

MARIAH SANDOVAL BAPTISTA

ASCÍDIAS ASSOCIADAS AO CULTIVO DE OSTRAS: CAPACIDADE DE COLONIZAÇÃO DE
SUBSTRATOS NATURAIS

MONBIO
BAPTISTA, Mariah Sandoval

CURITIBA
2007

Mariah Sandoval Baptista

Ascídias associadas ao cultivo de ostras: capacidade de colonização de substratos naturais

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas, para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Dra. Rosana Moreira da Rocha

CURITIBA
2007

AGRADECIMENTOS

À Dra. Rosana Moreira da Rocha pela constante disposição, paciência e boa vontade, e por ter me dado desde cedo a oportunidade de trabalhar com zoologia.

À Nelson Silveira Junior pelo convite para desenvolvimento do trabalho.

Aos funcionários na Fazenda Marinha Atlântico Sul- SC pela colaboração nos dias de coleta e a manutenção do experimento ao longo do ano.

À Laura Kremer, pela amizade, paciência, boa vontade, auxílio nas coletas e em todas as horas e disposição de me ouvir e me ensinar mesmo as coisas mais banais.

À Nadia Bonnet, pelo ombro amigo e pela disponibilização de mapas de distribuição.

À Thais Zanata pela grande ajuda na triagem dos materiais.

Às amigas Dilza Trevisan, pela amizade incondicional durante os quatro anos em que estivemos juntas, Fernanda Tanaka por me fazer ver que as coisas nem sempre estão perdidas e Luciane de Souza pela companhia em todas as horas, e pelos abraços que tantas vezes eu precisei.

À outros amigos: Cassiana Mazanek, Douglas Montenegro, Nathalia Yurika, Mariana Porsani e outros tantos que estiveram comigo sempre.

Aos meus pais, que durante quatro anos acompanharam meus altos e baixos e sempre souberam dar a força e os empurrões para eu chegar até aqui. E olha que eu abusei desse amor incondicional.

RESUMO

A maricultura no Brasil vem crescendo a cada ano e o estado de Santa Catarina destaca-se nesta atividade. Um problema associado aos cultivos é incrustação biológica que é formada por invertebrados sésseis e algas, com destaque para os tunicados. Os cultivos de moluscos criam um novo habitat no ambiente marinho, favorável à colonização de espécies exóticas. Os objetivos desse trabalho foram identificar as ascídias presentes em um cultivo de ostras, detectar espécies exóticas e avaliar a capacidade de colonização de substrato natural de granito, na presença e ausência de predação. O projeto foi desenvolvido na Fazenda Marinha Atlântico Sul, Florianópolis, SC. Foram submersas em 30/05/2006, 16 lanternas, cada uma com 3 placas de granito (2 internas e 1 externa) e 3 áreas equivalentes de bandeja. Quatro destas lanternas foram coletadas em cada uma das datas 04/09/2006, 14/12/2006, 09/03/2007 e 01/06/2007. As espécies de tunicados foram classificadas como introduzidas, criptogênicas ou nativas e as variáveis analisadas foram: porcentagem de cobertura e frequência de ocorrência das espécies mais abundantes e/ou mais freqüentes, exóticas e nativas. Foram encontradas 14 espécies de ascídias: *Trididemnum orbiculatum* e *Polycarpa spongiabilis* (nativas), *Diplosoma listerianum*, *Didemnum perlucidum*, *Lissoclinum fragile*, *Distaplia bermudensis*, *Clavelina oblonga*, *Botrylloides nigrum*, *Botrylloides giganteum*, *Styela canopus*, *Symplegma rubra* e *Microcosmus exasperatus* (criptogênicas) e *Ascidia sydneyensis* e *Styela plicata* (introduzidas). Em relação à frequência de ocorrência nas amostras dos substratos natural e artificial, apenas *A. sydneyensis* apresentou diferença de ocupação, sendo que em porcentagem de cobertura não houve diferença. A avaliação da porcentagem de cobertura foi realizada com as espécies mais freqüentes *S. plicata*, *D. perlucidum*, *P. spongiabilis*, *T. orbiculatum* e *D. listerianum*. Todas as espécies apresentaram maior frequência nas amostras internas, exceto *D. listerianum*, *S. canopus* e *S. rubra*. O cultivo de ostras favorece o estabelecimento de espécies exóticas, pois apenas duas espécies são naturais da região. As espécies mais freqüentes apresentaram valores iguais entre os substratos indicando serem capazes de colonizar substratos naturais da região. As espécies mais freqüentes apresentaram diferença na ocupação da amostras internas e externas da lanterna e parece que a forte pressão de predação observada é responsável pelo não estabelecimento de espécies exóticas em ambientes naturais.

INTRODUÇÃO

A maricultura no Brasil vem crescendo a cada ano. Analisando a produção e os valores gerados por grupos cultivados, durante o período de 1990 a 2001 no Brasil, verifica-se que o grupo dos moluscos foi o que apresentou a maior taxa de variação relativa de crescimento, tanto considerando a produção (11,8%), como também em relação às receitas geradas (20,1%), demonstrando a importância do cultivo de moluscos no cenário aquícola do país (Borghetti et al. 2003). O estado de Santa Catarina destaca-se nesta atividade, pois é o principal produtor nacional de moluscos desde o ano de 1990. Em 2005 já era responsável por 82% da produção nacional, que em 2002 foi de 12.500 toneladas. Esta atividade envolve 786 maricultores cadastrados e é realizada em uma área de 1.213 hectares, distribuídos em 15 parques aquícolas (Manzoni 2005).

Um dos principais problemas associados ao manejo dos cultivos é a grande quantidade de incrustação biológica que ocorre sobre as conchas e as estruturas do cultivo (cordas, bóias, pilares, embarcações etc). A bioincrustação é formada principalmente por invertebrados sésseis e algas. Entre os invertebrados, os grupos mais importantes são tunicados, briozoários, esponjas, hidrozoários e cirripédios (observação pessoal). Estes animais ocupam grande parte do substrato artificial disponível bem como as conchas dos bivalves do cultivo, competindo por espaço tanto com os animais que estão crescendo, como com juvenis dos próprios moluscos. O assentamento destes juvenis é de extrema importância, pois irão formar o estoque de animais para o cultivo seguinte (Manzoni 2005).

A bioincrustação pode provocar diversos danos, tanto pela competição direta por alimento e espaço, como mencionado anteriormente, como também por impedir a circulação de água ou ainda pelo deterioramento das conchas, diminuindo assim seu valor comercial (Pereira et al. 1990). Porém, alguns autores propõem que esta bioincrustação parece não competir com os moluscos quando em baixa quantidade, mas em excesso, o peso causa afundamento do cultivo e redução da vida útil das estruturas, especialmente flutuadores, criando a necessidade de limpezas periódicas (Metri et al. 2002).

Os grandes cultivos de moluscos estão criando um novo hábitat no ambiente marinho, extremamente favorável à colonização de espécies exóticas, especialmente quando próximos a portos com grande movimento internacional. Estes ambientes são comparáveis a marinas e trapiches particulares que fornecem grande quantidade de novos

substratos (Lambert e Lambert 2003). O tipo de substrato disponível define a estrutura do hábitat e conseqüentemente da assembléia que pode ser muito diferente em superfícies naturais e artificiais (Connel e Glasby 1998). Em cultivos, uma variedade de materiais é utilizada como substrato por serem de fácil manipulação e atenderem as necessidades de tal atividade, aumentando a heterogeneidade ambiental. A disponibilização de novos substratos ao longo de todo o ano fornece espaço para larvas de espécies que poderiam apresentar dificuldade de colonizar comunidades naturais já desenvolvidas (Stachowicz et al. 1999; Hector et al. 2001).

O transporte por navios, tanto em água de lastro como no casco, é o principal vetor para transporte transoceânico de organismos (Ruiz et al. 2000) e a circulação de barcos de recreio e de pesca fazem a dispersão regional de espécies introduzidas (Johnson et al. 2001). Em Santa Catarina, existem três grandes portos que poderiam configurar portas de entrada para espécies não nativas: São Francisco do Sul, Itajaí e Imbituba. Isso é detectado nos cultivos da região que apresentam como uma das principais espécies bioincrustantes a ascídia *Styela plicata* (Lesueur, 1823), recentemente identificada como espécie invasora (Rocha e Kremer 2005). Esta espécie ocorre apenas na região sudeste e sul do Brasil, geralmente sobre substratos artificiais e pode atingir grandes quantidades nos cultivos (observação pessoal). Além desta, já foi detectada a presença da espécie *Ascidia sydneiensis* Stimpson, 1855, também introduzida, e várias espécies criptogênicas tais como *Clavelina oblonga* Herdman, 1880, *Distaplia bermudensis* Van Name, 1902, *Didemnum perlucidum* Monniot, 1983, *Diplosoma listerianum* (Milne-Edwards, 1841), *Lissoclinum fragile* (Van Name, 1902), *Symplegma rubra* Monniot C., 1972, *Styela canopus* (Savigny, 1816) e *Botrylloides nigrum* Herdman 1886. A grande ocorrência de espécies criptogênicas indica um ambiente vulnerável à entrada de novas espécies, bem como a falta de estudo sobre a fauna da região.

Poucas espécies são capazes de invadir o substrato e as comunidades naturais: aproximadamente 10-15% das espécies que chegam ao ambiente são capazes de se instalar e causar algum tipo de impacto na comunidade nativa (Ruiz et al. 1997). O estabelecimento de espécies exóticas no ambiente natural envolve duas fases principais em termos de diversidade. Num primeiro instante a riqueza de espécies aumenta com a chegada de novas espécies o que resulta num aumento da diversidade do local. Num segundo momento, se a

espécie realmente se estabelecer ela pode deslocar e/ou remover as espécies nativas, o que conseqüentemente diminui a diversidade e leva à homogeneização do ambiente (Ruiz et al. 1997). Assim, a ocupação do substrato natural por espécies invasoras se torna uma grande ameaça à comunidade natural.

Neste sentido, o trabalho de monitoramento da bioincrustação em cultivos é essencial para permitir a detecção precoce do processo de invasão. É sabido que o controle de espécies exóticas depende em grande parte da detecção precoce das espécies, num momento em que suas populações ainda são pequenas e passíveis de erradicação ou controle. A erradicação da bioincrustação é de interesse do maricultor pelas razões apontadas anteriormente, pelo interesse econômico em torno de algumas espécies e por ajudar a reduzir a probabilidade de entrada de espécies exóticas no sistema.

A malacocultura geralmente utiliza cultivos suspensos como forma de evitar a predação dos bivalves (Manzoni 2005), o que reduz o controle biológico, tornando o ambiente ainda mais favorável à colonização por espécies exóticas. Já se verificou que ambientes perturbados estão mais sujeitos à bioinvasão (Hunt e Yamada 2003) e que o mesmo vale para ambientes com grandes taxas de introdução de espécies (Cohen e Carlton 1998). Por outro lado, não se conhece a taxa de estabelecimento em ambiente natural de espécies exóticas presentes em cultivos. O estudo de diferentes substratos de fixação, incluindo substratos naturais, pode indicar as espécies mais capazes de invadir as comunidades naturais. Competição e predação podem controlar a dominância das espécies e a ocupação do espaço livre. Em áreas pequenas e isoladas, a predação tem potencial de controlar o recrutamento das espécies e pode ser um fator determinante no desenvolvimento da comunidade incrustante (Osman e Whitlatch 2004). A introdução de novos predadores é uma conseqüência da maricultura, pois gera alimento adicional nas regiões de cultivo (Azevedo et al. 2006).

Os objetivos desse trabalho foram identificar as ascídias presentes na bioincrustação de um cultivo de ostras, avaliar a presença de espécies exóticas e avaliar a capacidade de colonização de substrato natural de granito, na presença e ausência de predação, pois já foi observado um alto índice de predação na área por peixes (Silveira - Junior comunicação pessoal, 2006).

MATERIAL E MÉTODOS:

Área de estudo

Este projeto foi desenvolvido em colaboração com a empresa Fazenda Marinha Atlântico Sul localizada em Florianópolis na Costeira do Ribeirão sul da Ilha de Santa Catarina (27°43'34"S 48°33'51"W) (Figura 1). A Fazenda Marinha Atlântico Sul foi fundada em 1999 pela fusão de três micro-empresas que já trabalhavam com produção de moluscos há cerca de cinco anos, tornando-se atualmente a maior em produção e comércio de moluscos no Brasil (<http://www.ostras-gigas.com.br>).

O sistema de cultivo é do tipo flutuante, também conhecido como long-line ou espinhel, sendo recomendado para locais com profundidades superiores a quatro metros e mais expostos, sujeitos a ação de ventos e correntes. Este sistema consiste de uma corda principal (cabo de 18, 24 ou 32 mm) com um comprimento de 90 metros, que é mantida junto à superfície com auxílio de flutuadores de 50 ou 20 litros. Na Fazenda Marinha Atlântico Sul existem quatro conjuntos de 18 cordas principais. As lanternas de cultivo de ostras são formadas por 6 discos de plástico injetado de 42 cm de diâmetro dispostos paralelamente à superfície do mar, como estantes nas quais as ostras são colocadas. Uma corda principal sustenta a estrutura que é amarrada no long-line. Em torno de toda esta estrutura fica uma malha de nylon que impede o acesso de predadores às ostras (<http://www.ostras-gigas.com.br>).

Desenho amostral do experimento

Para avaliação do desenvolvimento da comunidade incrustante em substrato artificial e natural e testar a capacidade de espécies exóticas ocuparem substrato natural, foram utilizadas 16 lanternas novas que foram submersas em 30/05/2006. Dois dos discos internos (em posição alternada) e o disco externo foram utilizados para fixação de uma placa de granito de 23x11cm, na superfície inferior do disco, com auxílio de abraçadeiras plásticas (Figura 2). Desta forma, cada lanterna possuía três placas de granito e três discos de plástico para monitoramento do desenvolvimento da comunidade incrustante, sendo 2 internos (com rede de proteção e sem predação) e um externo (sem rede de proteção e com predação).



Figura 1 – Mapa da região de estudo.



Figura 2 – Modelo da lanterna do experimento

Quatro destas lanternas foram recolhidas a cada 3 meses nas datas 04/09/2006, 14/12/2006, 09/03/2007 e 01/06/2007 para avaliação do recobrimento acumulativo das espécies, totalizando 12 réplicas de cada substrato – granito e plástico, em cada data. Cada placa de granito e uma área equivalente dos discos plásticos, determinada por moldura de arame, foram fotografadas para a avaliação do recobrimento de espécies.

Todas as espécies presentes foram raspadas de seu substrato e fixadas em formaldeído 4% para posterior triagem em laboratório. Apenas as espécies de tunicados foram identificadas, procedimento padrão (dissecção e comparação com a literatura) e classificadas como nativas, criptogênicas ou introduzidas com auxílio da literatura disponível.

Análise dos dados

Foram utilizados como critérios para a classificação das espécies como introduzidas, criptogênicas ou nativas a distribuição geográfica de cada uma, assim como informações bibliográficas sobre a ocorrência de introduções das mesmas em outras localidades. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica dos registros mundiais de cada espécie incluindo as coordenadas geográficas das localidades de ocorrências das mesmas. As espécies classificadas como nativas foram aquelas que têm distribuição restrita no Atlântico Oeste; como criptogênicas com ampla distribuição mundial, aquelas que apresentam inúmeras localidades de ocorrência e registro contínuo na costa brasileira; como criptogênicas com distribuição disjunta, aquelas que não possuem registro para o litoral norte e nordeste do

Brasil e/ou que também ocorrem no lado leste do Atlântico. No caso das criptogênicas, não se conhece o local de origem e não existe uma indicação clara de que seriam nativas na região, como por exemplo, um registro histórico antigo. A classificação como introduzida foi realizada para as espécies com forte indicação na literatura de serem introduzidas em outras localidades ou aquelas que já haviam sido caracterizadas com tal para a nossa costa, assim como espécies com ampla distribuição e registro descontínuo na costa brasileira e geralmente associadas a substrato artificial na área de estudo.

As fotografias foram analisadas pelo método de pontos, utilizando-se o programa Adobe Photoshop 7.0 para sobrepor uma grade de linhas perpendiculares sobre a foto da área a ser analisada. A área de recobrimento das espécies foi avaliada em uma área menor que a inicial (220cm²), para evitar efeito de borda e para que animais que não pertencessem às amostras não fossem contabilizados. O número de pontos foi determinado utilizando-se quantidades crescentes de pontos de cruzamento entre as linhas da grade até que a porcentagem de cobertura das espécies se estabilizasse. Sendo assim, padronizou-se a análise de 96 pontos formados pelo cruzamento de 16 linhas verticais e 6 linhas horizontais.

O experimento teve duração de um ano e as variáveis analisadas foram as porcentagens de cobertura (= recobrimento) e frequência de ocorrência das espécies mais abundantes e/ou mais freqüentes, exóticas e nativas. Os testes estatísticos foram feitos utilizando-se o programa JMP 6.0.. O valor de significância utilizado foi $\alpha=0.05$.

As variáveis foram comparadas entre discos de plástico e granito para avaliar a elegibilidade das espécies por um ou outro substrato. As áreas internas, de granito ou plástico, foram comparadas com as áreas externas dos dois substratos, pois sem a proteção da rede da lanterna, as áreas externas ficaram expostas à ação da predação por organismos maiores, principalmente peixes. Desta forma, foi possível avaliar o efeito da predação na comunidade.

Como foi observado que *Styela plicata* era a espécie mais abundante sobre ambos os substratos, decidiu-se realizar um estudo paralelo do tamanho dos exemplares para melhor entender o processo de crescimento e recrutamento da espécie. As medidas tomadas foram do animal sem túnica: comprimento (distância do ponto médio entre os sífões até a margem posterior do corpo) e largura (maior distância perpendicular ao comprimento). Todos os

exemplares coletados, tanto sobre granito como sobre o disco de plástico, foram contados e medidos.

Para análise da variação da comunidade ao longo do ano, foram utilizados fatores bióticos e abióticos. O primeiro se relaciona com a presença, ou não, de espécies que poderiam influenciar no estabelecimento de outras espécies. Como fator abiótico foi utilizada a temperatura superficial da água que pode estar relacionada com as mudanças ocorridas na comunidade. Os dados referentes à temperatura da água da região foram fornecidos pela Fazenda Marinha Atlântico Sul - SC. A temperatura foi medida de segunda a sexta-feira a uma profundidade de 50 cm.

RESULTADOS

Foram encontradas 14 espécies de ascídias (Tabela 1). Apenas *Trididemnum orbiculatum* (Figura 3A) e *Polycarpa spongiabilis* (Figura 3B) são naturais do Atlântico oeste americano. *Botrylloides nigrum* (Figura 3C), *Diplosoma listerianum* (Figura 4A), *Styela canopus* (Figura 4B), *Didemnum perlucidum* (Figura 4C), *Lissoclinum fragile* (Figura 5A) e *Microcosmus exasperatus* (Figura 5B) são espécies criptogênicas de ampla distribuição mundial, enquanto *Symplegma rubra* (Figura 5C), *Distaplia bermudensis* (Figura 6A), *Botrylloides giganteum* (Figura 6B) e *Clavelina oblonga* (Figura 6C) são consideradas criptogênicas de distribuição disjunta. As espécies identificadas como introduzidas foram *Ascidia sydneyensis* (Figura 7A) e *Styela plicata* (Figura 7B).

No período do experimento, a comunidade de Ascidiacea sofreu variações em sua composição. Em setembro de 2006, três meses após a imersão, oito espécies estavam presentes: *Diplosoma listerianum*, *Didemnum perlucidum*, *Distaplia bermudensis*, *Ascidia sydneyensis*, *Botrylloides giganteum*, *Styela plicata*, *Styela canopus* e *Symplegma rubra*. Em dezembro do mesmo ano, com seis meses de imersão, oito espécies também estavam presentes, sendo seis das citadas anteriormente - com exceção de *A. sydneyensis* e *S. rubra* - além de *Trididemnum orbiculatum* e *Polycarpa spongiabilis*. No mês de março de 2007, com nove meses de imersão, foram encontradas treze espécies: todas as citadas anteriormente e também, *Lissoclinum fragile*, *Clavelina oblonga* e *Botrylloides nigrum*. Em junho de 2007, com um ano de imersão, foram encontradas 13 espécies. A diferença deste mês para o anterior foi que *A. sydneyensis* não estava presente e *Microcosmus exasperatus* passou a fazer parte da comunidade.

Das espécies presentes cinco se destacaram por suas freqüências nos dois substratos estudados: *Styela plicata*, *Didemnum perlucidum*, *Diplosoma listerianum*, *Polycarpa spongiabilis* e *Trididemnum orbiculatum*. As variações de porcentagem de cobertura destas ao longo dos meses estão demonstrados a seguir (Figura 8):

Tabela I - Lista de espécies de ascídias associadas ao cultivo de ostras em Ribeirão da Ilha, Florianópolis, SC.

Ordem	Família	Espécie
Aplousobranchia	Didemnidae	<i>Trididemnum orbiculatum</i> (Van Name, 1902)
		<i>Diplosoma listerianum</i> (Milne-Edwards, 1841)
		<i>Didemnum perlucidum</i> Monniot, 1983
		<i>Lissoclinum fragile</i> (Van Name, 1902)
	Clavelinidae	<i>Clavelina oblonga</i> Herdman, 1880
	Holozoidae	<i>Distaplia bermudensis</i> Van Name, 1902
Phlebobranchia	Ascidiidae	<i>Ascidia sydneyensis</i> Stimpson, 1855
Stolidobranchia	Styelidae	<i>Polycarpa spongiabilis</i> Traustedt, 1883
		<i>Botrylloides giganteum</i> Aron & Sole-Cava, 1991
		<i>Botrylloides nigrum</i> Herdman, 1886
		<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)
		<i>Styela canopus</i> (Savigny, 1816)
	<i>Symplegma rubra</i> C. Monniot, 1972	
	Pyuridae	<i>Microcosmus exasperatus</i> Heller, 1878

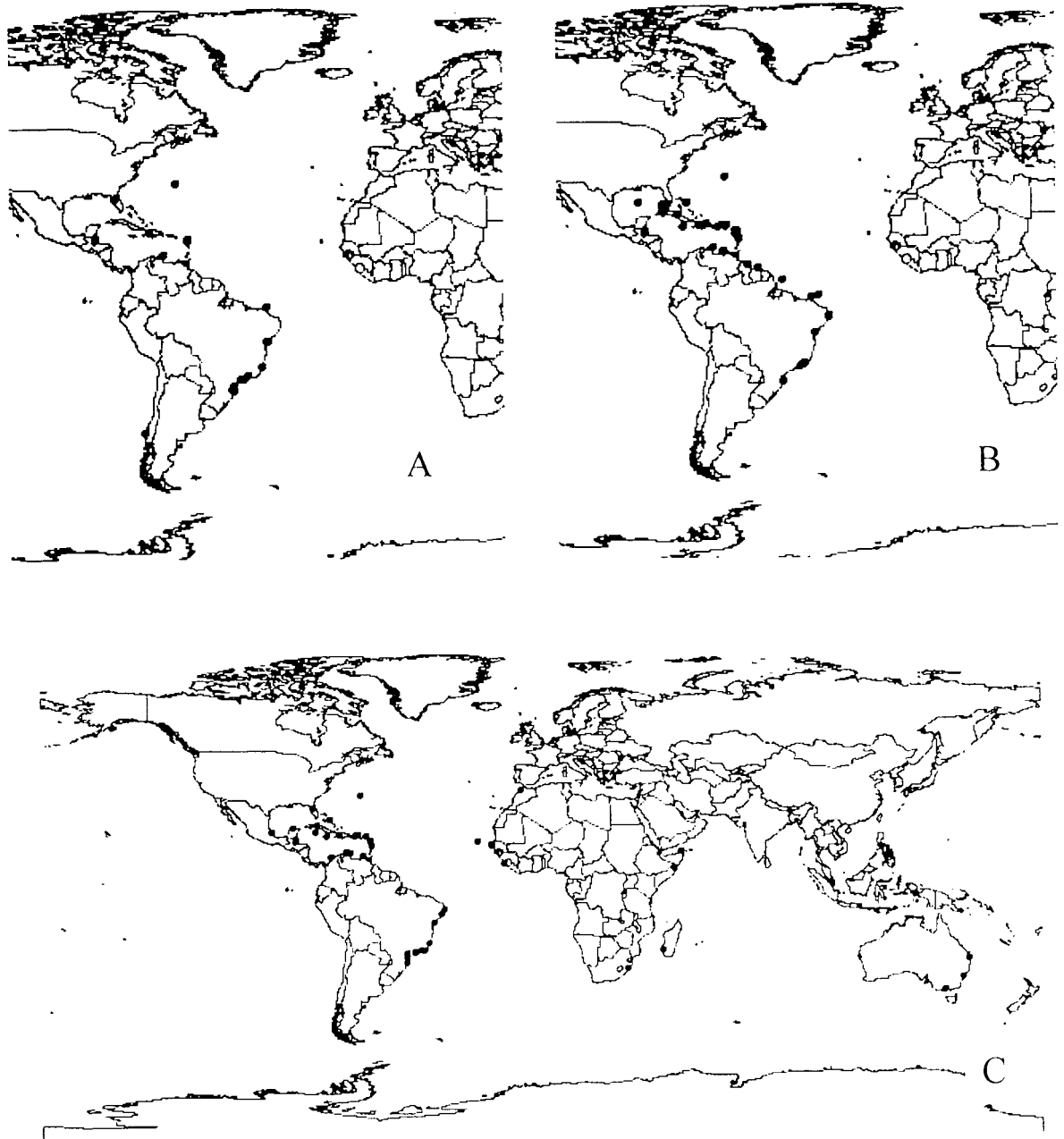


Figura 3- Mapas de distribuição: A. *Trididemnum orbiculatum*. B. *Polycarpa spongiabilis*. C. *Botrylloides nigrum*.

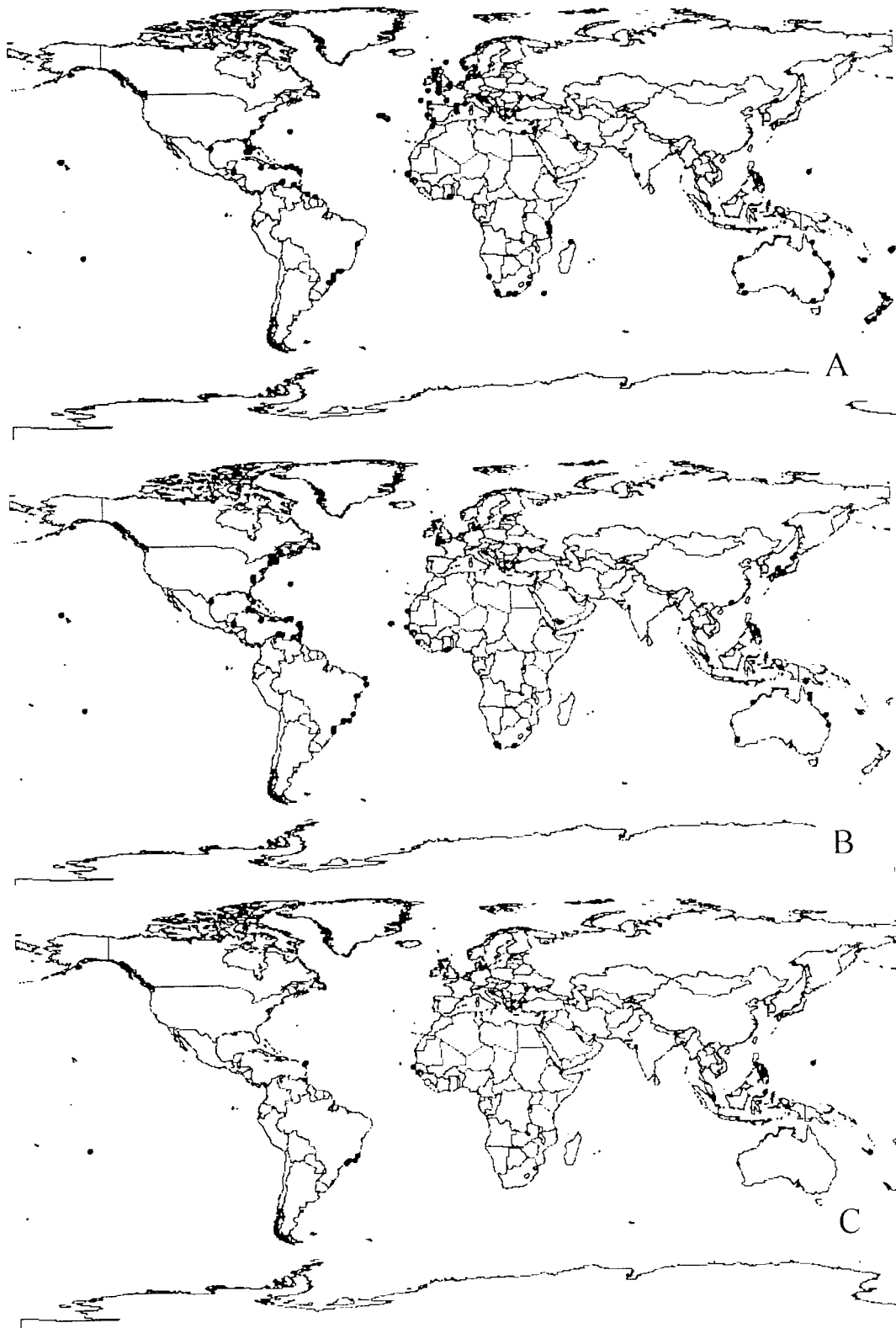


Figura 4 – Mapas de distribuição: A. *Diplosoma listerianum*. B. *Styela canopus* e C. *Didemnum perlucidum*.

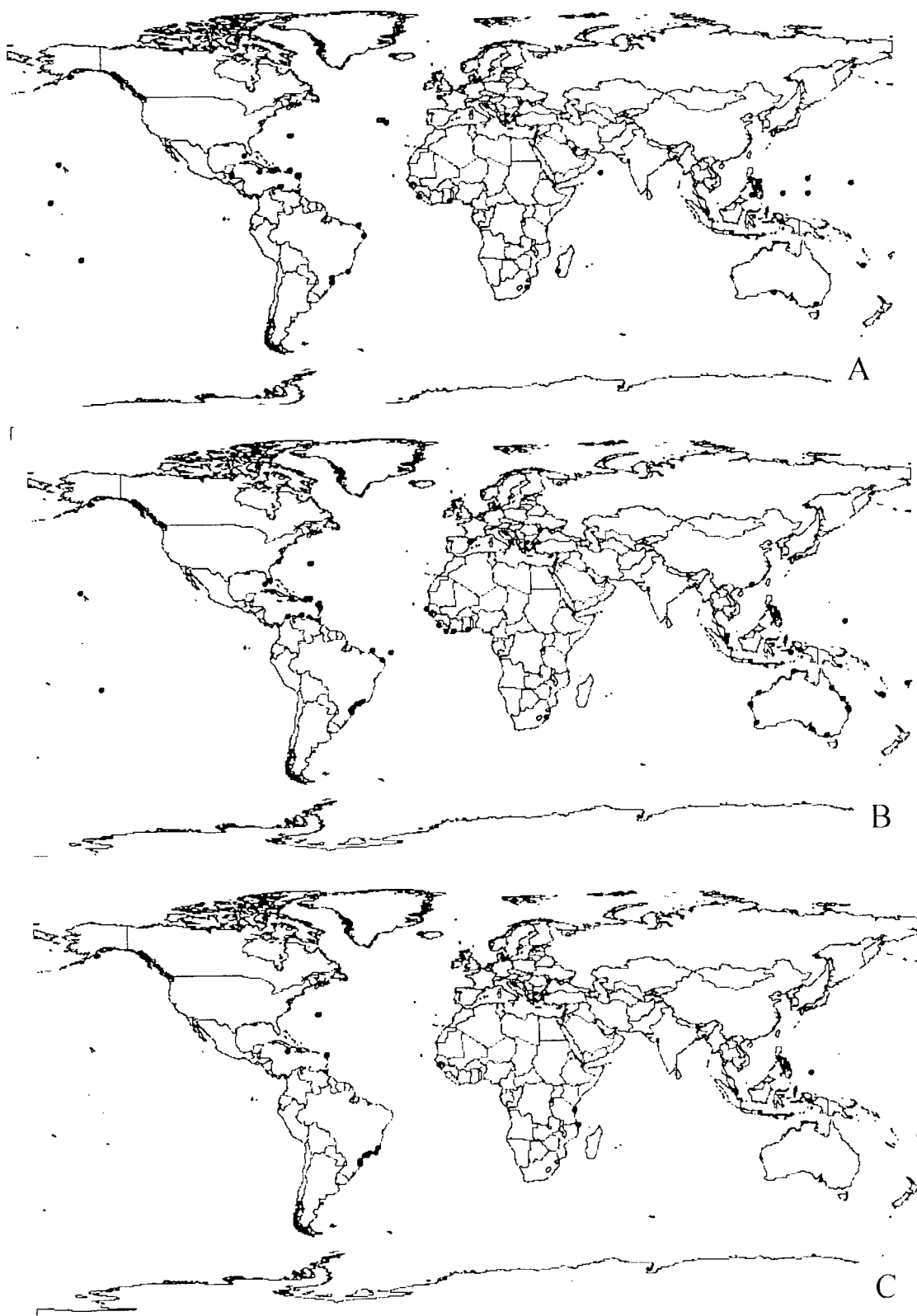


Figura 5 – Mapas de distribuição: A. *Lissoclinum fragile*. B. *Microcosmus exasperatus* e C. *Symplegma rubra*.

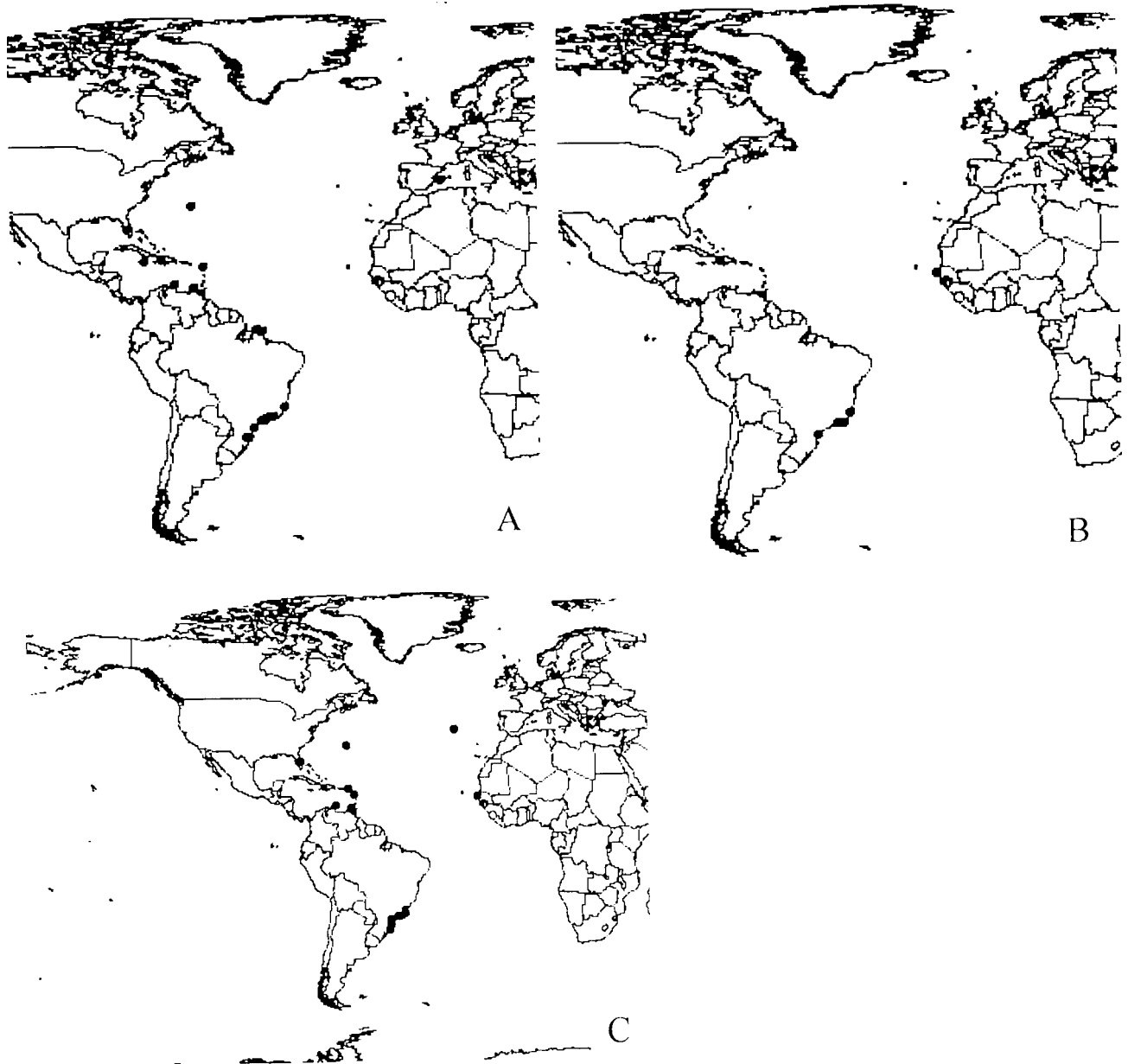


Figura 6 – Mapas de distribuição: A. *Distaplia bermudensis*, B. *Botrylloides giganteum* e C. *Clavelina oblonga*.

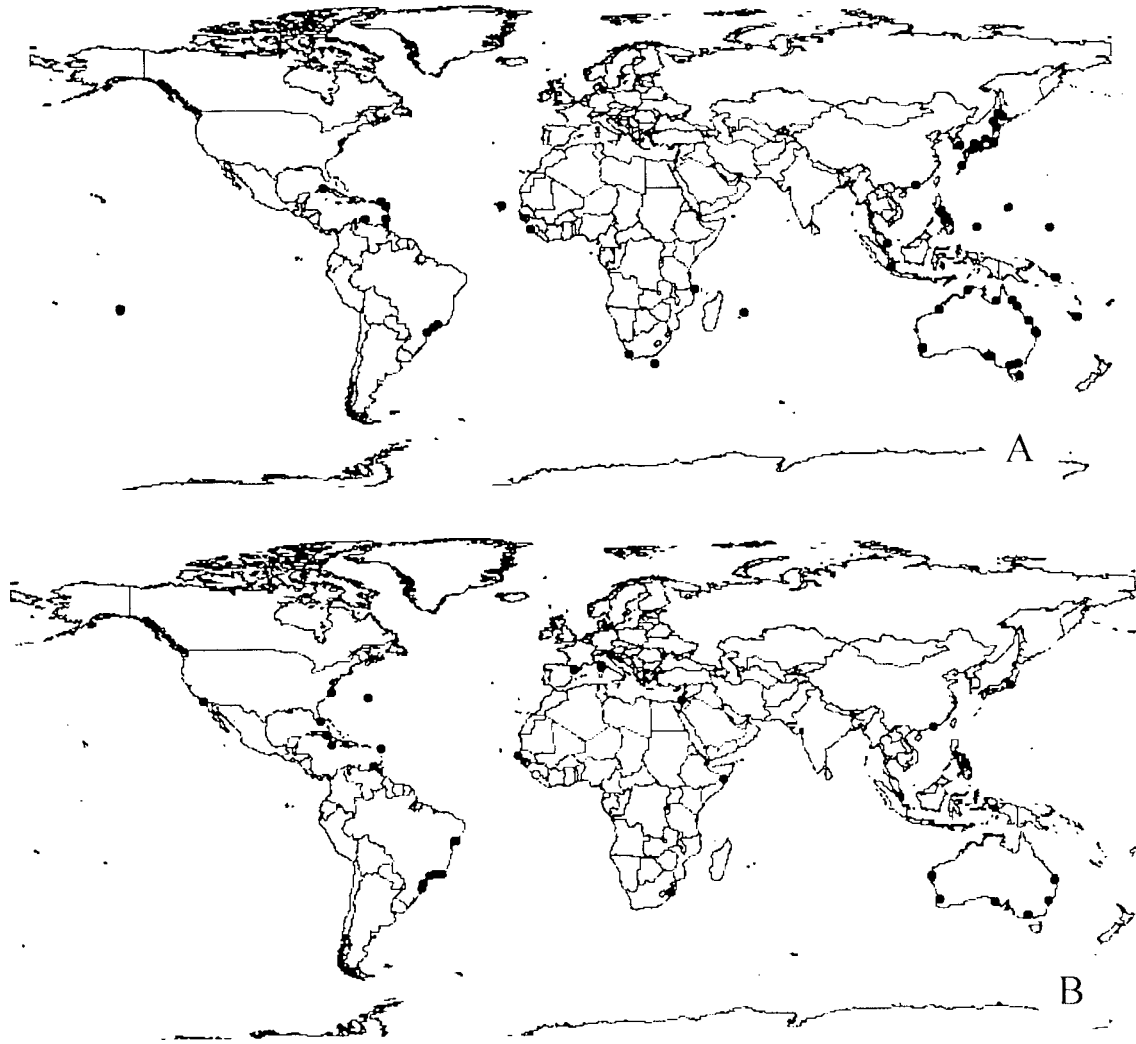


Figura 7 - Mapas de distribuição: A. *Ascidia sydneyensis* e B. *Styela plicata*.

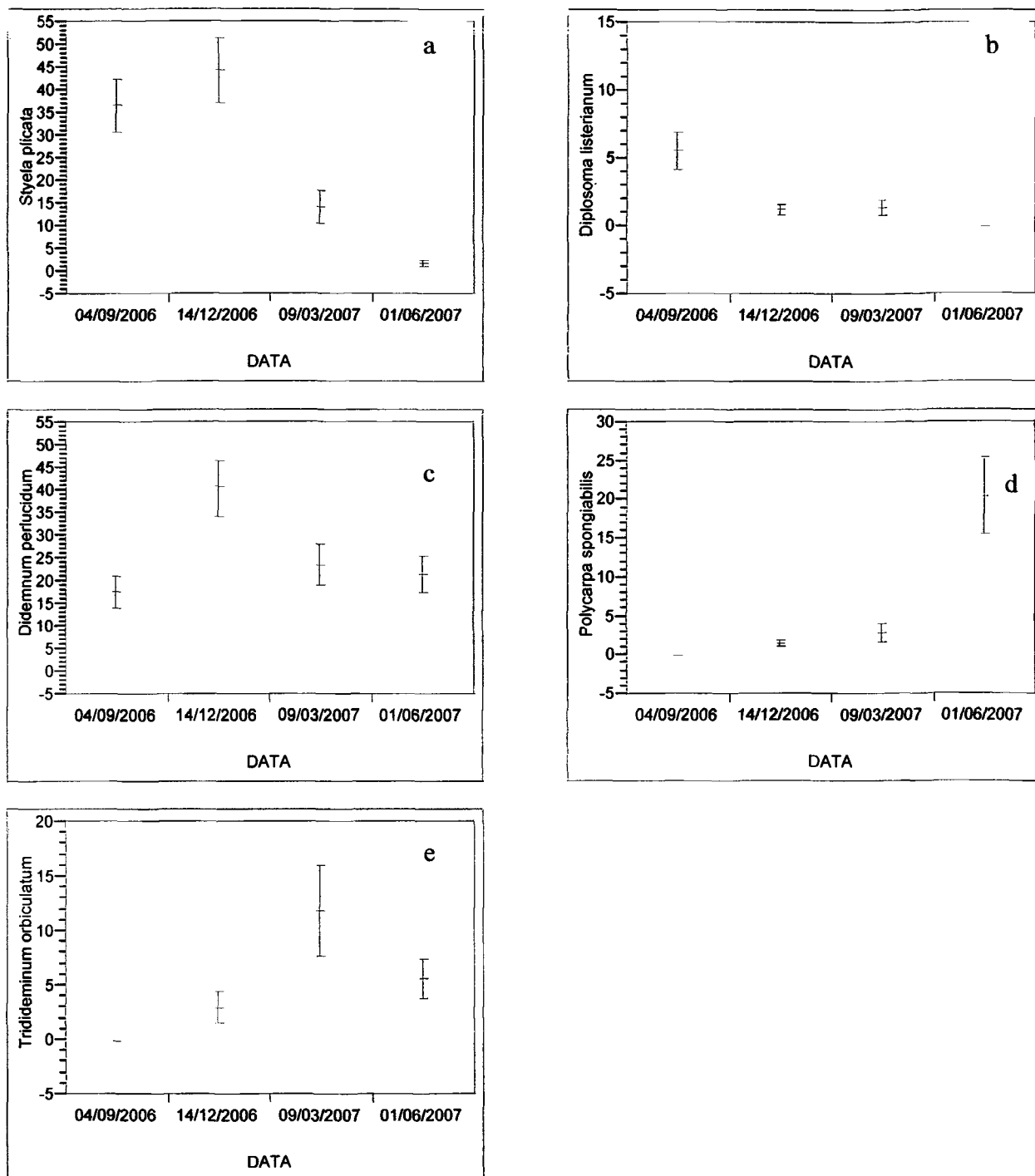


Figura 8- Média da porcentagem de cobertura de algumas espécies ao longo e um ano (n= 16, foram consideradas apenas amostras internas dos dois substratos).

A figura 9 (a e b) mostra a variação média da altura dos espécimes de *Styela plicata*, nos dois substratos analisados, ao longo do experimento. O número total de indivíduos medidos foi: em set/2006 foram 671 sendo que 338 das placas de granito e 333 dos discos plásticos em dez/06, 487 com 235 no granito e 252 na bandeja; em mar/07, 148 sendo 85 de granito e 63 de bandeja; em jun/07, mês com menor número de indivíduos da espécie, foram medidos 55, sendo que 26 nas placas de granito e 29 nas bandejas

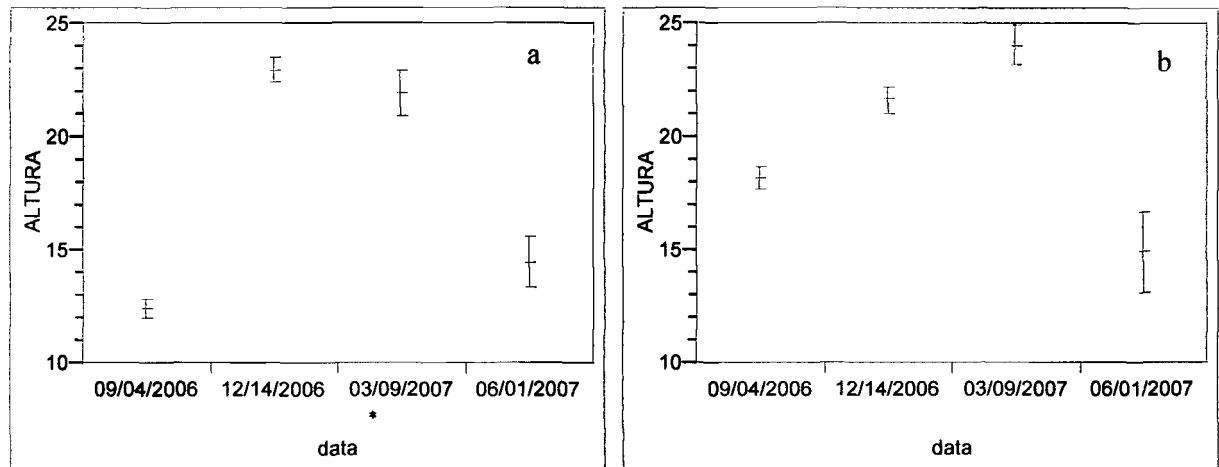


Figura 9 - Altura média de *Styela plicata* ao longo do experimento: a. bandeja e b. granito.

(*) data: mm/dd/aaaa

No primeiro trimestre de experimento os indivíduos das amostras de bandeja tiveram médias de tamanho menores que nas amostras de granito. Nos segundo trimestre as médias de tamanho dos exemplares de *S. plicata* não tiveram diferenças entre os substratos, o tamanho dos indivíduos do substratos artificial permaneceu constante no terceiro trimestre do enquanto os indivíduos das amostras de granito apresentaram crescimento no mesmo período. No quarto trimestre de experimento, nos dois substratos, os indivíduos voltaram a apresentar médias menores de tamanho indicando um novo recrutamento da espécies.

As médias de temperatura do inverno foram de $19,4^{\circ}\text{C} \pm 0,3$ ($X \pm \text{e.p.}$) e no verão de $24,4^{\circ}\text{C} \pm 0,5$. O período de dez/06 a abr/07 foi uma época de temperaturas médias muito altas variando de $24,9$ - $27,3^{\circ}\text{C}$ (Figura 10).

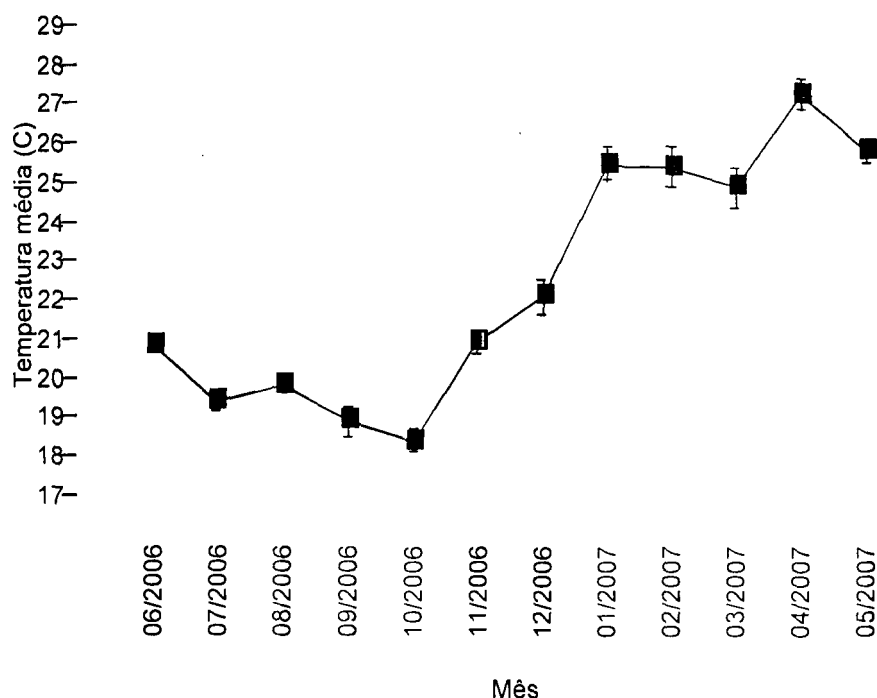


Figura 10 - Temperatura superficial do mar na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina.

A avaliação da porcentagem de cobertura foi realizada com as espécies mais frequentes (Tabela 2). *Styela plicata* e *Didemnum perlucidum* foram as espécies que mais ocuparam o espaço disponível ao longo de todo ano do experimento, seguidas por *Polycarpa spongiabilis* e *Trididemnum orbiculatum*. *Diplosoma listerianum*, das cinco, foi a espécie que apresentou menor ocupação média dos substratos ao longo do ano. Não houve diferença na comparação da porcentagem de cobertura entre substratos para essas espécies.

As cinco espécies não apresentaram diferenças de frequência entre os dois tipos de substratos. Do total de espécies, apenas *Ascidia sydneiensis*, apresentou diferença em pelo menos uma das observações: no mês de set/06, foi mais frequente na bandeja do que no granito ($\chi^2 = 9,29$; GL = 1; $p < 0,05$; $n = 11$).

Em relação à porcentagem de cobertura nas amostras externas, *Diplosoma listerianum* foi a única que não apresentou diferença significativa entre amostras internas e externas, sendo que nas amostras externas teve ocupação média de $2,08\% \pm 0,9$ ($X \pm e.p$) do granito e $0,52\% \pm 0,37$ da bandeja. *Polycarpa spongiabilis* e *Trididemnum orbiculatum* não estavam presentes nas amostras externas. *Styela plicata* só esteve presente em 3 áreas de bandeja externa, não ocupando em média mais de 11% desse substrato. *Didemnum perlucidum* ocorreu 3 vezes, 2 em granito e 1 em bandeja, não ocupando mais de 3% do substrato disponível.

As espécies que não apresentaram diferenças de frequência entre as amostras internas e externas foram: *Diplosoma listerianum* e *Symplegma rubra*. No caso de *S. canopus* isso ocorreu apenas no mês de set/06. As espécies mais frequentes ao longo do experimento apresentaram diferenças entre placas internas e placas externas, com maior frequência nas internas, nunca ao contrário (Tabela 3).

Tabela 2. Média das porcentagens de cobertura das espécies de ascídias mais frequentes, nos dois substratos (n = 32 para cada substrato), comparadas por teste *t* Student

Espécies	Bandeja	Granito	Comparação
<i>Trididemnum orbiculatum</i>	10,1 ± 3,4*	5,3 ± 1,3	NS
<i>Diplosoma listerianum</i>	3,4 ± 1,2	3,5 ± 1,0	NS
<i>Didemnum perlucidum</i>	38,3 ± 4,6	43,2 ± 3,8	NS
<i>Polycarpa spongiabilis</i>	10,9 ± 3,5	7,5 ± 2,4	NS
<i>Styela plicata</i>	45,6 ± 5,0	49,1 ± 5,4	NS

* porcentagem de cobertura média nas amostras internas ± erro padrão

Tabela 3 Comparação da frequência das espécies de ascídias entre amostras internas e externas.

Espécie	setembro/06		dezembro/06		março/07		junho/07	
	χ^2	n	χ^2	n	χ^2	n	χ^2	n
<i>Trididemnum orbiculatum</i>	-	-	7,04*	7	24,27*	15	17,66*	13
<i>Diplosoma listerianum</i>	0,34	14	2,14	14	0,79	15	3,63	4
<i>Didemnum perlucidum</i>	22,95*	17	22,95*	17	17,99*	18	30,55*	16
<i>Ascidia sydneiensis</i>	13,23*	11	-	-	7,04*	7	-	-
<i>Polycarpa spongiabilis</i>	-	-	17,04*	16	13,23*	11	17,66*	13
<i>Styela plicata</i>	17,99*	18	22,95*	17	11,13*	14	2,54*	14
<i>Styela canopus</i>	2,64	3	5,61*	14	24,27*	15	7,31*	15
<i>Symplegma rubra</i>	0,83	1	-	-	0,54	5	3,63	4

χ^2 = qui-quadrado. n = número amostral. * placas internas com maior frequência que as externas

DISCUSSÃO

Das espécies encontradas, apenas *Trididemnum orbiculatum* e *Polycarpa spongiabilis* são consideradas naturais do Atlântico oeste americano. A segunda foi descrita para o Brasil e depois colocada em sinonímia com outras espécies, inclusive espécies registradas para a costa brasileira, por Van der Sloot (1969). Era freqüentemente encontrada no litoral paulista, mas recentemente desapareceu sendo atualmente encontrada em Pernambuco (Lotufo 2002) e na Bahia (Baptista, dados não publicados).

Das espécies que apresentam ampla distribuição mundial, *Botrylloides nigrum* tem seu primeiro registro para o Brasil nos estados de Santa Catarina e São Paulo (Rodrigues 1962), sendo posteriormente também registrada na região nordeste do Brasil (Lotufo 2002). *Diplosoma listerianum* foi primeiramente registrada para o estado da Bahia (Herdman 1886) e possui registros para a região sul (Rocha e Nasser 1998; Rocha e Faria 2005; Rocha et al. 2005; Rocha e Kremer 2005) e sudeste (Rodrigues et al. 1998). Essa espécie apresenta grande capacidade de colonização de novas áreas (Rocha e Kremer 2005). *Didemnum perlucidum* tem o primeiro registro na costa brasileira para o estado de São Paulo (Rocha e Monniot 1995). Além da região sudeste, já foi registrada na região nordeste do Brasil (Lotufo 2002). É uma espécie comum em ambientes alterados e em substratos artificial (Monniot e Monniot 1997). Lotufo (2002) caracteriza a espécie como colonizadora primária oportunista. No presente trabalho observou-se que *D. perlucidum* utiliza como substrato as espécies já aderidas as placas de granito ou área equivalente em bandeja e raramente foi encontrada diretamente aderida ao substrato. *Lissoclinum fragile* também foi registrada pela primeira vez no estado de São Paulo (Rodrigues et al. 1998), é uma espécie comum em portos o que pode indicar um possível transporte por navios (Rocha e Kremer 2005). *Microcosmus exasperatus* e *Styela canopus* são amplamente distribuídas pelos mares quentes do planeta. No Brasil, a primeira é registrada para os estados de Pernambuco (Millar 1977), Rio de Janeiro (Rocha e Costa 2005), São Paulo (Millar 1958; Rodrigues 1962; Rodrigues et al. 1998), Paraná (Rocha e Nasser 1998; Rocha e Kremer 2005), Santa Catarina (Rodrigues 1962; Rocha et al 2005). *Styela canopus* tem registro para os estados de São Paulo (Monniot 1969-70), Rio de Janeiro, Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte (Lotufo 2002).

As espécies identificadas como criptogênicas de distribuição disjunta são: *Symplegma rubra*, *Clavelina oblonga*, *Distaplia bermudensis* e *Botrylloides giganteum*. *Symplegma rubra* e *Distaplia bermudensis* foram registras pela primeira vez no estado de São Paulo (Millar 1958). *Symplegma rubra* apresenta registro para a região Sul (Rocha e Nasser 1998; Rocha e Kremer 2005) e sua distribuição é característica de espécie introduzida, mas a falta de registro

histórico sobre suas localidades de ocorrência impede uma determinação mais fiel sobre sua distribuição, categorizando-a como criptogênica. *Distaplia bermudensis* é um espécie comum do Sul e Sudeste (Millar 1958; Rodrigues et al. 1998; Rocha et al. 2005; Rocha e Kremer 2005) e tem registros para a América Central (Monniot 1983; Goodbody 1984). A falta de registro na região Nordeste do Brasil define sua classificação como criptogênica de distribuição disjunta. Rocha e Kremer (2005) sugerem que essa espécie possivelmente seja natural do Atlântico por ser somente encontrada em substratos naturais. Nesse trabalho houve cinco registros de colonização desta espécie no substrato artificial do cultivo. Isso indica que a espécie deve ser cautelosamente estudada para futura definição a respeito de seu status. *Clavelina oblonga* foi primeiramente registrada para o estado de São Paulo (Hartmeyer ~1910) e é uma espécie comum tanto no litoral sul (Rocha e Nasser 1998; Rocha e Faria 2005; Rocha e Kremer 2005) como no sudeste do Brasil (Rodrigues et al. 1998; Lotufo 2002). Por ser uma espécie de fácil identificação, a ausência de registros para o nordeste do país caracteriza a distribuição disjunta.

Duas das catorze espécies foram identificadas como introduzidas: *Ascidia sydneiensis* e *Styela plicata*. *Ascidia sydneiensis* possui distribuição disjunta e já possuía registro no Brasil para a região Sul, mas sempre em baixa frequência e quase nunca em substrato natural. É uma espécie considerada introduzida em Guam (Lambert 2003) e Serra Leoa (Millar 1956; Monniot e Monniot 1994). *Styela plicata* tem ampla distribuição mundial. Sua classificação como espécie introduzida no sul do país foi proposta por Rocha e Kremer (2005) pelo fato de ser uma espécie rara em substratos naturais e pela ausência de registros para o nordeste do Brasil.

Das catorze espécies de ascídias encontradas, seis eram solitárias e oito coloniais. Nos primeiros seis meses de experimento cinco das seis espécies solitárias já estavam presentes na comunidade e sete das coloniais. As duas estratégias, colonial e solitária, se mostraram bastante balanceadas ao longo da sucessão. Além disso, o fato de existir um grande espaço de tempo entre as coletas não torna possível a classificação do processo em modelos de sucessão conhecidos (Jackson 1977, Greene et al. 1983). Mas alguns padrões podem ser observados: *S. plicata* foi a espécie dominante durante o primeiro e segundo trimestre e continuou a ocupar espaços significativos de substratos nos outros trimestres. *Diplosoma listerianum* teve ocupação máxima no primeiro trimestre e só foi detectado pela análise qualitativa no último trimestre do experimento. Assim sendo, pode ser considerada uma espécie pioneira de colonização como já havia sido apontado por Rocha (1991). *Didemnum perlucidum* tem porcentagens altas de ocupação dos substratos ao longo de todo o ano. Isso se deve ao fato da

espécie estar recobrando outros organismos. já que na análise por métodos de pontos epizoismos foram considerados. *Polycarpa spongiabilis* e *Trididemnum orbiculatum*. ambas ausentes no primeiro trimestre. só ocuparam espaços iguais ou superiores às espécies anteriores a partir do terceiro trimestre.

Styela plicata é uma ascídia comum de regiões temperadas e seu desenvolvimento e crescimento recebeu atenção em outros trabalhos (Millar 1952, Yamaguchi 1975). A espécie esteve presente ao longo do ano nos dois substratos e não apresentou diferença de tamanho entre eles. Duas gerações da espécie foram observadas: uma iniciada em maio/06 e outra em abril/07, indicando um recrutamento ao ano e não três, como proposto no estudo desses animais no Japão (Yamaguchi 1975). A altura média e o número de indivíduos foi maior nos meses de verão do que no inverno, mesmo com a alta mortalidade no verão, uma vez que a temperatura da água nos meses de verão é em média 5°C mais quente do que no inverno –com exceção do mês de abril/07 em que houve um pico de 27,3°C (7,9° C a mais do que a média para o inverno)- os resultados permitem concluir que a população de *S. plicata* tem uma redução nos meses mais quentes. Esse resultado difere do apontado por Yamaguchi (1975), pois em seu trabalho, a redução da população de *S. plicata* está associada às baixas temperaturas do inverno.

O verão de 2007 foi atípico em relação à temperatura da água. De dezembro de 2006 a março de 2007 as temperaturas médias variaram entre 25,1°C e 27°C. Um período tão longo de águas muito quentes prejudicou a produção do cultivo de 45-50% (Silveira Junior comunicação pessoal, 2007). Assim como as ostras, as ascídias e mais especificamente *S. plicata*, também podem ter sofrido com as temperaturas elevadas e a diminuição do tamanho e da quantidade de indivíduos dessas espécies e o aumento da temperatura nos meses de verão podem estar relacionados.

As diferenças de freqüência nos substratos para as espécies *Ascidia sydneiensis* foi devido à baixa freqüência da espécie. *Ascidia sydneiensis* foi mais freqüente nas bandejas. Outra espécie que apresentou preferência pelas amostras de bandeja foi *S. canopus*. Apesar de seu pequeno número amostral em set/2006 a espécie ocorreu apenas em 3 placas sempre em substrato artificial. Estruturas artificiais são colonizadas por relativamente poucas espécies de ascídias exóticas com ampla distribuição (Lambert e Lambert 2003). Por ser uma espécie de ampla distribuição e ainda colonizar preferencialmente substratos artificiais, *S. canopus* apresenta comportamento de espécie exótica. Mas a ausência de registro sobre o seu local de origem nos obriga a classificá-la como espécies criptogênica e o pequeno número amostral

não permite a confirmação de sua exclusividade em substratos artificiais na região. Essa espécie deve ser cautelosamente estudada para definição do status.

As duas espécie introduzidas, bem como as demais, não apresentaram diferenças significativas de ocupação, tanto em frequência de amostras como em porcentagem de cobertura, entre o substrato natural e artificial. Esse resultado corrobora a idéia apontada por Glasby et al. (2006) que propõe que o substrato não é um fator limitante para o recrutamento de espécies exóticas. Porém, mudanças do hábitat podem ter profundos efeitos na abundância de certas espécies (Connel e Glasby 1998). Os grandes cultivos de moluscos causam grandes mudanças de hábitat disponibilizando diferentes substratos ao longo de todo o ano. Os resultados apontados são importantes quando analisamos espécies invasoras que são comuns em ambientes alterados com grande disponibilidade de estruturas artificiais. *Styela plicata* é um exemplo de espécie invasora que freqüentemente é encontrada em estruturas artificiais (Rodrigues 1962, Van Name 1945), sendo também apontada como dominante em outros estudos que estudaram sucessão em substrato artificial (Sutherland 1981).

Das 14 espécies apenas três não apresentaram efeitos significativos da predação: *Diplosoma listerianum*, *Symplegma rubra* e *Styela canopus*, sendo que, apenas as duas primeiras estiveram presentes ao longo de todo o experimento. Porém *Symplegma rubra* e *Styela canopus* tiveram um número amostral muito pequeno para inferências. As espécies mais freqüentes apresentaram diferença nessa ocupação, sendo mais abundantes nas amostras internas da lanterna. Isso indica que a predação funciona como forte controlador biológico impedindo, até o momento, que as espécies invasoras ocupem áreas significativas em ambientes naturais competindo e/ou deslocando espécies naturais da região. *S. plicata* e *A. sydneyensis*, introduzidas, não aparecem nas listas de espécies encontradas em ambientes naturais próximos à região do trabalho (Rocha et al. 2005), apesar deste estudo mostrar que ela possuem grande capacidade de colonizar o substrato natural.

Outro resultado apontado é que espécies consideradas nativas também conseguem colonizar o substrato artificial e podem estar sendo transportadas para outras localidades. Ostriculturas são apontadas como vetores na translocação de organismos entre regiões (Ruiz et al. 1997). Não só a introdução de novos organismos, mas também a exportação de organismos são problemas relacionados com a maricultura.

CONCLUSÃO

O cultivo de ostras favorece o estabelecimento de espécies exóticas, sendo que das 14 espécies de ascídias encontradas, duas podem ser caracterizadas como nativas e como criptogênicas. As espécies mais frequentes e abundantes apresentaram valores iguais entre diferentes substratos indicando serem capazes de colonizar substratos naturais da região. Substratos expostos à predação tiveram colonização amplamente reduzida, indicando que predação pode estar controlando o estabelecimento de espécies exóticas em ambiente natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo FBB, Carloni GG and Cavalheira LV (2006) Colonization of benthic organisms on different artificial substratum in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49: 263-275
- Borghetti NR, Ostrensky B and Borghetti. JRA (2003) Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais. 129 pp.
- Cohen AN and Carlton JT (1998) Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. *Science* 279: 555–558.
- Connell SD and Glasby TM (1998) Do urban structures influence local abundance and diversity of subtidal epibiota? A case study from Sydney Harbours, Australia. *Marine Environmental Research* 47: 373-387.
- Glasby TM., Connell SD, Holloway MG and Hewitt CL (2007) Nonindigenous biota on artificial structures: could habitat creation facilitate biological invasion? *Marine Biology* 151: 887-895
- Greene CH, Schoener A and Corets E (1983) Succession on marine hard substrata: The adaptive significance of solitary and colonial strategies in temperate fouling communities. *Marine Ecology Progress Series* 13: 121-129
- Goodbody I (1984) Ascidians from Caribbean shallow water localities. *Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands*. 67: 1-76.
- Hector A, Dobson K, Minns A, Bazeley-White E and Lawton JH. (2001). Community diversity and invasion resistance: An experimental test in a grassland ecosystem and a review of comparable studies. *Ecology Research* 16: 819–831.
- Herdman WA (1886). Report on the Tunicata collected during the voyage of the H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Part II. Ascidiæ compositæ. Report of the Scientific

Results of the Voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873-76. vol. 14. Edinburg, 429 pp.

Hunt CE and Yamada SB (2003) Biotic resistance experienced by an invasive crustacean in a temperate estuary. *Biological Invasions* 5: 33-43.

Jackson JBC (1977) Competition on marine hard substrata: the adaptative significance of solitary and colonial strategies. *The American Naturalist* 111(980): 743-767.

Johnson LE, Ricciardi A and Carlton JT. (2001) Overland dispersal of aquatic invasive species: a risk assessment of transient recreational boating. *Ecological Applications* 11(6): 1789-1799.

Lambert G (2003) Marine biodiversity of Guam: the Ascidiacea. *Micronesica* 35-36: 588-597.

Lambert CC and Lambert G (2003) Persistence and differential distribution of nonindigenous ascidians in harbors of the Southern California Bight. *Marine Ecology Progress Series* 259: 145-161.

Lotufo TMC (2002) Acidiacea (Chordata: Tunicata) do litoral tropical brasileiro. Tese. Instituto de Biociências, São Paulo. Universidade de São Paulo. 183 pp.

Manzoni GC (2005) Cultivo de mexilhões *Perna perna*: evolução da atividade no Brasil e avaliação econômica da realidade de Santa Catarina. Tese Doutorado. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Centro de Aquicultura – Caunesp. Jaboticabal. 264 pp.

Metri R, Rocha RM and Marenzi RMA (2002) Epibiosis reduction on productivity in a mussel culture of *Perna perna* (Linné, 1758). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 45 (3): 325-331

Millar RH (1952) The annual growth and reproductive cycle in four ascidians. *Journal of Marine Biology Association of UK* 31: 41-61

Millar RH (1956) XLVIII – Notes on some ascidians from Sierra Leone and Gambia. *Annals and Magazine of Natural History* 12 (9): 409-417

Millar RH (1958) Some ascidians from Brazil. *Annals and Magazine of Natural History* 13: 497-514.

Millar RH (1977) Ascidians (Tunicata: Ascidiacea) from the Northern and North-eastern Brazilian Shelf. *Journal of Natural History* 11: 169-223

Monniot C (1969-1970) Ascidiées Phlébobranches et Stolidobranches. In: Résultats Scientifiques des Campagnes de la Calypso. *Annales de l'Institut Océanographique* 47: 33-59

Monniot C (1983) Ascidiées littorales de Guadeloupe. VI. Pyuridae et Molgulidae. *Bulletin du Muséum National D'Histoire Naturelle. sér. 5. section A, 4*: 1021-1044

Monniot C and Monniot F (1994) Additions to the inventory of eastern tropical Atlantic ascidians: arrival of cosmopolitan species. *Bulletin of Marine Science* 54 (1): 71-93

- Monniot C and Monniot F (1997) Record of ascidians from Bahrain, Arabian Gulf with three new species. *Journal of Natural History* 31: 1623-1643
- Osman RW and Whitlatch RB (2004) The control of the development of a marine benthic community by predation on recruits. *Museum of Natural History* 84: 1-476
- Pereira M, Ballesteros M and Turon X (1990) Estudios de los organismos epibiontes en un cultivo de bivalvos marinos del delta del Ebro. *Cahiers de Biologie Marine*. 31: 385-399
- Rocha RM (1991) Replacement of the compound ascidian species in a southeastern Brazilian fouling community. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 39(2): 141-153
- Rocha RM and Costa LVG (2005) Ascidians from Arraial do Cabo, RJ, Brazil. *Iheringia Série Zoologia* 95 (1): 57-6
- Rocha RM and Faria SB (2005) Ascidians at Currais Islands, Brazil: taxonomy and distribution. *Biota Neotropica* v5(n2).
<http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN03105022005>
- Rocha RM and Kremer LP (2005) Introduced Ascidians in Paranaguá Bay, Paraná, southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(4): 1170-1184.
- Rocha RM and Monniot F (1995) Taxonomic and ecological notes on some *Didemnum* species (Asciacea, Didemnidae) from São Sebastião Channel, South-Eastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 55 (4): 639-649
- Rocha RM and Nasser CM (1998) Some ascidians (Tunicata, Asciacea) from Paraná state, southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 15 (3): 633-642
- Rocha RM, Moreno TR and Metri R (2005) Ascídias (Tunicata) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (2): 461-476.
- Rodrigues SA (1962) Algumas ascídias do litoral sul do Brasil. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, série botânica* 24: 193-216
- Rodrigues SA, Rocha RM and Lotufo TMC (1998) Guia Ilustrado para Identificação das Ascídias do Estado de São Paulo. FAPESP, São Paulo, 190 pp.
- Ruiz GM, Carlton JT, Grosholz ED and Hines AH (1997) Global Invasion of Marine and Estuarine by Non-Indigenous Species: Mechanisms, Extent, and Consequences. *American Zoologist* 37:621-632
- Ruiz GM, Fofonoff P, Carlton JT, Wonham MJ and Hines AH (2000) Invasion of coastal marine communities in North America: Apparent Patterns, Processes and Biases. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31: 481-531
- Stachowicz JJ, Whitlatch RB and Osman RW (1999) Species Diversity and Invasion Resistance in a Marine Ecosystem. *Science* 286: 1577-1579

Sutherland JP (1981) The fouling community at Beaufort, North Carolina: a study in stability. *The American Naturalist* 118(4): 499-519

Yamaguchi M (1975) Growth and reproductive cycles of the marine fouling ascidians *Ciona intestinalis*, *Styela plicata*, *Botrylloides violaceus* and *Leptoclinum mitsukurii* at Abaratsubo-Moriso Inlet (Central Japan). *Marine. Biology* 29: 253-259

Van der Sloot CJ (1969) Ascidiens of the family Styelidae from the Caribbean. *Studies on the fauna of Curacao and other Caribbean islands* 30 (110): 1-57

Van Name WG (1945) The North and South American ascidians. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 84: 1-476