilidade de utilização do consórcio vieira e biocontrolador como uma forma de policultivo, principalmente no caso dos ouriços-do-mar que apresentam valor comercial, desde que sejam otimizadas as estruturas de cultivo e novos estudos sejam realizados com relação às densidades de estocagem dos biocontroladores,

permitindo assim uma melhoria na rentabilidade da produção (HIDU et al., 1981; LODEIROS e GARCIA, 2004; ROSS et al., 2004.), com relação a espécie *Tegula viridula* (apesar de existir grande procura na utilização em aqualiofilia marinha) é descartada a hipótese de utilização dessa como biocontrolador de “fouling” pois não demonstrou eficiência.

6. CONCLUSÕES

Observou-se uma redução significativa do “fouling” nas lanternas de cultivo, utilizando as espécies de ouriço-do-mar *Echinometra lucunter* e *Lytechinus variegatus*.

Não houve redução significativa do “fouling” incrustado nas valvas das vieiras, através da utilização dos biocontroladores.

A espécie *Tegula viridula* não foi eficiente na remoção de “fouling” descartando a hipótese de utilização da mesma no controle biológico.

O crescimento das vieiras foi significativamente maior quando se utilizou *Lytechinus variegatus* como biocontrolador.

As sobrevivências das vieiras não foram afetadas com a utilização dos biocontroladores *Echinometra lucunter* e *Lytechinus variegatus*, podendo os mesmos serem recomendados para essa finalidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, R. T. 1974 *American seashells: the marine mollusks of the Atlantic and Pacific coasts of North America*. Ed. Van Nostrand Reinhold, New York, 2nd ed, 663 pp.

ALBUQUERQUE, M.C.P. e FERREIRA, J.F. 2006 Eficiência comparada do cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Pectinidae) em diferentes densidades e profundidades. *Biotemas*, 19: 37-45.

ALVAREZ, I.L.A.; MARQUES, H.L.A.; GELLI, V.C.; ROMA, R.P.C.; NOVAIS, A.B.G., 2006, Incidência de *Lithophaga aristata* DILLWYB (MOLLUSCA: BIVALVIA:MYTILIDAE) em conchas de vieiras *Nodipecten nodosus* LINNAEUS cultivadas em Ubatuba, Litoral Norte de São Paulo. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGISTAS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 9, Maceió 23–26 out., Anais..., ABRAPOA, não paginado, CD-ROM.

APHA, 1998. *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, 20th ed.

ARMSTRONG, E.J.; MACKENZIE, J.D.; GOLDSWORTHY, G.T. 1999 Aquaculture of sponges on scallops for natural products research and antifouling. *Journal of Biotechnology*, 70: 163-174.

BARBER, B.J. e DAVIS, C.V. 1997 Growth and mortality of cultured bay scallops in the Damariscotta River, Maine (USA). *Aquaculture International*, 5: 451–460.

BAZES, A.; SILKINA A.; DEFER D.; BERNÈDE-BAUDUIN C.; QUÉMÉNER, E.; BRAUD, J.P.; BOURGOUGNON N. 2006 Active substances from *Ceramium*

botryocarpum used as antifouling products in aquaculture. *Aquaculture*, 258: 664-674.

BLESSINGFIELD, S.D e MCCLINTOCK, J.B. 1998 Differential survivorship, reproduction, growth, and nutrient allocation in the regular echinoid *Lythechinus variegatus* (Lamarck) fed natural diets. *J.Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 226: 195-215.

CLAEREBOUDET, M.R.; BUREAU, D.; COTE, J.; HIMMELMAN, J.H. 1994 Fouling development and its effects on the growth of juvenile scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. *Aquaculture*, 121: 327-342.

COAN, E.V.; SCOTT, P.V.; BERNARD, F.R. 2000 *Bivalve seashells of western North America*. Santa Barbara Museum of Natural History. Santa Barbara, 764 p.

FAO Fishery Information, Data and Statistics Unit. 2007. Aquaculture production: quantities 1950-2005. FISHSTAT Plus - Universal software for fishery statistical time series [online or CD-ROM]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp> Acesso em 22.08.2007.

FONSECA, M.L. 2004 *Anatomia funcional de Nodipecten nodosus (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Pectinidae)*. Tese de doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 173 p.

FORESTER, A.J. 1979 The association between the sponges *Halichondria panacea* (Pallas) and scallop *Chlamys varia* (L): commensal-protective mutualism. *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.* 36: 1-10.

GELLI, V.C.; ROMA, R.P.C.R.; MARQUES, H.L.A.; NOVAIS, A.B.G.; RODRIGUES, V.C.S. 2005 Influência do manejo da limpeza do *fouling* no crescimento e sobrevivência da vieira *Nodipecten nodosus* cultivada em águas rasas no litoral de Ubatuba (SP). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE

MALACOLOGIA, 20, Rio de Janeiro, 25-29 jul. Anais... Sociedade Brasileira de Malacologia, Rio de Janeiro, p. 407.

GONZÁLEZ, M.L.; LOPEZ, D.A.; PÉREZ, M.C.; RIQUELME, V.A.; URIBE, J.M.; LE PENNEC, M. 1999 Growth of the scallop, *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), in southern Chile. *Aquaculture*, 175: 307-316.

HENDLER, G.; MILLER J.E.; PAWSON, D.L.; KIER P.M. 1995 *Sea stars, sea urchins and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean*. Ed. Smithsonian Inst Press, Washington, 390 p.

HIDU, H.; CONARY, C.; CHAPMAN, S.R. 1981 Suspended culture of oysters: biological fouling control. *Aquaculture*, 22: 189 - 192.

HODSON, S.L.; BURKE, C.M.; BISSET, A.P. 2000 Biofouling in fish-cage netting: efficacy of a silicone coating and the effect of net colour. *Aquaculture*, 184: 277-290.

IRLANDI, E.A. e MEHLICH, M.E. 1996 The effects of tissue cropping and disturbance by browsing fish on growth of two species of suspension-feeding bivalves. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 197: 279-293.

KAEHLER, S. e MCQUAID, C.D. 1999 Lethal and sub-lethal effects of phototrophic endoliths attacking the shell of the intertidal mussel *Perna perna*. *Mar. Biol.* 135: 497- 503.

KASHIN, I.A.; MASLENNIKOV, S.I. 1993 Fouling on constructions for cultivation of the scallop *Mizuhopecten yessoensis*. *Russ Journal Marine Biologiya Morya*. 19 (4): 90-97.

KELLY, M.S., 2001. Sea urchin aquaculture - the road from research to industry. *Shellfish News*, 12: 24–26.

LAWRENCE, J.M. 2001 *Edible sea urchins biology and ecology*. Ed. Elsevier, Amsterdam, 419 p.

LEBLANC, N., DAVIDSON J., TREMBLAY, R., MCNIVEN, M., LANDRY, T., 2007 The effects of anti-fouling treatments for the clubbed tunicate on the mussel, *Mytilus edulis*. *Aquaculture*, 264: 205-213.

LODEIROS, C.J. e HIMMELMAN, J.H. 1996 Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (Linnaeus, 1758) in suspended culture. *Aquaculture Research* 27: 749-756.

LODEIROS, C.J.; RENGEL J.J.; FREITES L.; MORALES F.; HIMMELMAN, J.H. 1998 Growth and survival of the tropical scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* maintained in suspended culture at three depths. *Aquaculture* 165: 41-50.

LODEIROS, C.J.; MAEDA-MARTINEZ, A.N.; FREITES, L.; URIBE, E.; LUCHCOTA, D.B.; SICARD, M.T. 2001 Ecophysiology os scallops from Iberoamerica. *In: Los Moluscos Pectinideos de Iberoamérica: Ciência y Acuicultura* A. N. Maeda-Martinez (ed.) Cap.4, p. 77-88.

LODEIROS, C.J. e GARCIA, N. 2004 The use of sea urchins to control fouling during suspended culture of bivalves. *Aquaculture*, 231: 293-298.

MARQUES, H.L.A. 1998 *Criação Comercial de Mexilhões*. Ed. Nobel, São Paulo, 111 p.

MARQUES, H.L.A.; GELLI, V.C.; LOMBARDI, J.V.; RODRIGUES, V.C.S.; KUNTZ, D.; CONTIN, E.R.; OLIVEIRA, E.N. 2004a Comparação entre o crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* cultivada em duas profundidades no litoral de Ubatuba (SP). *In: AQUIMERCO 2004 – ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA*, 1, Vitória (ES), 23-

28 mai. Anais... Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal, p. 132

MARQUES, H.L.A.; GELLI, V.C.; RODRIGUES, V.C.S.; KUNTZ, D.; CONTIN, E.R. 2004b Crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* cultivada em águas rasas no litoral de Ubatuba (SP). In: AQUIMERCO 2004 – ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE Aqüicultura e BIOLOGIA AQUÁTICA, 1, Vitória (ES), 23-28 mai. Anais... Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal, p. 136.

MINCHIN, D., e DUGGAN, C.B., 1989 Biological control of the mussel in shellfish culture. *Aquaculture*, 81: 97-100.

PARSONS, G.J. e DADSWELL, M.J., 1992 Effect of stocking density on growth, production and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, held in intermediate suspension culture in Plassamaquoddy Bay, New Brunswick. *Aquaculture*, 103: 291-309.

PEZZUTO, P.R. e BORZONE, C.A. 1997 The scallop *Pecten ziczac* (Linnaeus, 1758) fishery in Brazil. *J. Shellfish Res.* 16 (2): 527-532.

PIT, J.H. e SOUTHGATE, P.C. 2003 Fouling and predation; how do they affect growth and survival of the blacklip pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, during nursery culture? *Aquaculture International*, 11: 545-555.

RIKARD, F.S. e WALLACE, R.K. 1997 Management strategies for fouling control in Alabama oyster culture. *J. Shellfish Research*, 161: 313.

RIOS, E.C. 1994 Seashells from Brazil. Rio Grande: Fundação Cidade do Rio Grande; Museu Oceanográfico, 328 p.

ROSS, K.A.; THORPE, J.P.; BRAND, A.R. 2004 Biological control of fouling in suspended scallop cultivation. *Aquaculture*, 229: 99-116.

RUPP, G.S. 2000 O cultivo da vieira tropical *Nodipecten nodosus*: Situação atual e perspectivas para o Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA - SIMBRAQ, 11. Florianópolis, S.C., 03-07 dez., Anais, não paginado, CD-ROM.

RUPP, G.S. e POLI, C.R. 1994 Spat production of the scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758), in the hatchery: initial studies in Brazil; *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 91-96.

RUPP, G.S. e PARSONS, G. J. 2006 Scallop Aquaculture and fisheries in Brazil. In: S. E. SHUMWAY & G. J. PARSONS (eds). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier Science Publishing Co, New York. p. 1225-1250.

RUPP, G.S. e BEM, M.M. 2004 Cultivo de Vieiras, In: Poli, C.R.; Poli, A.T.B.; Andreatta, E.R. e Beltrame, E. (orgs.). *Aqüicultura: experiências brasileiras*. Multitarefa Editora Ltda, Florianópolis, Brasil, p. 289-308.

RUPP, G.S. e PARSONS, G.J. 2004 Effects of salinity and temperature on the survival and byssal attachment of the lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* at its southern distribution limits. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 309: 173-198.

RUPP, G.S.; PARSONS, G.J.; THOMPSONA, R.J.; BEM, M.M. 2005 Influence of environmental factors, season and size at deployment on growth and retrieval of postlarval lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) from a subtropical environment. *Aquaculture*, 243: 195-216.

SCHUTZ, H. 2005 *Sea urchins: a guide to worldwide shallow water species*. H. & P. Schultz Partner Scientific Publications, Hemdingen, Germany, 484 p.

TAYLOR, J.J.; SOUTHGATE, P.C.; ROSE, R.A. 1997 Fouling animals and their effects on growth of silver-lip pearl oyster, *Pinctada maxima* (Jameson) in suspended culture. *Aquaculture*, 153: 31-40.

TAYLOR, M.H.; KOCH, V.; WOLFF, M.; SÍNSEL, F. 2006 Evaluation of different shallow water culture methods for the scallop *Nodipecten subnodosus* using biologic and economic modeling. *Aquaculture*, 254: 301-316.

URIBE, E.; LODEIROS, C.J.; FÉLIX-PICO, E.; ETCHEPARE, I. 2001 Fouling in Iberoamerican scallop. In: *Los Moluscos Pectinideos de Iberoamérica: Ciência y Acuicultura*. A. N. Maeda-Martinez (ed.) cap 13, p.246-266.

VIEIRA, S. e HOFFMANN, R. 1989 *Estatística Experimental*. Ed. Atlas, São Paulo, 179 p.

ZHANG F., YICHAO, H., XIANGSHENG, L., JIANGHU, M., LINGXIN, Q., SHUYING, L., 1991 Growth and mortality of bay scallop *Argopecten irradians* cultured at various waterlayers in Jiaozhou Bay. *Journal of Fishery of China*. Shanghai 15(1): 42-47.