



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

**AMARÍLIS BRANDÃO DE PAIVA**

**ESTUDO COMPARATIVO DAS ASSEMBLEIAS DE ASCÍDIAS EM DUAS  
REGIÕES PORTUÁRIAS DA COSTA BRASILEIRA**

**FORTALEZA**

**2013**

AMARÍLIS BRANDÃO DE PAIVA

ESTUDO COMPARATIVO DAS ASSEMBLEIAS DE ASCÍDIAS EM DUAS REGIÕES  
PORTUÁRIAS DA COSTA BRASILEIRA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Marinhas. Área de Concentração: Biologia Marinha.

Orientador: Prof. Dr. Tito Monteiro da Cruz Lotufo

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Rui Simões de Menezes

---

P166e Paiva, Amarilis Brandão de.

Estudo comparativo das assembleias de ascídias em duas regiões portuárias da costa brasileira /  
Amarilis Brandão de Paiva. – 2013.  
86f.: il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa  
de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2013.

Área de Concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Orientação: Prof. Dr.º. Tito Monteiro da Cruz Lotufo.

1. Ascidiacea - Pecém (CE) – São Sebastião (SP). 2. Microorganismo - Transporte. I. Título.

---

CDD 596.2

## Amarílis Brandão de Paiva

“Estudo comparativo das assembléias de ascídias em duas regiões portuárias da costa brasileira”.

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR – Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais, área de concentração em Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

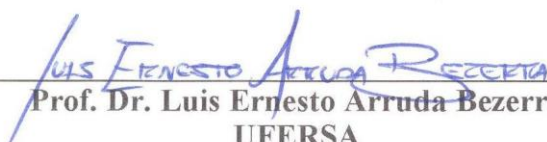
Aprovada em, 23 de agosto de 2013.

### BANCA EXAMINADORA




---

Prof. Dr. Tito Monteiro da Cruz Lotufo  
UFC  
(Orientador – Presidente)



---

Prof. Dr. Luis Ernesto Arruda Bezerra  
UFERSA  
(Examinador Interno)



---

Profa. Dra. Andrea de Oliveira Ribeiro Junqueira  
UFRJ  
(Examinadora Externa à Instituição)

Aos meus pais e irmã.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Tito Monteiro da Cruz Lotufo, pela orientação, credibilidade, paciência e apoio em todas as etapas deste trabalho e da minha formação.

Aos meus pais, Vera e David, por me apoiarem em todas as minhas decisões, sendo os grandes responsáveis pela realização de mais esta conquista.

Agradeço especialmente a minha irmã Deborah, que me encheu de força, alegria e inspiração na reta final deste trabalho com a notícia da nova integrante da família. Laurinha seja bem vinda!

A toda a minha família que mesmo à distância sempre se preocupam e torcem por mim.

À Profa. Helena Matthews-Cascon e equipe do laboratório por todo auxílio ao longo dos experimentos, em especial à amiga Cristiane Xerez Barroso, da qual a ajuda e apoio foram fundamentais.

Aos amigos João Eduardo de Freitas e Caio Lívio pela ajuda na parte prática e pela convivência e também ao Ronaldo Ruy e Wilson Franklin pelo apoio fundamental em campo.

À Profa. Rosana Rocha, pela atenção e conselhos.

À Profa. Andrea Junqueira e ao Prof. Luis Ernesto Bezerra, por aceitarem participar da avaliação deste trabalho.

À amiga Marina, pelos auxílios, conselhos e força ao longo deste projeto.

Aos professores Álvaro Migotto, Antonio Carlos Marques e alunos, pelo apoio com os experimentos e por terem me recebido tão bem no período que passei na USP.

À Júlia, Nathalia e Paula por me acolherem na república nos mais de dois meses que passei em São Paulo.

Aos irmãos: Lígia, Bia e Renan Daku, a família escolhida pelo coração.

Aos amigos: Sidarta, Castor, Daniel, Igor, Hesse, Lucas, Marcionília, Leonardo Cancian, Daniela, Edmara, Cis, Paixão, Beto e Miagui, pois 'amigos são a família que nos permitiram escolher'.

A todos os colegas e amigos do LECA por cada conselho, auxílio e convivência. Em especial a Andrea, Nadia, Carol, Raquel, Tarci, Vicente e Carlos.

A todos que direta ou indiretamente tornaram possível a realização deste trabalho.

*“O que não se mede não se administra, o que não é mensurável, faça-o mensurável”*

Galileu Galilei

## RESUMO

A intensificação do transporte marítimo ao redor do mundo vem aumentando junto com a infraestrutura de áreas portuárias. Estas estruturas proporcionam substratos rígidos que passam a abrigar uma fauna incrustante, em geral, rica e abundante. Já se demonstrou que substratos artificiais nestas áreas podem abrigar um contingente considerável de espécies exóticas. Dentre os grupos que recrutam em tais ambientes, as ascídias se destacam, podendo ser transportadas por navios entre diferentes regiões, tanto por água de lastro como por incrustações nos cascos. Neste trabalho foi realizado um levantamento das assembleias de ascídias que incrustam em placas de recrutamento artificiais, em duas regiões portuárias com mais de 20° de diferença latitudinal na costa brasileira. Os experimentos foram realizados no Porto do Pecém – CE e em uma marina no canal de São Sebastião – SP. Foram utilizados pares de placas de polietileno (12 x 12 cm), espaçadas em 2 cm formando “sanduíches”, submersas por períodos de três meses e de um ano para verificar o recrutamento da comunidade incrustante. O experimento teve duração de dois anos. A riqueza de ascídias encontrada em cada local não foi muito diferente (33 espécies no Ceará e 31 em São Paulo). No entanto, o Ceará, região de menor latitude, apresentou uma maior riqueza por placa. Em São Paulo, latitude subtropical, verificou-se uma maior influência da sazonalidade na composição das espécies dos diferentes períodos. Foram observadas diferenças nas composições das placas de três meses com as de um ano de submersão e também diferenças na composição das assembleias de ascídias nas faces internas e externas dos pares de placas. Comparando as placas trimestrais e anuais, foi detectada uma menor porcentagem de cobertura pelas ascídias nas placas anuais externas, ocorrendo aumento de outros grupos, principalmente esponjas e briozoários. Nas faces internas das placas anuais ocorre aumento da abundância de ascídias solitárias, principalmente da espécie *Ascidia sydneiensis*. A presença da ascídia *Rhodosoma turcicum* em placas do Ceará caracterizou o primeiro registro desta espécie para o nordeste setentrional brasileiro. A presença de muitas espécies exóticas e criptogênicas nas regiões de estudo alerta para a importância de monitoramentos contínuos das espécies em regiões portuárias.



## ABSTRACT

The intensification of the maritime transport around the world is coupled with an increase in the harbors and dockings infrastructure. These structures provide hard substrata for a generally abundant and diverse encrusting fauna. It has been demonstrated that artificial substrata in ports and marinas may harbor a considerable amount of exotic species. Ascidians are among the most important groups in such environments, being transported in the hulls or ballast water of ships connecting different regions. The present study investigate the assemblage of ascidians encrusting settling plates in two different harbor areas, distant more than 20° of latitude along the Brazilian coast. The polystyrene settling plates measured 12 x 12 cm were arranged in pairs, forming a “sandwich” with a 2cm space between them, and were kept submerged for periods of three months and one year, while the experiment lasted two years. The species richness of both areas was just slightly different (33 species in Ceará and 31 in São Paulo). On the other hand, Ceará presented a larger species richness per plate than São Paulo. In São Paulo, at the limit of the tropics, a stronger influence of seasonality was detected in terms of species composition between different periods. The compositions of the assemblages from the plates submerged for three months and one year was also different. The assemblage recruiting the internal and external faces of the plates sets were also different in terms of specific composition. The yearly plates presented a lower coverage of ascidians when compared to the quarterly plates, with a corresponding increase in coverage for other groups such as sponges and bryozoans. The internal faces of yearly plates showed a greater abundance of solitary ascidians, mainly *Ascidia sydneyensis*. The species *Rhodosoma turcicum* was recorded for the first time in the northern Brazilian coast. The presence of many exotic or cryptogenic species at the studied areas highlights the importance of continuous regular monitoring of the encrusting fauna in harbors and marinas.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização geográfica das áreas de estudo .....	19
Fonte: FERNANDES, 2012 (adaptado)Figura 2: Imagem de satélite do Terminal Portuário de Pecém – CE.....	19
Figura 3: Foto do Iate Clube de Ilhabela.....	20
Figura 4: Temperatura (°C) da água superficial de SP e CE. Média mensal dos últimos 50 anos.....	21
Figura 5: Salinidade da água superficial de SP e CE. Média mensal dos últimos 50 anos .....	21
Figura 6: Pluviosidade média no período de estudo em SP e CE .....	21
Figura 7: a- Variação da pluviosidade e da temperatura; b- variação da pluviosidade e da salinidade, no estado do Ceará .....	23
Figura 8: a- Variação da pluviosidade e da temperatura; b- variação da pluviosidade e da salinidade, no estado de São Paulo.....	24
Figura 9: Pluviosidade média mensal para os períodos do experimento (a- no Ceará, b- em São Paulo). * Valores apresentados no gráfico do Ceará terminam em junho de 2012 .....	25
Figura 10: Fotos do conjunto amostral utilizado nos experimentos.....	27
Figura 11: (a) Foto das colunas do Porto de Pecém (CE) onde foi instalado o experimento.....	28
Figura 12: Esquema do Iate Clube de Ilhabela. Os pontos indicam os locais onde as placas foram dispostas. ....	29
Figura 13: Porcentagem de cobertura de todos os pontos contabilizados nos experimentos .....	33
Figura 14: Porcentagem de cobertura por face e por período, de todos os grupos taxonômicos nas placas do Ceará e em São Paulo.....	35
Figura 15: Composição da comunidade por período no Ceará. ( <u>Eixo Y</u> – número de pontos de ocorrência).....	36
Figura 16: Composição da comunidade por período em São Paulo. ( <u>Eixo Y</u> – número de pontos de ocorrência).....	36
Figura 17: Riqueza por período e por local de estudo. (a – dados de faces externas, b – dados de faces internas).....	39
Figura 18: Total de pontos com presença de espécies solitárias e coloniais para cada face em ambos os local de estudo.....	40
Figura 19: Curvas de rarefação das espécies de ascídias nos dois anos de experimento. a- placas trimestrais (CE); b- placas anuais (CE); c- placas trimestrais (SP); d- placas anuais (SP) .....	43

Figura 20: Abundância das espécies com maiores IVBRs nos diferentes períodos no CE.....	48
Figura 21: Abundância das espécies com maiores IVBRs nos diferentes períodos em SP.....	49
Figura 22: Variação da abundância e da pluviosidade média por período das espécies que apresentaram correlação significativa com a pluviosidade (a e b- espécies do Ceará; c- espécie de São Paulo) .....	52
Figura 23: Valores de pluviosidade média e da riqueza total de cada período de submersão. (a- dados para o Ceará; b- dados para São Paulo).....	53
Figura 24: Índice de diversidade Brillouin nas faces externas e internas ao longo dos períodos. a- placas trimestrais do CE, b- placas anuais do CE, c- placas trimestrais de SP, d- placas anuais de SP .....	55
Figura 25: Índice de diversidade (Brillouin) e pluviosidade por período. (a – dados para o Ceará; b – dados para São Paulo) .....	56
Figura 26: Índice de similaridade (Jaccard) entre os períodos no Ceará (a- faces externas; b- faces internas; c- entre placas anuais; d- entre submersas simultaneamente; e- retiradas simultaneamente do mar) .....	58
Figura 27: Dendrograma de agrupamento destacando ano, face e troca de todos os períodos das placas do Ceará. ( <u>Em laranja</u> : primeiro ano (I); <u>em roxo</u> : segundo ano (II); <u>símbolo cheio</u> : faces externas; <u>símbolo vazado</u> : faces internas; <u>letras</u> : diferentes períodos – A, B, C e D- 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup> troca trimestral, respectivamente; X- placas anuais).....	59
Figura 28: Ordenamento MDS destacando ano e face de todos os períodos do Ceará. ( <u>Em laranja</u> : primeiro ano; <u>em roxo</u> : segundo ano; <u>símbolo cheio</u> : faces externas; <u>símbolo vazado</u> : faces internas).....	59
Figura 29: Dendrograma de agrupamento das espécies dos períodos no Ceará.....	60
Figura 30: Índice de similaridade (Jaccard) entre os períodos em São Paulo. (a- períodos consecutivos, faces externas; b- períodos consecutivos, faces internas; c- mesmo período de anos consecutivos – faces externas; d- mesmo período de anos consecutivos – faces internas; e- entre placas anuais; f- entre submersas simultaneamente; g- retiradas simultaneamente do mar).....	62
Figura 31: Dendrograma de agrupamento destacando ano, face e troca de todos os períodos das placas de São Paulo. ( <u>Em laranja</u> : primeiro ano (I); <u>em roxo</u> : segundo ano (II); <u>símbolo cheio</u> : faces externas; <u>símbolo vazado</u> : faces internas; <u>letras</u> : diferentes períodos – A, B, C e D- 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup> troca trimestral, respectivamente; X- placas anuais).....	63
Figura 32: Ordenamento MDS destacando ano, face de todos os períodos de São Paulo. ( <u>Em laranja</u> : primeiro ano; <u>em roxo</u> : segundo ano; <u>símbolo cheio</u> : faces externas; <u>símbolo vazado</u> : faces internas).....	63
Figura 33: Dendrograma de agrupamento das espécies dos períodos de São Paulo .....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Período de submersão das placas em cada local .....	27
Tabela 2: Porcentagem de cobertura dos grupos taxonômicos nas faces externas e internas de todas as placas no Ceará e em São Paulo .....	34
Tabela 3: Lista de espécies de ascídias e locais de ocorrência .....	38
Tabela 4: Presença de ocorrência das ascídias por período para ambos os locais de estudo .....	42
Tabelas 5: Índice de Valor Biológico Relativo (IVBR) das espécies com maiores índices, nos diferentes períodos (CE) - Faces externas .....	46
Tabela 6: Índice de Valor Biológico Relativo (IVBR) das espécies com maiores índices, nos diferentes períodos (CE) - Faces internas .....	46
Tabela 7: Índice de Valor Biológico Relativo (IVBR) das espécies com maiores índices, nos diferentes períodos (SP) - Faces externas .....	47
Tabela 8: Índice de Valor Biológico Relativo (IVBR) das espécies com maiores índices, nos diferentes períodos (SP) - Faces internas .....	47
Tabela 9: Correlação de Pearson entre a abundância das espécies e a pluviosidade no Ceará e em São Paulo .....	51
Tabela 10: Valores de riqueza e índice de diversidade de Brillouin para CE e SP .....	54

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	OBJETIVOS .....	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	18
3.1	<i>Áreas de estudo</i> .....	18
3.1.1	Terminal Portuário do Pecém .....	18
3.1.2	late Clube de Ilhabela.....	19
3.1.3	Dados abióticos .....	20
3.2	<i>Desenho experimental</i> .....	26
3.3	<i>Metodologia de análise</i> .....	29
4	RESULTADOS .....	32
4.1	<i>Composição da comunidade</i> .....	32
4.2	<i>Assembleias de ascídias</i> .....	37
5	DISCUSSÃO .....	66
5.1	<i>Assembleias de ascídias</i> .....	69
6	CONCLUSÕES.....	76
	REFERÊNCIAS.....	78
	APÊNDICES .....	85

# 1 INTRODUÇÃO

O transporte de microrganismos, plantas e animais por navios representa um dos vetores mais significativos de invasão de espécies exóticas e potencialmente prejudiciais ao meio ambiente. Este transporte pode ser realizado no próprio casco dos navios, para espécies incrustantes e associadas, ou por água de lastro que preenche tanques internos para dar equilíbrio ao navio quando este está parcialmente carregado ou vazio (FOFONOFF *et al.*, 2003).

A intensificação das rotas dos navios pode causar aumento da oferta de propágulos de espécies não-nativas nas regiões portuárias mundiais. Ruiz *et al.* (2009) supõem que pode ocorrer um aumento nas invasões visto que existe uma relação positiva entre a oferta de propágulos na água do mar e o sucesso no estabelecimento destes organismos.

Esta intensificação das rotas, além de facilitar a transferência de espécies entre locais, resulta em um aumento na quantidade de estruturas artificiais, proporcionando mais substratos rígidos que podem ser vulneráveis à colonização. Dados sugerem que o ritmo de invasões vem aumentando fortemente nas últimas décadas (RUIZ *et al.*, 2009).

Substratos artificiais presentes em estruturas de portos e marinas podem atuar como substratos adequados para a fixação e introdução de espécies exóticas que são transportadas por navios (AIROLDI *et al.*, 2005; GLASBY *et al.*, 2007; TYRRELL; BYERS, 2007).

Estudos que caracterizam os tipos de substratos rígidos ocupados por espécies exóticas demonstram que estes organismos ocorrem em maior número em substratos artificiais, provavelmente pela predominância destas estruturas em portos e marinas, onde os vetores e propágulos estão concentrados (RUIZ *et al.*, 2009).

Glasby *et al.* (2007) realizaram experimentos controlados comparando o recrutamento de espécies não-nativas em superfícies artificiais e substratos naturais. Eles sugeriram que estruturas artificiais podem facilitar invasões através de uma maior disponibilidade de recursos, como espaço, e facilitar o aumento na abundância de populações que se fixam, podendo se espalhar para substratos naturais.

Os organismos invasores vêm representando uma grande ameaça aos ecossistemas naturais pelos impactos causados à biodiversidade nativa (BAX *et al.*, 2003; GRAY, 1997).

Algumas espécies exóticas que colonizam estruturas artificiais podem facilitar o estabelecimento de outros organismos não-nativos, aumentando a chance de sucesso de espécies com potencial invasivo (FLOERL *et al.*, 2004).

O uso de substratos artificiais em estudos de comunidades incrustantes é uma ferramenta que vem sendo utilizada em vários países. Recentemente estas estruturas começaram a ser utilizadas como ferramentas de monitoramento de espécies introduzidas (CAMPBELL *et al.*, 2007).

Rocha *et al.* (2010), em estudo de introdução comparando substratos artificiais fixos e flutuantes, verificou que substratos fixos são mais suscetíveis às espécies introduzidas. Os autores sugerem que este tipo de substrato seja priorizado em ações de controle da bioinvasão.

O início da colonização de uma superfície rígida submersa no mar necessita da presença de larvas ou estruturas equivalentes na água do mar. Esta disponibilidade depende diretamente do período reprodutivo dos organismos, de condições hidrodinâmicas, da capacidade das larvas em evitar a predação e da seleção do substrato pelas larvas. Após a fixação ter ocorrido, o organismo ainda está sujeito à pressão de predação, competição ou condições ambientais adversas (DURANTE, 1991; STONER, 1994; OSMAN; WHITLATCH, 1995).

A quantidade de larvas no ambiente, além de ser determinante no recrutamento inicial de substratos limpos, pode ser responsável também pela composição e estrutura da comunidade clímax (GAINES; ROUGHGARDEN, 1985; HURLBUT, 1992).

Segundo Fofonoff *et al.* (2008), ao longo da costa da América do Norte têm sido registrada a ocorrência de várias espécies não-nativas, entre elas a ascídia *Didemnum sp.*

As ascídias (subfilo Tunicata, classe Ascidiacea) são invertebrados sésseis exclusivamente marinhos (RODRIGUES *et al.*, 1998), hermafroditas, solitários ou coloniais, cuja reprodução inclui estratégias reprodutivas sexuadas e assexuadas.

A reprodução sexuada caracteriza-se pelo desenvolvimento de larvas lecitotróficas que muitas vezes recrutam no substrato dentro de alguns minutos ou poucas horas após liberadas (MILLAR, 1971). Isto confere ao grupo um baixo poder de dispersão natural que tanto favorece sua utilização em estudos de biogeografia (PRIMO; VÁZQUEZ, 2007), como o torna um bom indicador de bioinvasão marinha (LAMBERT, 2002; 2005).

O transporte de invertebrados marinhos que possuem período curto de vida planctônica, como as ascídias, parece ser mais raro através da água de lastro (CARLTON; GELLER, 1993). No entanto, a adesão de indivíduos nos cascos ou em partes submersas dos tanques de lastro vem sendo considerada como o principal vetor de transferência para o grupo (COUTTS; DODGSHUN, 2007).

Muitas espécies de ascídias introduzidas têm sua distribuição restrita a substratos artificiais de regiões portuárias ou em marinas e são cada vez mais reconhecidas como importantes e agressivos bioinvasores (LAMBERT; LAMBERT, 2003). Estes animais estão entre os grupos dominantes de invertebrados bentônicos em muitas comunidades sésseis marinhas, tanto em substratos artificiais como também em substratos naturais (JACKSON, 1977).

Segundo Lambert e Lambert (1998), houve um aumento considerável no número de ascídias exóticas nos portos e marinas da Califórnia nos últimos 30 anos. Este grupo passou a ser dominante na composição faunística.

Quando as ascídias são introduzidas em um novo ambiente através do transporte marítimo, colonizam primariamente instalações artificiais, permanecendo geralmente restritas ao ambiente portuário. No entanto, algumas espécies são capazes de ampliar sua distribuição local, alcançando ambientes adjacentes e naturais, podendo causar diversos impactos negativos às espécies nativas (LAMBERT, 2005).

As modificações no ambiente marinho aparentemente estão causando aumento local do número de espécies, alterando a organização da comunidade sésil e vem facilitando a invasão de ascídias exóticas em todo o mundo (CHAPMAN; BLOCKLEY, 2009).

Tanto reduções como aumentos na abundância e diversidade de ascídias podem apresentar ameaças às comunidades sésseis, visto que estas alterações podem reformular a estrutura trófica das comunidades marinhas (BYRNES *et al.*, 2007; STACHOWICZ *et al.*, 2007).

A atuação das ascídias no desenvolvimento da comunidade deve variar de acordo com as características do lugar, como as espécies presentes, suas características intrínsecas, os mecanismos reprodutivos, velocidade de crescimento e forma do corpo (LOTUFO, 1997).



As ascídias podem ser solitárias ou coloniais. As solitárias geralmente apresentam crescimento mais lento e ciclo de vida mais longo. Já as coloniais, por possuírem reprodução assexuada por brotamento ou fissão de colônias, possuem um crescimento potencialmente mais rápido (MILLAR, 1971).

Vários fatores podem influenciar o período reprodutivo e o crescimento das ascídias, no entanto, a temperatura parece ser o principal fator determinante (ROCHA, 1988, 1991; TURON; BECERRO, 1992).

Algumas espécies de ascídias demonstram uma boa tolerância a variações de temperatura e salinidade e também a poluentes de um modo geral, podendo se desenvolver em ambientes muito inconstantes e modificados (MILLAR, 1971).

Millar (1971) demonstrou que algumas espécies de ascídias que colonizam lugares frios apresentam o período reprodutivo restrito aos poucos meses de verão. Este período vai aumentando conforme se observa a distribuição destas espécies em latitudes menores, até tornar-se contínuo em regiões equatoriais.

Embora as ascídias de regiões temperadas apresentem o período reprodutivo restrito aos meses mais quentes de verão, algumas espécies de regiões boreo-árticas apresentam reprodução ativa no inverno (MILLAR, 1954, 1958).

Em águas mais quentes é comum a presença de espécies que se reproduzem durante todo o ano. Nestes casos, as variações térmicas podem definir a intensidade do esforço reprodutivo (MILLAR, 1971; ROCHA, 1988, 1991).

Rocha (1988, 1991) observou, em São Sebastião, um período reprodutivo contínuo nas ascídias, com redução da intensidade nos meses de inverno. Nos meses de verão a colonização do substrato era intensa, assim como a velocidade de crescimento das espécies.

Segundo Ellingsen e Gray (2002), ambientes heterogêneos tendem a ter maior heterogeneidade de espécies, então variações temporais também são importantes na caracterização da composição de comunidades (MAGURRAN, 2007).

As diferentes latitudes do planeta apresentam diferentes temperaturas médias e graus de sazonalidade, sendo esta sazonalidade menos intensa em latitudes menores. A biodiversidade apresenta relação direta com a latitude, como sustenta a hipótese de que ocorre aumento da riqueza com a diminuição da latitude (HILLEBRAND, 2004a, 2004b).

Assim como em outros grupos de animais bentônicos, já se observou que ocorrem diferenças na diversidade de espécies de ascídias em diferentes localizações geográficas, onde em águas frias e com pequenas áreas ocorre baixo número de espécies, enquanto águas quentes e com grandes áreas apresentam maior nível de diversidade (NARANJO *et al.*, 1998).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a hipótese de que latitudes tropicais são mais diversas. Também foi comparada a variação temporal das assembleias de ascídias em cada local de estudo, destacando as espécies com potencial invasor, por se tratar de experimentos em áreas portuárias.

## **2 OBJETIVOS**

Comparar a estrutura das assembleias de ascídias em placas de recrutamento ao longo do tempo, em cada local de estudo.

Comparar a composição e dinâmica temporal da assembleia de ascídias entre as duas regiões portuárias.

Verificar a hipótese de que latitudes tropicais apresentam maior diversidade.

Identificar as espécies introduzidas.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 *Áreas de estudo*

Os estudos foram realizados em duas regiões portuárias na costa brasileira separados por aproximadamente 20° de latitude, uma no Terminal Portuário do Pecém, estado do Ceará, e a outra no Iate Clube de Ilhabela, estado de São Paulo (figura 1).

##### 3.1.1 Terminal Portuário do Pecém

O Terminal Portuário do Pecém (03°32'S, 38°48'W) está localizado no município de São Gonçalo do Amarante, a aproximadamente 60 km a oeste de Fortaleza. O clima na região é equatorial quente, com uma estação chuvosa de janeiro a julho e uma estação seca de agosto a dezembro (FUNCEME, 2013). O Terminal é do tipo “off shore” com acesso marítimo às instalações ocorrendo de forma direta, não havendo canal de acesso nem bacia de evolução. Uma ponte de 2.142,6 m de extensão interliga o continente aos píeres de atracação. Protegendo os píeres da ação das ondas e correntes, existe um quebra-mar em forma de "L" com 1768 m de extensão (CEARAPORTOS, 2013).

O início das operações comerciais do Terminal ocorreu em novembro de 2001. A movimentação de mercadorias vem alcançando crescimento mensal, confirmando sua posição como um dos portos mais importantes do país. Por ele trafegam navios de rotas internacionais e de cabotagem com destaque na exportação de frutas, calçados e algodão, e nas importações de ferro fundido, aço, combustíveis e óleos minerais (CEARAPORTOS, 2013).

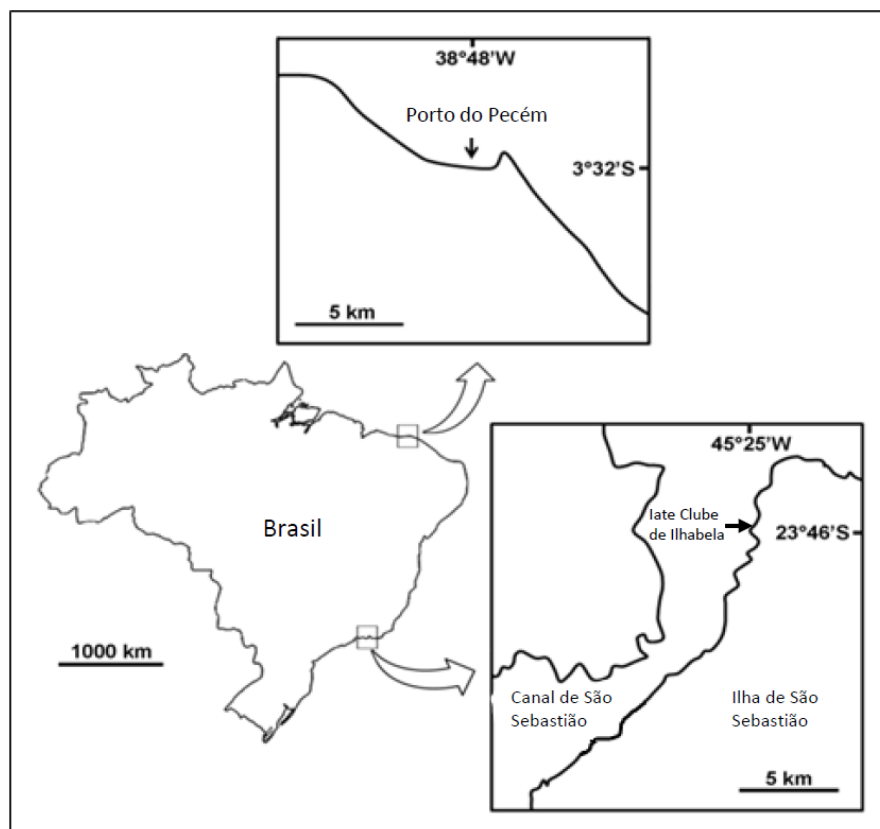
Atualmente o porto está em processo de ampliação das atividades com obras para aumento do comprimento do quebra-mar (aproximadamente 2500 metros) e dos píeres de atracação (figura 2).

### 3.1.2 Iate Clube de Ilhabela

O Iate Clube de Ilhabela ( $23^{\circ}46'S$ ,  $45^{\circ}25'W$ ) está localizado no canal de São Sebastião e abriga embarcações de lazer de pequeno e médio porte (figura 3). Neste canal está localizado o Porto de São Sebastião que está em funcionamento desde 1963 e tem grande importância no transporte marítimo nacional e internacional. Os principais produtos importados através do porto são: barrilha, sulfato de sódio, malte, cevada, trigo, produtos siderúrgicos, máquinas e equipamentos, bobinas de fio de aço e cargas gerais. Já os produtos exportados são: veículos, peças, máquinas e equipamentos, virtualhas, produtos siderúrgicos e cargas gerais (Porto de São Sebastião, 2012).

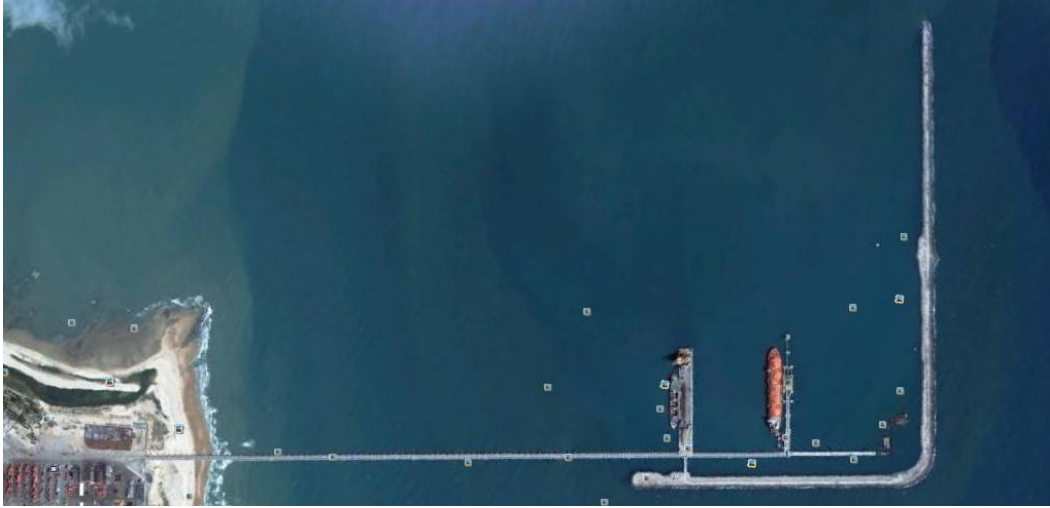
O canal de São Sebastião constitui uma importante passagem marinha que se estende por cerca de 25 Km entre o Município de São Sebastião (porção continental) e a Ilha de São Sebastião (Ilhabela). O clima na região é subtropical úmido com variações sazonais ao longo do ano, com verões quentes e chuvosos e invernos frios com baixa precipitação.

Figura 1: Localização geográfica das áreas de estudo



Fonte: FERNANDES, 2012 (adaptado)

Figura 2: Imagem de satélite do Terminal Portuário de Pecém – CE



Fonte: NOAA, U. S. Navy, NGA, GEBCO; acessado por Google Earth em outubro 2012

Figura 3: Foto do Iate Clube de Ilhabela

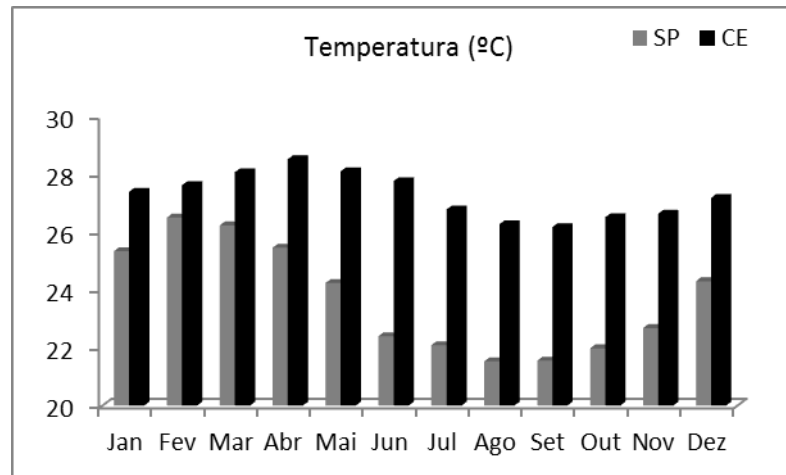


Fonte: [http://yci.com.br/?page\\_id=43](http://yci.com.br/?page_id=43)

### 3.1.3 Dados abióticos

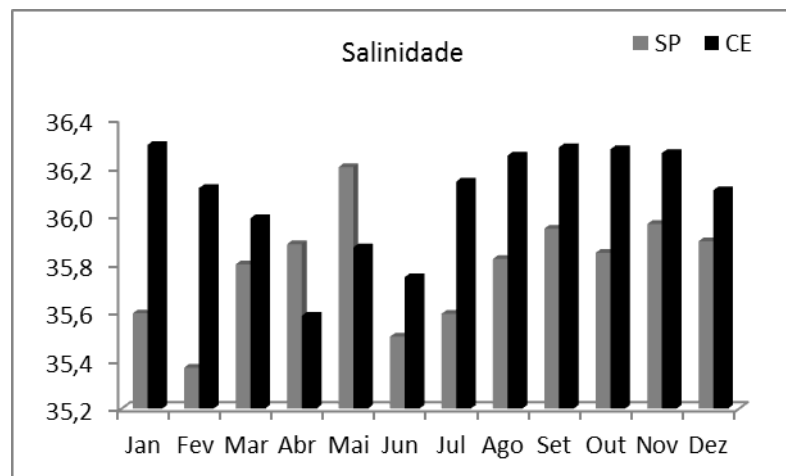
A seguir estão detalhadas as variáveis abióticas para cada local de estudo. As figuras 4 e 5 apresentam as médias mensais dos últimos 50 anos da temperatura da água do mar superficial e salinidade, respectivamente, para ambos os locais de estudo. Os valores de pluviosidade (figura 6) são médias mensais referentes ao período de estudo para cada local.

Figura 4: Temperatura (°C) da água superficial de SP e CE. Média mensal dos últimos 50 anos



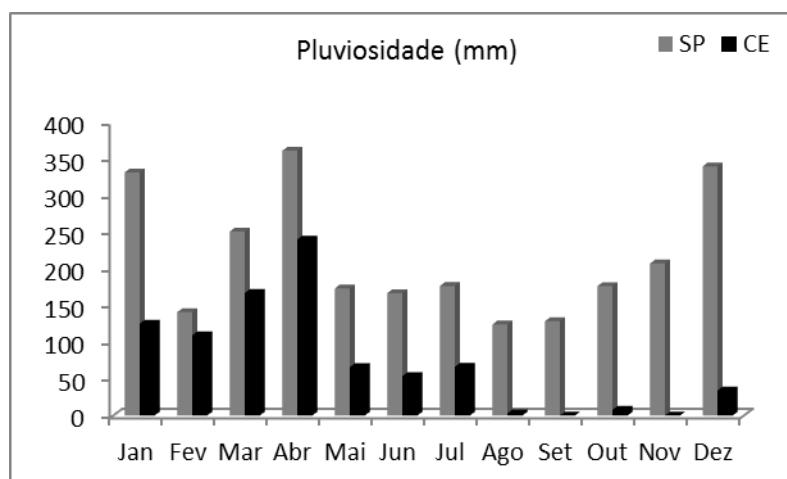
Fonte: [www.nodc.noaa.gov](http://www.nodc.noaa.gov)

Figura 5: Salinidade da água superficial de SP e CE. Média mensal dos últimos 50 anos



Fonte: [www.nodc.noaa.gov](http://www.nodc.noaa.gov)

Figura 6: Pluviosidade média no período de estudo em SP e CE



Fonte: [www.funceme.br](http://www.funceme.br) e [www.ciiagro.sp.gov.br](http://www.ciiagro.sp.gov.br)

Ao se comparar as temperaturas médias dos últimos 50 anos para os dois locais de estudo, verifica-se que a temperatura superficial da água do mar no Ceará é mais alta em todos os meses do ano. A temperatura média anual da água do mar no Ceará é de 27,3 °C, com valor máximo de 28,5 ° C no mês de abril e valor mínimo de 26,1 °C no mês de setembro. Já a média anual da temperatura do mar em São Paulo é de 23,7 °C, com valor máximo de 26,2 °C em março e 21,5 °C em agosto. Apesar de a temperatura no Ceará ser maior ao longo de todo o ano, São Paulo apresenta maior amplitude na variação da temperatura.

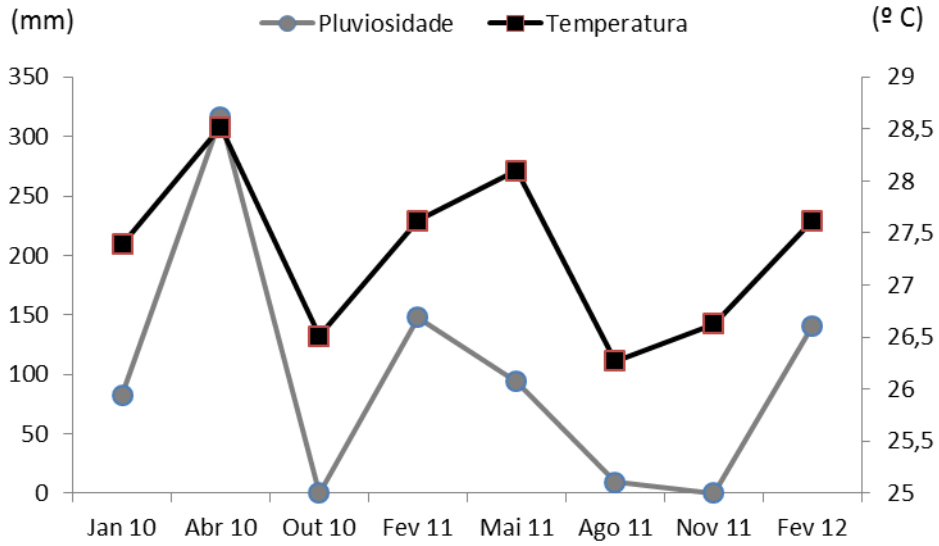
A salinidade média mensal no Ceará é maior que em São Paulo em todos os períodos do ano, exceto em maio, quando a salinidade de São Paulo ultrapassa a salinidade do Ceará. O Ceará apresenta salinidade média anual de 36,1 enquanto a média de São Paulo é de 35,8.

A pluviosidade média em São Paulo é maior do que no Ceará em todos os meses. São Paulo apresenta uma pluviosidade melhor distribuída ao longo do ano, porém com picos elevados nos meses de janeiro, abril e dezembro. Já no Ceará é possível observar duas estações bem definidas, uma chuvosa que vai de janeiro a julho e uma estação seca que vai de agosto a dezembro.

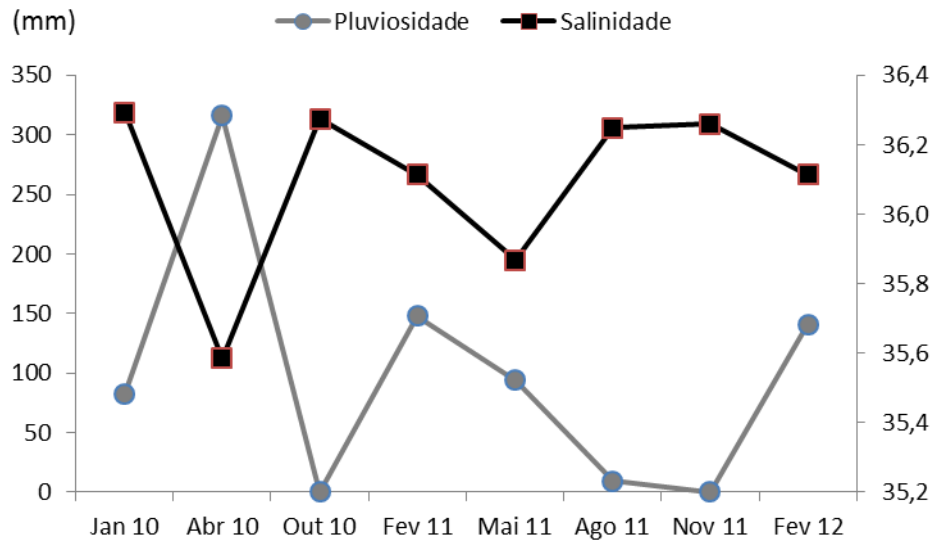
Dados históricos demonstram que a temperatura e pluviosidade seguem um mesmo padrão de variação ao longo dos meses para os dois estados. Já a salinidade apresenta um padrão inverso à pluviosidade ao longo dos meses. As duas relações são facilmente explicadas, pois quando aumentam as chuvas, diminuem os ventos, aumentando a temperatura superficial da água do mar. Assim como, com o aumento das chuvas, aumenta o aporte de água doce no mar, diminuindo a salinidade da água.

Estas relações estão ilustradas nas figuras 7 e 8, para o estado do Ceará e de São Paulo, respectivamente.

Figura 7: a- Variação da pluviosidade e da temperatura; b- variação da pluviosidade e da salinidade, no estado do Ceará



**a**

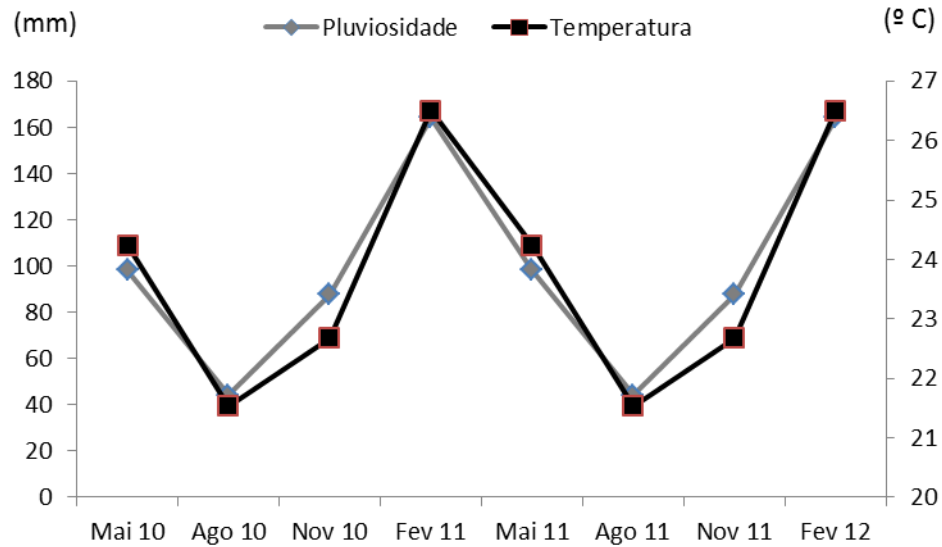


**b**

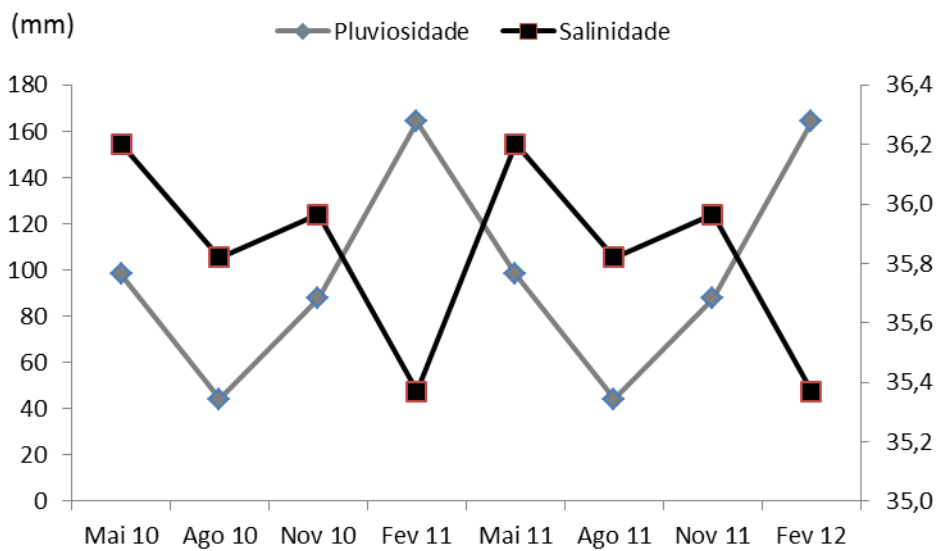
Fonte: Paiva, A. B.



Figura 8: a- Variação da pluviosidade e da temperatura; b- variação da pluviosidade e da salinidade, no estado de São Paulo



**a**



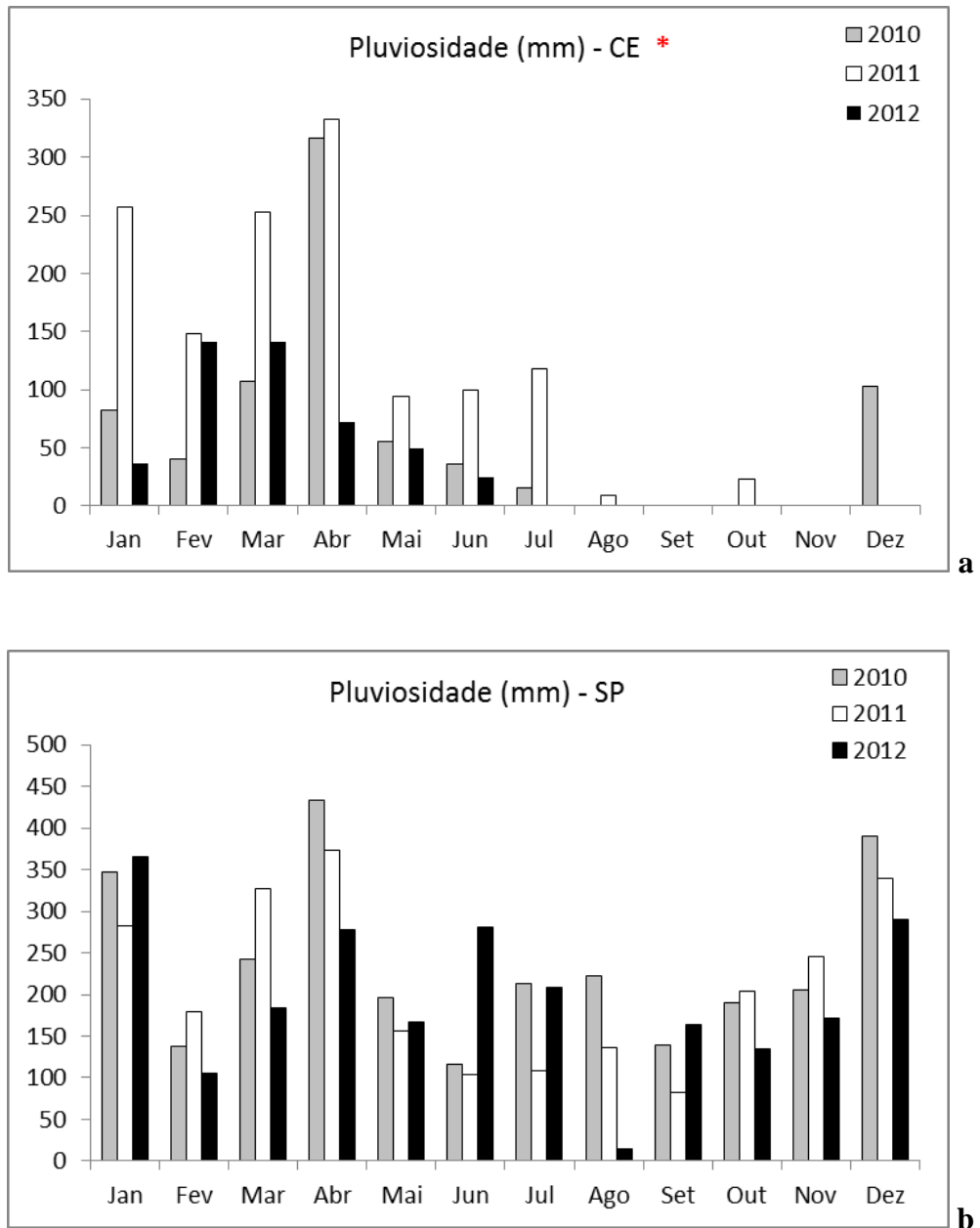
**b**

Fonte: Paiva, A. B.

Por estas variáveis seguirem este padrão covariante, optou-se neste trabalho por utilizar somente dados de pluviosidade para comparação com as variáveis bióticas. Outro motivo desta opção foi que para o estado do Ceará não foi possível conseguir medidas mensais recentes de temperatura e salinidade da água do mar.

Dados mensais para cada ano do experimento e para cada local de estudo estão detalhados na figura 9.

Figura 9: Pluviosidade média mensal para os períodos do experimento (a- no Ceará, b- em São Paulo).  
\* Valores apresentados no gráfico do Ceará terminam em junho de 2012



Fonte: **a-** [www.funceme.br](http://www.funceme.br) , **b-** [www.ciiagro.sp.gov.br](http://www.ciiagro.sp.gov.br)

### 3.2 *Desenho experimental*

Para a realização dos experimentos foram utilizados conjuntos amostrais que ficaram submersos por diferentes períodos. Cada conjunto amostral era composto por duas placas quadradas de polietileno preto, medindo 12 cm de lado e 2 mm de espessura. As placas eram fixadas paralelamente entre si, mantidas separadas com um espaço de 2 cm (figura 10). A disposição das placas dos conjuntos amostrais formam duas faces externas e duas internas.

No Ceará as unidades amostrais foram fixadas a aproximadamente 5 metros de profundidade entre as colunas da ponte que interliga os dois píeres de atracação do porto. Para a instalação das unidades amostrais, uma corda foi fixada a cada duas colunas, totalizando 15 cordas dispostas paralelamente, a 5 metros de profundidade, ao longo da ponte. Em cada corda foram fixados dois conjuntos amostrais que ficaram submersos por diferentes períodos (figura 11).

Em São Paulo as placas foram submersas nos píeres flutuantes a 3 metros de profundidade e dispostas como indicado na figura 12. Em cada ponto indicado na figura eram fixados dois conjuntos amostrais que ficavam submersos por diferentes períodos.

Em cada localidade o experimento foi iniciado com a colocação de 30 unidades amostrais. A cada três meses 15 conjuntos amostrais foram retirados sendo substituídos por novos, enquanto os outros 15 permaneceram submersos por um ano. Ao final do primeiro ano todos os conjuntos amostrais foram retirados do mar e substituídos por novos. As trocas foram novamente realizadas ao longo do segundo ano. Na tabela 1 estão presentes os períodos detalhados para cada localidade.

Para a retirada dos conjuntos amostrais do mar, estes foram envolvidos por sacos plásticos contendo água do mar e anestesiados com cristais de mentol. Foram mantidos em caixa térmica com gelo até a chegada em laboratório onde foram tratados os materiais.

Em laboratório foram fotografadas todas as quatro faces dos conjuntos amostrais. As placas ficaram em formoldeído 4% por aproximadamente 72 horas e depois foram transferidas para álcool 70%.

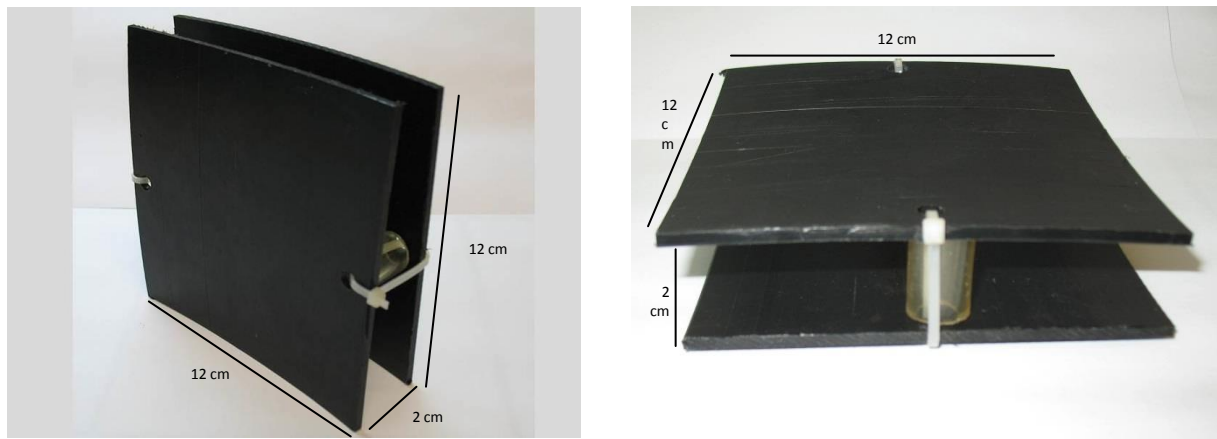
**Tabela 1:** Período de submersão das placas em cada local

Troca	São Gonçalo do Amarante – CE			São Sebastião - SP		
	Data	Estação *	Período de submersão	Data	Estação	Período de submersão
I-A	Jan 10	Seca	Out 09 - Jan 10	Mai10	Out	Fev 10 - Mai 10
I-B	Abr 10	Chuv	Jan 10 - Abr 10	Ago 10	Inv	Mai 10 - Ago 10
I-C	Out 10	Seca	Abr 10 - Out 10	Nov 10	Prim	Ago 10 - Nov 10
I-D	Fev 11	Chuv	Nov 10 - Fev 11	Fev 11	Ver	Nov 10 - Fev 11
II-A	Mai 11	Chuv	Fev 11 - Mai 11	Mai 11	Out	Fev 11 - Mai 11
II-B	Ago 11	Chuv	Mai 11 - Ago 11	Ago 11	Inv	Mai 11 - Ago 11
II-C	Nov 11	Seca	Ago 11 - Nov 11	Nov 11	Prim	Ago 11 - Nov 11
II-D	Fev 12	Seca	Nov 11 - Fev 12	Fev 12	Ver	Nov 11 - Fev 12
I-X	Out 10	(Anual)	Jul 09 - Out 10	Fev 11	(Anual)	Fev 10 - Fev 11
II-X	Nov 11	(Anual)	Nov 10 - Nov 11	Fev 12	(Anual)	Fev 11 - Fev 12

\* Estação seca = Pluviosidade média abaixo de 80 mm.

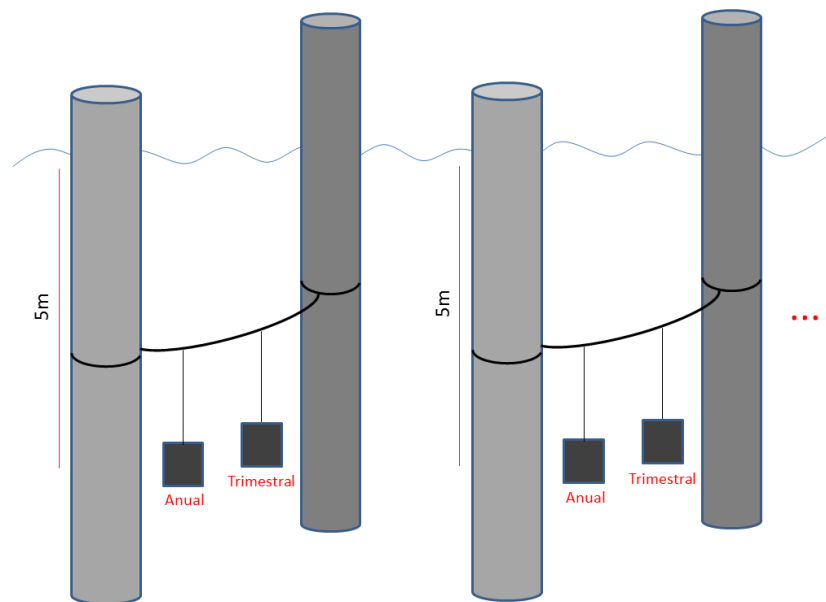
(Legenda: **Troca** – sigla usada para identificar o período de submersão - primeiro ano (I), segundo ano (II), A, B, C e D - 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> troca trimestral, respectivamente; X- placas anuais; **Data** – Período em que as placas foram retiradas do mar; **Chuv** – Estação chuvosa).

Figura 10: Fotos do conjunto amostral utilizado nos experimentos



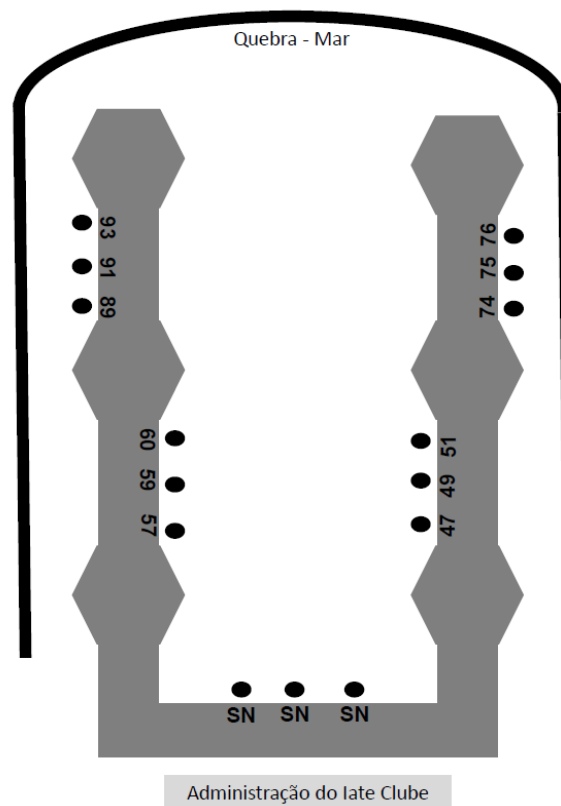
Fonte: Paiva, A. B.

Figura 11: (a) Foto das colunas do Porto de Pecém (CE) onde foi instalado o experimento.  
(b) Desenho esquemático da distribuição dos conjuntos amostrais nas colunas do porto (sem escala)

**a****b**

Fonte: Paiva, A. B.

Figura 12: Esquema do Iate Clube de Ilhabela. Os pontos indicam os locais onde as placas foram dispostas.



Fonte: Paiva, A. B.

### 3.3 Metodologia de análise

Para o estudo da comunidade incrustante foram analisadas uma face interna e uma externa de cada conjunto amostral. Utilizando o programa CPCe V4.0 (Coral Point Count with Excel extensions – KOHLER; GILL, 2006) foram aleatorizados 40 pontos nas fotos das placas.

Para chegar ao valor de 40 pontos por placa, foram sorteadas 10 placas das duas primeiras trocas do Ceará e feitas análises da comunidade de 100, 80, 60 e 40 pontos por placa. Foi verificado que 40 pontos eram suficientes para amostrar ao menos 80% das ascídias presentes nas placas.

Observando as fotos, cada ponto aleatorizado foi analisado nas placas, sob lupa e microscópio para identificação das ascídias presentes. Foram analisadas 600 placas, totalizando 24.000 pontos.

Quando não ocorria nenhuma ascídia no ponto sorteado, era anotado o grupo taxonômico presente. No entanto, quando as ascídias coocorriam com outro grupo taxonômico em um mesmo ponto, era anotada a ascídia, independente se a colonização era primária ou secundária.

As ascídias foram identificadas ao menor nível taxonômico possível utilizando bibliografia apropriada. Quando necessário foi utilizado o corante hemalun de Masson para visualização das estruturas e microscopia eletrônica de varredura (MEV) para visualização das espículas. A microscopia eletrônica foi realizada no Departamento de Biologia da Universidade de São Paulo.

Foram geradas curvas de rarefação a partir dos dados de abundância, levando em conta as riquezas encontradas. Desta maneira foi possível verificar se o esforço amostral foi suficiente para amostrar as ascídias com potencial incrustante em placas de recrutamento artificiais nas regiões de estudo.

As ascídias encontradas foram classificadas com relação ao status invasor das espécies. Os critérios de classificação utilizados neste trabalho foram: nativa, para espécies presentes em substrato natural na região nordeste, endêmicas ou com distribuição limitada ao atlântico tropical, com registros há mais de 10 anos na região; introduzida, para espécie previamente desconhecida na região ou com ocorrência restrita aos portos; criptogênica, para espécie com ampla ocorrência geográfica, sem origem determinada.

Verificou-se a riqueza de espécies por período para cada lugar e a comparação do número de ocorrências de espécies solitárias e coloniais.

A ocorrência da espécie foi analisada em termos do tempo de submersão do substrato, sendo comparadas as placas trimestrais e anuais. As espécies foram classificadas então como de recrutamento inicial, com capacidade de colonizar superfícies vazias, ou de recrutamento mais tardio, necessitando de uma comunidade já estabelecida para se fixar.

As espécies foram também classificadas em abundantes e raras em cada local de estudo. Foram consideradas como espécies abundantes aquelas que ocorreram em todos os

períodos e que apresentam abundância relativa maior que 3%. As espécies raras foram aquelas com abundância relativa menor que 0,2%.

A importância biológica de cada espécie foi determinada por meio do Índice de Valor Biológico Relativo – IVBR (ROSSO, 1996), calculado a partir da fórmula:

$$IVBR = \frac{\sum_{j=1}^N rk_{i,j}}{\sum_{j=1}^N S_j}$$

Onde:

$S_j$  = riqueza do elemento amostral  $j$

$N$  = número total de elementos amostrais

$rk_{i,j}$  = posto da espécie  $i$  no elemento amostral  $j$ , correspondendo a  $[S - (P-1)]$ , sendo  $P$  a posição da espécie numa escala decrescente de abundância.

Dados de temperatura superficial da água do mar e salinidade foram obtidos através do NODC - National Oceanographic Data Center (<http://www.nodc.noaa.gov>) para ambos os locais de estudo. Os valores de pluviosidade foram obtidos da FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (<http://www.funceme.br>) para o Ceará e do CIIAGRO - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Estado de São Paulo (<http://www.ciiagro.sp.gov.br>) para São Paulo.

A partir de dados históricos, verificou-se que os valores de temperatura, salinidade e pluviosidade ao longo do ano seguem um padrão covariante. Assim, optou-se neste trabalho por utilizar somente dados de pluviosidade para comparação com as variáveis bióticas.

Foi realizada análise univariada de correlação de Pearson entre a pluviosidade e a riqueza e entre pluviosidade e as abundâncias das espécies para cada local de estudo.

A diversidade de ascídias nos períodos foi calculada a partir do índice de diversidade de Brillouin e a similaridade entre os períodos estudados foi quantificada utilizando o índice de similaridade de Jaccard.

Utilizando o aplicativo Primer 6.0 (CLARKE; WARNICK, 2001), realizou-se análises de agrupamento com estratégias de amalgamento por UPGMA e escalonamento



multidimensional (MDS), a partir de matrizes de similaridade de Bray-Curtis sobre os dados de abundância transformados por raiz quarta.

## 4 RESULTADOS

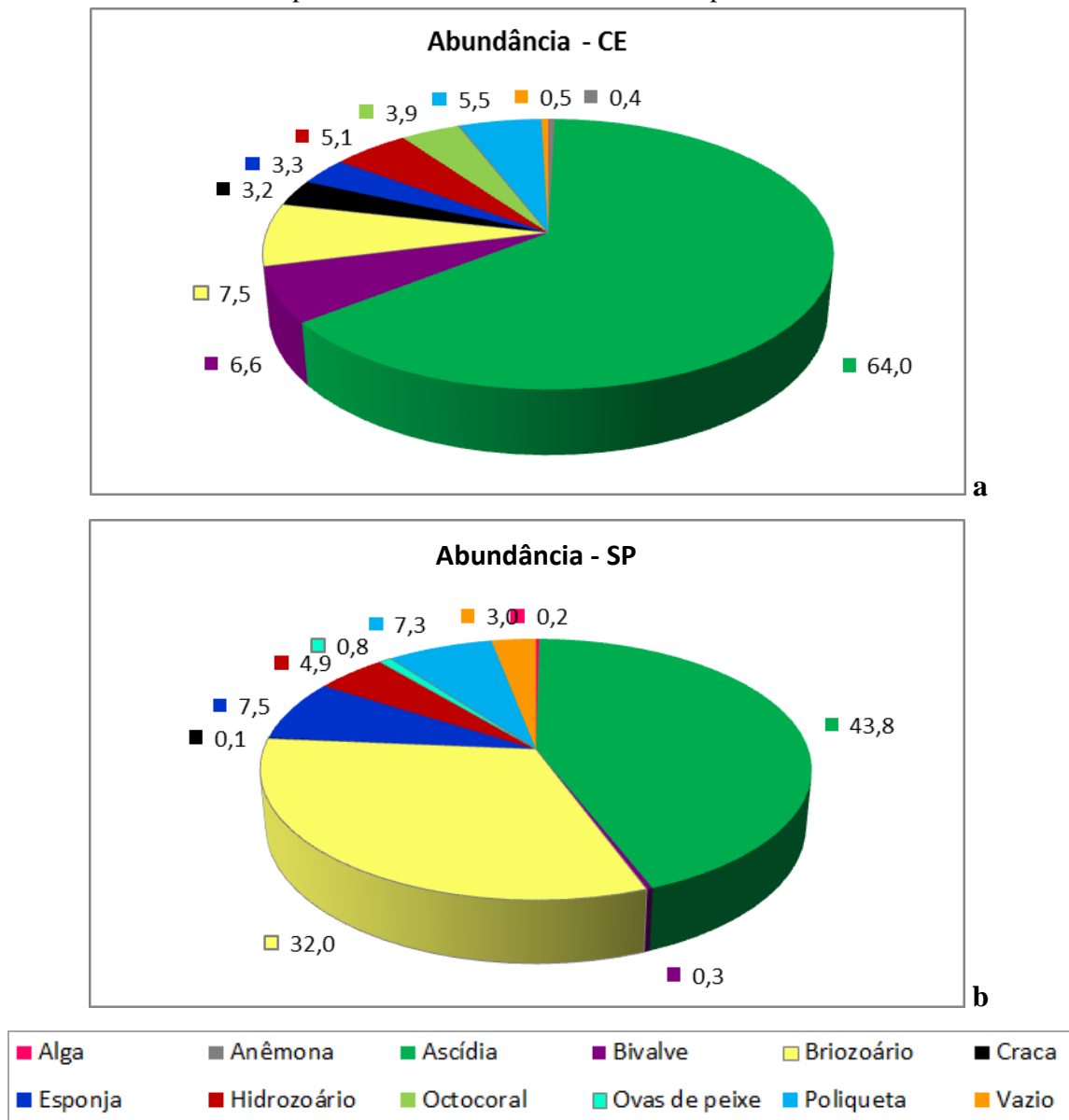
### 4.1 *Composição da comunidade*

A porcentagem de cobertura de todos os grupos taxonômicos encontrados no trabalho para as duas áreas de estudo, incluindo as faces internas e externas de placas trimestrais e anuais estão representados na figura 13. Nota-se que as ascídias são responsáveis por mais da metade da área de cobertura do Ceará. Em São Paulo, além das ascídias, os briozoários também ocupam uma grande porcentagem de cobertura. No método de análise das placas, deu-se preferência para as ascídias quando estas coexistiam com algum outro grupo taxonômico em um mesmo ponto, não importando se a cobertura era primária ou secundária. Apesar das ascídias serem um grupo muito abundante nas placas deste estudo, na metodologia de análise da cobertura o resultado para esse grupo pode ser considerado superestimado.

Bivalves e cracas são responsáveis por somente 6,6 e 3,2% da área de cobertura no Ceará, respectivamente. Já em São Paulo estes grupos praticamente não aparecem. Octocoral foi encontrado somente no Ceará, enquanto as esponjas e poliquetas foram mais abundantes em São Paulo.

Ao serem analisadas separadamente as faces externas e internas (tabela 2) e as placas trimestrais e anuais (figura 14), nota-se que para o Ceará, nas faces externas das placas trimestrais, as ascídias são responsáveis por mais de 60% da área de cobertura, seguidas dos briozoários, que representam 9%. Já nas mesmas faces das placas anuais, a composição se torna mais heterogênea, a área de cobertura das ascídias diminui pela metade em comparação com as placas trimestrais, e as esponjas se destacam passando de 1% nas placas trimestrais para 19% nas anuais. Também ocorre aumento na quantidade de briozoários e de octocorais. Nas faces internas as ascídias também são o grupo com maior abundância tanto nas placas trimestrais como nas anuais. No entanto, também ocorre um aumento na abundância de esponjas nas placas anuais. Nota-se que as cracas estão mais presentes nas faces externas, enquanto os bivalves são mais frequentes nas faces internas.

Figura 13: Porcentagem de cobertura de todos os pontos contabilizados nos experimentos  
a – valores do experimento do Ceará; b – valores do experimento de São Paulo



Fonte: Paiva, A. B.

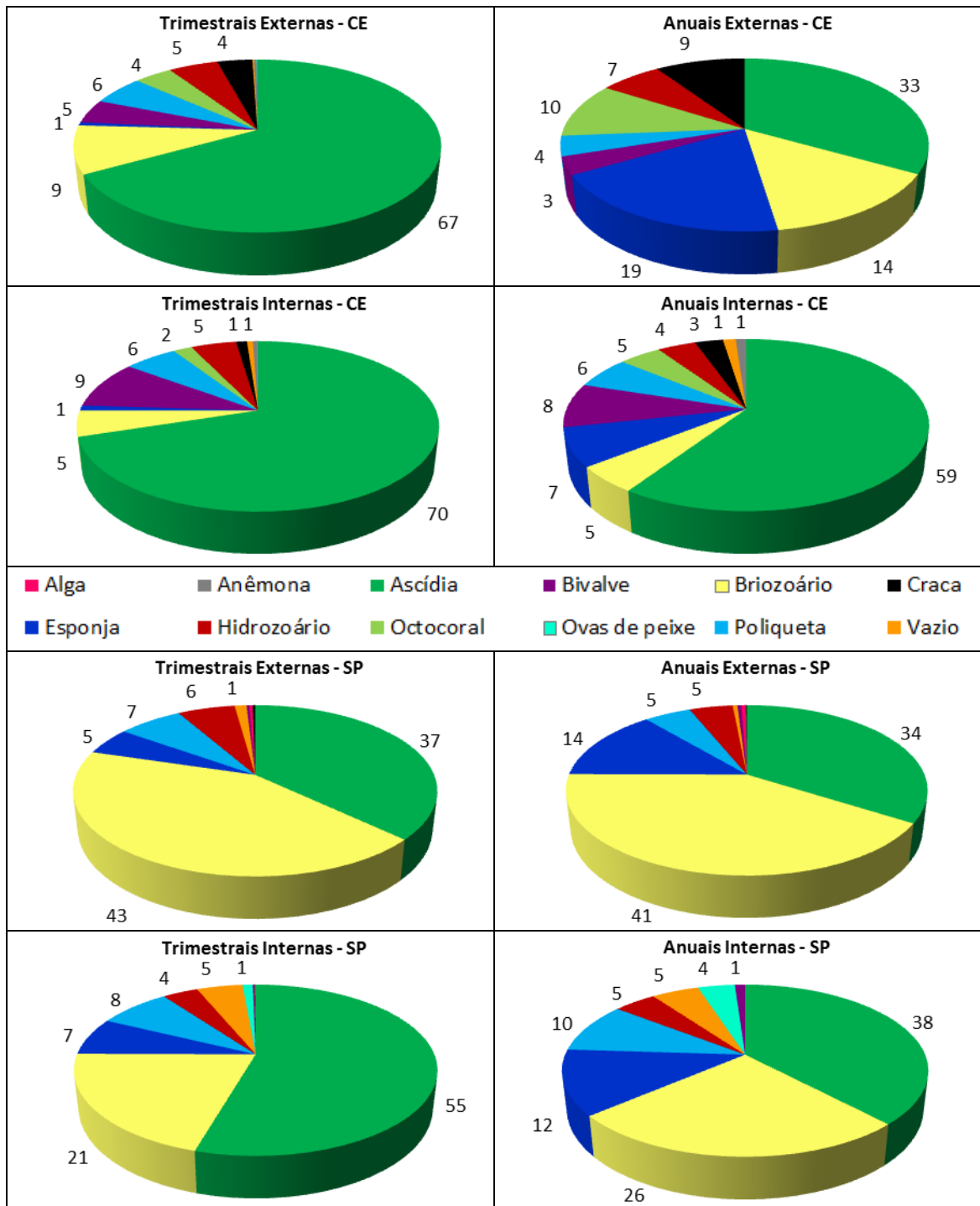
Em São Paulo os briozoários são o grupo com maior abundância nas faces externas, seguido pelas ascídias. Juntos, estes grupos ocupam aproximadamente 70% da área de cobertura das faces externas. O destaque das placas anuais aparece novamente nas esponjas, que ocorrem em maior abundância nestas do que nas trimestrais. Nas faces internas o grupo predominante é o das ascídias seguido dos briozoários. Nas anuais ocorre aumento na quantidade de esponjas e poliquetas em relação às placas trimestrais.

Nas figuras 15 e 16 estão ilustradas as variações na composição da comunidade ao longo dos períodos em cada face para o Ceará e São Paulo, respectivamente. Verifica-se que as ascídias são mais abundantes em praticamente todos os períodos no Ceará, enquanto os briozoários também se destacam em São Paulo juntamente com as ascídias, principalmente nas faces externas, ao longo dos períodos.

**Tabela 2:** Porcentagem de cobertura dos grupos taxonômicos nas faces externas e internas de todas as placas no Ceará e em São Paulo

	Ceará		São Paulo	
	Externa	Interna	Externa	Interna
Ascídia	60,2	68,0	36,4	51,2
Briozoário	10,0	4,9	42,3	21,6
Poliqueta	5,2	5,8	6,5	8,1
Esponja	4,3	2,2	6,9	8,1
Hidrozoário	5,5	4,7	5,8	3,9
Bivalve	4,3	9,0	0,3	0,3
Octocoral	5,3	2,5	0,0	0,0
Craca	4,9	1,5	0,2	0,1
Anêmona	0,2	0,6	0,0	0,1
Ovas de peixe	0,1	0,0	0,0	1,7
Alga	0,0	0,0	0,4	0,0
Vazio	0,1	0,8	1,1	4,9

Figura 14: Porcentagem de cobertura por face e por período, de todos os grupos taxonômicos nas placas do Ceará e em São Paulo



Fonte: Paiva, A. B.



## 4.2 *Assembleias de ascídias*

Analisando somente a ocorrência de ascídias, neste estudo foi encontrado um total de 44 espécies, pertencentes a 10 famílias e 24 gêneros (tabela 3). Destas espécies, 33 estavam presentes no Ceará e 31 em São Paulo, sendo que 21 espécies foram comuns a ambos os lugares.

Das espécies encontradas, somente 9 são classificadas como espécies nativas, sendo elas: *Didemnum galacteum*, *Didemnum vanderhorsti*, *Trididemnum orbiculatum*, *Distaplia bermudensis*, *Rhodosoma turcicum*, *Molgula braziliensis*, *Pyura mariscata*, *Botryllus tabori*, *Symplegma rubra*.

Seis espécies são classificadas como introduzidas, sendo elas: *Didemnum cineraceum*, *Distaplia* sp. 1, *Distaplia* sp. 2, *Ascidia sydneyensis*, *Cnemidocarpa irene* e *Styela plicata*.

A grande maioria das espécies que ocorreram neste estudo é classificada como criptogênica, que são espécies para as quais se desconhece a origem.

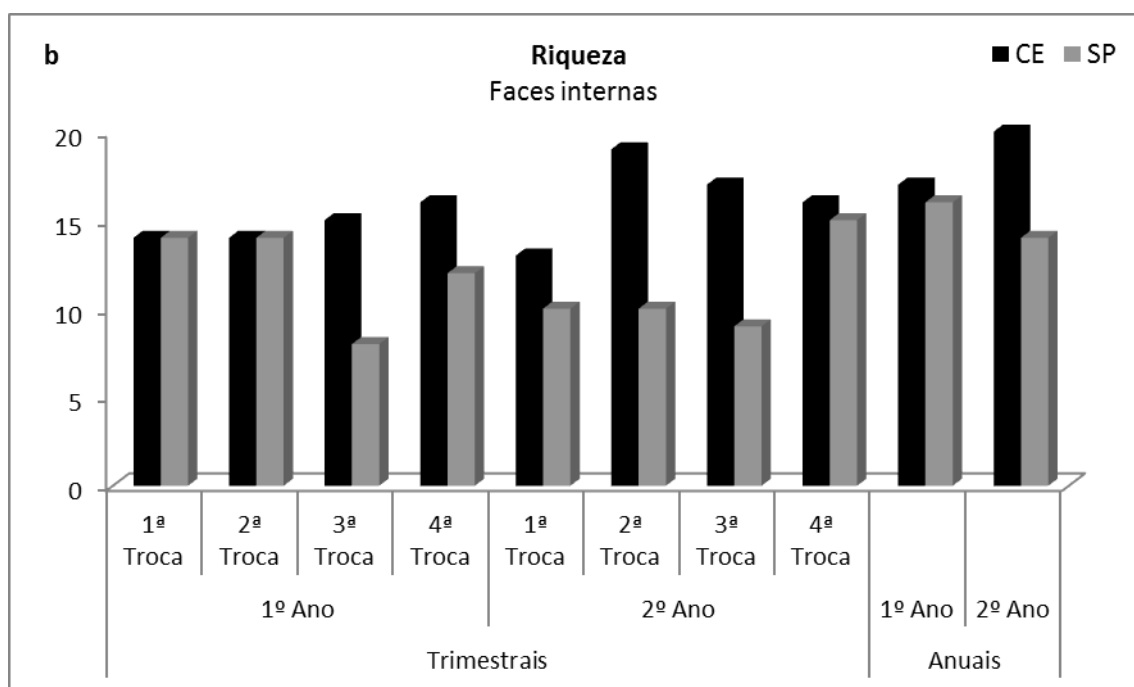
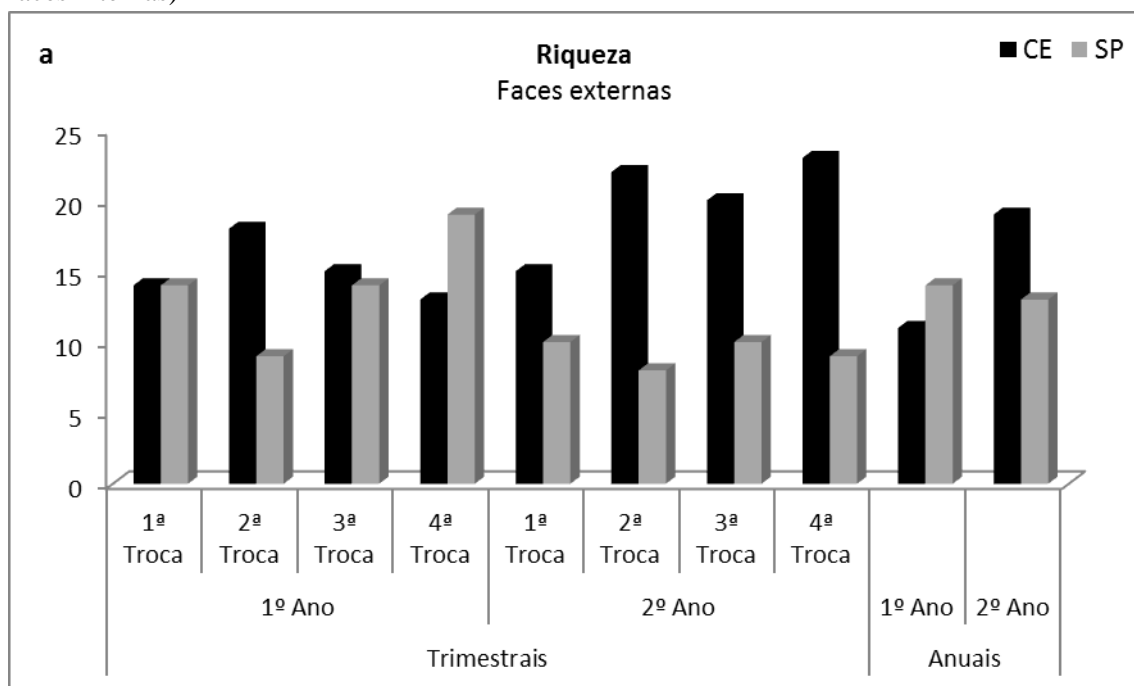
Um total de 20 espécies estiveram presentes em ambos os locais de estudo. As espécies *Aplidium* sp., *Botrylloides giganteum*, *Botrylloides nigrum*, *Clavelina oblonga*, *Didemnum vanderhorsti*, *Distaplia* sp. 2, *Ecteinascidia* sp., *Molgula braziliensis*, *Perophora multiclathrata*, *Polyclinum constellatum* e *Symplegma* sp. foram encontradas somente nas placas de São Paulo. As espécies exclusivas do Ceará foram *Ascidia papillata*, *Botryllus planus*, *Didemnum galacteum*, *Didemnum granulatum*, *Didemnum* sp., *Diplosoma* sp. 2, *Eusynstyela* sp., *Lissoclinum* sp., *Microcosmus exasperatus*, *Polysyncraton* sp., *Pyura mariscata*, *Pyura vittata* e *Rhodosoma turcicum*. Este foi o primeiro registro da ascídia *Rhodosoma turcicum* para o litoral setentrional do nordeste do Brasil.

A figura 17 ilustra a riqueza de ascídias por período para os dois locais de estudo. Na figura 17a, estão presentes somente as faces externas das placas de recrutamento e na figura 17b estão às faces internas.

**Tabela 3:** Lista de espécies de ascídias e locais de ocorrência

Sub-ordem	Família	Espécies	CE	SP	
Aplousobranchia	Clavelinidae	<i>Clavelina oblonga</i> Herdman, 1880		X	
		<i>Didemnum cineraceum</i> (Sluiter, 1908)	X	X	
		<i>Didemnum galacteum</i> Lotufo & Dias, 2007	X		
		<i>Didemnum granulatum</i> Tokioka, 1954	X		
		<i>Didemnum perlucidum</i> Monniot, 1983	X	X	
		<i>Didemnum psammatodes</i> (Sluiter, 1895)	X	X	
		<i>Didemnum</i> sp.	X		
	Didemnidae	<i>Didemnum vanderhorsti</i> Van Name, 1924			X
		<i>Diplosoma</i> sp. 1	X	X	
		<i>Diplosoma</i> sp. 2	X		
		<i>Lissoclinum fragile</i> (Van Name, 1902)	X	X	
		<i>Lissoclinum</i> sp.	X		
		<i>Polysyncraton</i> sp.	X		
		<i>Trididemnum orbiculatum</i> (Van Name, 1902)	X	X	
	Holozoidae	<i>Distaplia bermudensis</i> Van Name, 1902	X	X	
		<i>Distaplia</i> sp. 1	X	X	
		<i>Distaplia</i> sp. 2		X	
Polyclinidae	<i>Polyclinum constellatum</i> Savigny, 1816		X		
	<i>Aplidium</i> sp.		X		
Phlebobranchia	Ascidiidae	<i>Ascidia curvata</i> (Traustedt, 1882)	X	X	
		<i>Ascidia papillata</i> Bonnet & Rocha, 2011	X		
		<i>Ascidia sydneiensis</i> Stimpson, 1855	X	X	
		<i>Phallusia nigra</i> Savigny, 1816	X	X	
	Corellidae	<i>Rhodosoma turcicum</i> (Savigny, 1816)	X		
	Perophoridae	<i>Ecteinascidia</i> sp.		X	
		<i>Ecteinascidia styeloides</i> (Traustedt, 1882)	X	X	
		<i>Perophora multiclathrata</i> (Sluiter, 1904)		X	
		<i>Perophora viridis</i> Verrill, 1871	X	X	
	Stolidobranchia	Molgulidae	<i>Molgula braziliensis</i> Millar, 1958		X
Pyuridae		<i>Herdmania pallida</i> (Heller, 1878)	X	X	
		<i>Microcosmus exasperatus</i> Heller, 1878	X		
		<i>Pyura mariscata</i> Rodrigues, 1966	X		
		<i>Pyura vittata</i> (Stimpson, 1852)	X		
Styeliidae		<i>Botrylloides giganteum</i> (Pérès, 1949)		X	
		<i>Botrylloides nigrum</i> Herdman, 1886		X	
		<i>Botryllus planus</i> (Van Name, 1902)	X		
		<i>Botryllus tabori</i> Rodrigues, 1962	X	X	
		<i>Cnemidocarpa irene</i> (Hartmeyer, 1906)	X	X	
	<i>Eusynstyela</i> sp.	X			
	<i>Styela canopus</i> (Savigny, 1816)	X	X		
	<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)	X	X		
	<i>Symplegma brakenhielmi</i> (Michaelsen, 1904)	X	X		
	<i>Symplegma rubra</i> Monniot, 1972	X	X		
<i>Symplegma</i> sp.		X			
<b>Total</b>		<b>33</b>	<b>31</b>		

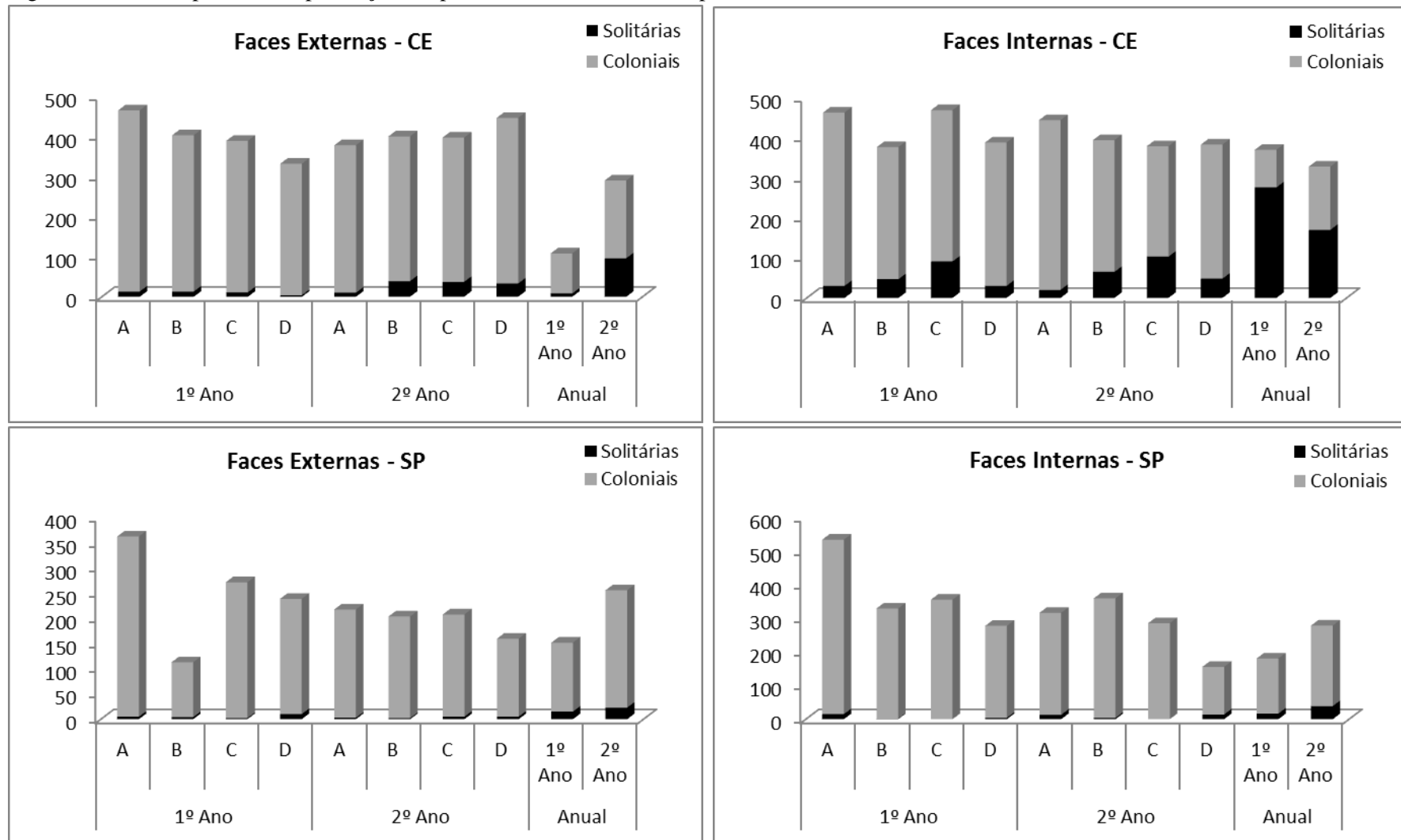
Figura 17: Riqueza por período e por local de estudo. (a – dados de faces externas, b – dados de faces internas)



Fonte: Paiva, A. B.



Figura 18: Total de pontos com presença de espécies solitárias e coloniais para cada face em ambos os local de estudo



Fonte: Paiva, A. B.

Apesar do número total de espécies não ser muito diferente de um local para outro, no geral a riqueza média por período é maior no Ceará do que em São Paulo. As placas de São Paulo geralmente são dominadas por algumas espécies, enquanto as placas do Ceará são mais diversas.

Na figura 18 estão presentes os dados de espécies de ascídias coloniais e solitárias por período para cada local de estudo. Nota-se pelos gráficos que a presença de ascídias solitárias é maior nas placas do Ceará do que nas placas de São Paulo. Esta ocorrência é maior também nas faces internas do que externas.

Registrou-se também a presença de ouriços-do-mar nas faces internas das placas de São Paulo. Quando presentes, estes animais deixavam as faces internas praticamente sem incrustações. Esta ocorrência não foi registrada no Ceará.

A presença e ausência das espécies nos diferentes períodos de experimento, para cada local de estudo, está detalhada na tabela 4.

Analisando a tabela 4, verifica-se que *D. cineraceum*, *D. perlucidum*, *Diplosoma* sp. 1 e *S. rubra* ocorreram em todos os períodos dos dois locais de experimento. Esta presença contínua demonstra que estes organismos comportam-se como espécies oportunistas, apresentando tanto características de espécies pioneiras, que colonizam as placas logo no início do estágio sucessional, como também conseguem coexistir com espécies mais tardias, permanecendo nas placas até o período de um ano.

Já as espécies *Botrylloides giganteum*, *Molgula braziliensis* e *Distaplia* sp.2 estiveram presentes somente nas placas anuais de São Paulo. As espécies *Pyura vittata* e *Styela plicata* ocorreram apenas em placas anuais do Ceará. O fato destas espécies só terem aparecido em placas anuais leva a sugerir que são espécies de colonização secundária, aparecendo tardiamente, quando já existe uma comunidade estabelecida.

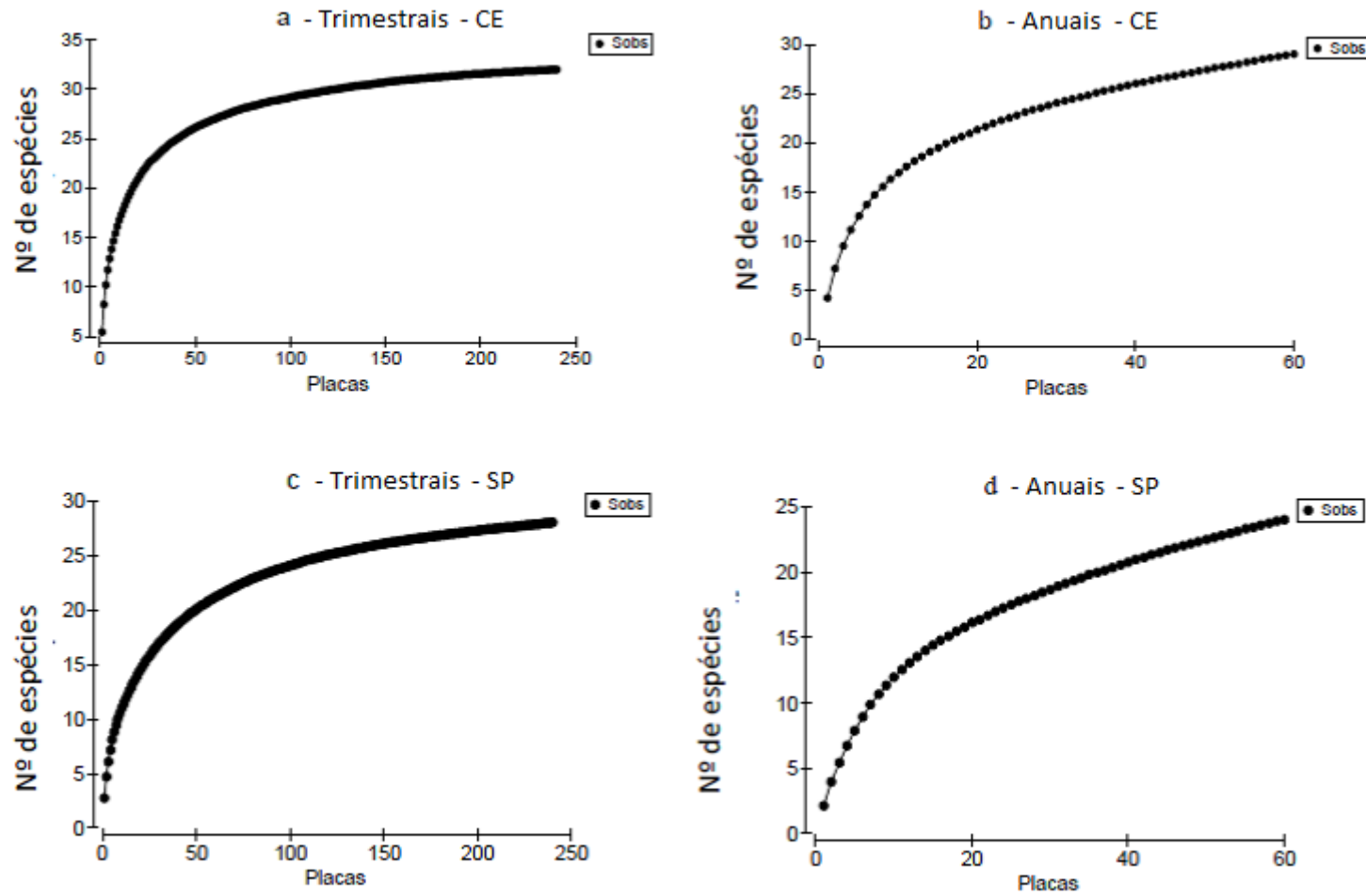
Para verificar se a quantidade de placas utilizada neste estudo foi suficiente para amostrar as assembleias de ascídias, foram formadas curvas de rarefação das espécies encontradas em cada local de estudo (figura 19).

**Tabela 4:** Presença de ocorrência das ascídias por período para ambos os locais de estudo

CE/SP	I-A	I-B	I-C	I-D	II-A	II-B	II-C	II-D	I-X	II-X
<i>Aplidium</i> sp.										
<i>Ascidia curvata</i>										
<i>Ascidia papillata</i>										
<i>Ascidia sydneyensis</i>										
<i>Botrylloides giganteum</i>										
<i>Botrylloides nigrum</i>										
<i>Botryllus planus</i>										
<i>Botryllus tabori</i>										
<i>Clavelina oblonga</i>										
<i>Cnemidocarpa irene</i>										
<i>Didemnum cineraceum</i>										
<i>Didemnum galacteum</i>										
<i>Didemnum granulatum</i>										
<i>Didemnum perucidum</i>										
<i>Didemnum psammatoedes</i>										
<i>Didemnum</i> sp.										
<i>Didemnum vanderhorsti</i>										
<i>Diplosoma</i> sp. 1										
<i>Diplosoma</i> sp. 2										
<i>Distaplia bermudensis</i>										
<i>Distaplia</i> sp. 1										
<i>Distaplia</i> sp. 2										
<i>Ecteinascidia</i> sp.										
<i>Ecteinascidia styeloides</i>										
<i>Eusynstyela</i> sp.										
<i>Herdmania pallida</i>										
<i>Lissoclinum fragile</i>										
<i>Lissoclinum</i> sp.										
<i>Microcosmus exasperatus</i>										
<i>Molgula braziliensis</i>										
<i>Perophora multiclathrata</i>										
<i>Perophora viridis</i>										
<i>Phallusia nigra</i>										
<i>Polyclinum constellatum</i>										
<i>Polysyncraton</i> sp.										
<i>Pyura mariscata</i>										
<i>Pyura vittata</i>										
<i>Rhodosoma turcicum</i>										
<i>Styela canopus</i>										
<i>Styela plicata</i>										
<i>Symplegma brakenhielmi</i>										
<i>Symplegma rubra</i>										
<i>Symplegma</i> sp.										
<i>Trididemnum orbiculatum</i>										

Branco = ausência, cinza = presente em SP, preto = presente no CE,  
quadriculado = presente em ambos

Figura 19: Curvas de rarefação das espécies de ascídias nos dois anos de experimento. a- placas trimestrais (CE); b- placas anuais (CE); c- placas trimestrais (SP); d- placas anuais (SP)



Fonte: Paiva, A. B.

As curvas geradas indicam que o esforço amostral dos experimentos foi suficiente para estimar grande parte das espécies de ascídias com potencial de recrutamento nas placas. Cerca de 75 placas já foram suficientes para estimar grande parte das espécies no Ceará, não havendo muito incremento de espécies a partir deste número. Já para São Paulo, a quantidade de novas espécies por placa diminui bastante a partir de 120 placas, aproximadamente.

Este fato pode ser explicado, visto que a riqueza por local de estudo não apresentou muita diferença. No entanto, a riqueza por placa no Ceará é maior, sendo necessário então um número menor de placas para se chegar à riqueza total do local. Já para São Paulo as placas são mais uniformes, com menos variedade de espécies ocorrendo por placas, sendo necessário então um número maior de placas para se alcançar a riqueza total do local.

Nas placas anuais de ambos os locais, percebe-se uma tendência à estabilização da curva, no entanto, o número de placas anuais não foi suficiente para se aproximar mais do valor assintótico. Somente 30 conjuntos amostrais (60 placas) foram utilizados nos dois anos de experimento.

Algumas espécies só ocorreram algumas vezes em placas anuais, em quantidade muito reduzida. Isso leva a crer que aumentando o número de placas e até mesmo o tempo de submersão, seria possível a ocorrência de novas espécies.

Para verificar a importância de cada espécie de ascídia na estrutura da assembleia, calculou-se o Índice de Valor Biológico Relativo (IVBR). O índice foi calculado para as diferentes espécies ao longo dos períodos em cada local de estudo. Este índice pondera a importância da espécie em relação à sua frequência e abundância.

Nas tabelas 5 e 6 estão detalhados os valores de IVBR para as espécies do Ceará. Os valores são referentes às faces externas e internas, respectivamente, por período de experimento. As tabelas 7 e 8 apresentam os valores de IVBR das espécies de São Paulo. Nestas tabelas estão apresentadas somente as espécies que apresentaram os mais altos valores do índice.

No Ceará, verificou-se que *D. psammatores* foi a espécie que apresentou os maiores valores em praticamente todos os períodos trimestrais nas faces internas. A outra espécie que se destaca nas faces internas é *A. sydneyensis*, com os maiores valores de IVBR nas placas anuais.

Nas faces externas *D. psammatores* também é a espécie que apresenta maior índice em maior número de períodos trimestrais, tendo o maior valor de IVBR em metade dos períodos estudados. *D. perlucidum* é a espécie com o maior índice no primeiro período e *Diplosoma* sp. 1 assume a posição no segundo período. Já nas placas anuais, *S. rubra* apresenta os maiores IVBRs nos dois anos de experimento.

Os maiores valores de IVBR em São Paulo são os de *D. perlucidum*, que apresenta os maiores índices em quatro períodos trimestrais e nos dois anuais das faces internas e no primeiro período trimestral e um anual da face externa.

*Diplosoma* sp. 1, *P. viridis* e *S. rubra* apresentam maior IVBR, cada um em um trimestre diferente, nas faces internas. *S. brakenhielmi* se destaca em um período trimestral e um anual.

Nas faces externas, *B. nigrum* apresenta os maiores IVBRs em dois períodos trimestrais e um anual. *Diplosoma* sp. 1, *P. viridis* e *S. brakenhielmi* em dois períodos trimestrais distintos, cada um.

**Tabela 5:** Índice de Valor Biológico Relativo (IVBR) das espécies com maiores índices, nos diferentes períodos (CE) – Faces externas

	Faces Externas									
	Trimestrais								Anuais	
	Jan 10	Abr 10	Out 10	Fev 11	Mai 11	Ago 11	Nov 11	Fev 12	Out 10	Fev 12
<i>Ascidia sydneiensis</i>	0,15	0,13	0,03	0,03	0,08	0,28	0,36	0,21	0,00	0,22
<i>Botryllus tabori</i>	0,24	0,04	0,13	0,36	0,11	0,12	0,53	0,28	0,00	0,11
<i>Didemnum cineraceum</i>	0,33	0,02	0,23	0,24	0,00	0,46	0,26	0,15	0,13	0,18
<i>Didemnum perlucidum</i>	<b>0,70</b>	0,57	0,46	0,01	0,06	0,04	0,11	0,47	0,13	0,00
<i>Didemnum psammatodes</i>	0,62	0,37	<b>0,74</b>	0,54	<b>0,79</b>	0,74	<b>0,87</b>	<b>0,92</b>	0,33	0,33
<i>Diplosoma</i> sp. 1	0,22	<b>0,80</b>	0,06	0,61	0,48	0,29	0,41	0,34	0,04	0,00
<i>Distaplia</i> sp.	0,08	0,07	0,07	0,00	0,24	0,31	0,08	0,19	0,13	0,54
<i>Lissoclinum fragile</i>	0,51	0,45	0,54	0,50	0,15	0,54	0,05	0,36	0,21	0,10
<i>Symplegma rubra</i>	0,56	0,53	0,65	<b>0,70</b>	0,77	<b>0,76</b>	0,84	0,63	<b>0,67</b>	<b>0,79</b>

**Tabela 6:** Índice de Valor Biológico Relativo (IVBR) das espécies com maiores índices, nos diferentes períodos (CE) – Faces internas

	Faces Internas									
	Trimestrais								Anuais	
	Jan 10	Abr 10	Out 10	Fev 11	Mai 11	Ago 11	Nov 11	Fev 12	Out 10	Fev 12
<i>Ascidia sydneiensis</i>	0,32	0,50	0,52	0,31	0,29	0,52	0,63	0,31	<b>0,70</b>	<b>0,76</b>
<i>Botryllus tabori</i>	0,06	0,16	0,04	0,22	0,13	0,04	0,44	0,18	0,21	0,18
<i>Didemnum cineraceum</i>	0,61	0,26	0,37	0,57	0,43	0,59	0,77	0,62	0,11	0,34
<i>Didemnum perlucidum</i>	0,46	0,52	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,06
<i>Didemnum psammatodes</i>	<b>0,96</b>	<b>0,77</b>	<b>0,77</b>	<b>0,84</b>	<b>0,84</b>	<b>0,72</b>	<b>0,90</b>	<b>0,95</b>	0,16	0,20
<i>Diplosoma</i> sp. 1	0,08	0,44	0,00	0,38	0,24	0,10	0,11	0,13	0,00	0,06
<i>Distaplia</i> sp.	0,08	0,00	0,04	0,00	0,06	0,16	0,17	0,05	0,00	0,18
<i>Lissoclinum fragile</i>	0,22	0,10	0,18	0,38	0,17	0,27	0,00	0,30	0,12	0,34
<i>Symplegma rubra</i>	0,52	0,59	0,47	0,31	0,51	<b>0,73</b>	0,58	0,60	0,25	0,52

**Tabela 7:** Índice de Valor Biológico Relativo (IVBR) das espécies com maiores índices, nos diferentes períodos (SP) – Faces externas

	Faces Externas									
	Trimestrais								Anuais	
	Mai 10	Ago 10	Nov 10	Fev 11	Mai 11	Ago 11	Nov 11	Fev 12	Fev 11	Fev 12
<i>Botrylloides nigrum</i>	0,48	<b>0,40</b>	0,27	0,30	0,49	0,46	0,27	<b>0,64</b>	<b>0,40</b>	0,29
<i>Didemnum perlucidum</i>	<b>0,93</b>	0,31	0,42	0,26	0,37	0,41	0,41	0,42	0,10	<b>0,32</b>
<i>Diplosoma</i> sp. 1	0,11	<b>0,40</b>	0,24	0,36	0,30	<b>0,49</b>	0,25	0,31	0,27	0,03
<i>Perophora viridis</i>	0,16	0,31	<b>0,60</b>	0,28	0,21	0,05	<b>0,61</b>	0,22	0,27	0,10
<i>Symplegma brakenhielmi</i>	0,59	0,31	0,18	<b>0,42</b>	<b>0,84</b>	0,27	0,00	0,31	0,17	0,13
<i>Symplegma rubra</i>	0,02	0,00	0,36	0,18	0,37	0,38	0,16	0,06	0,30	0,13

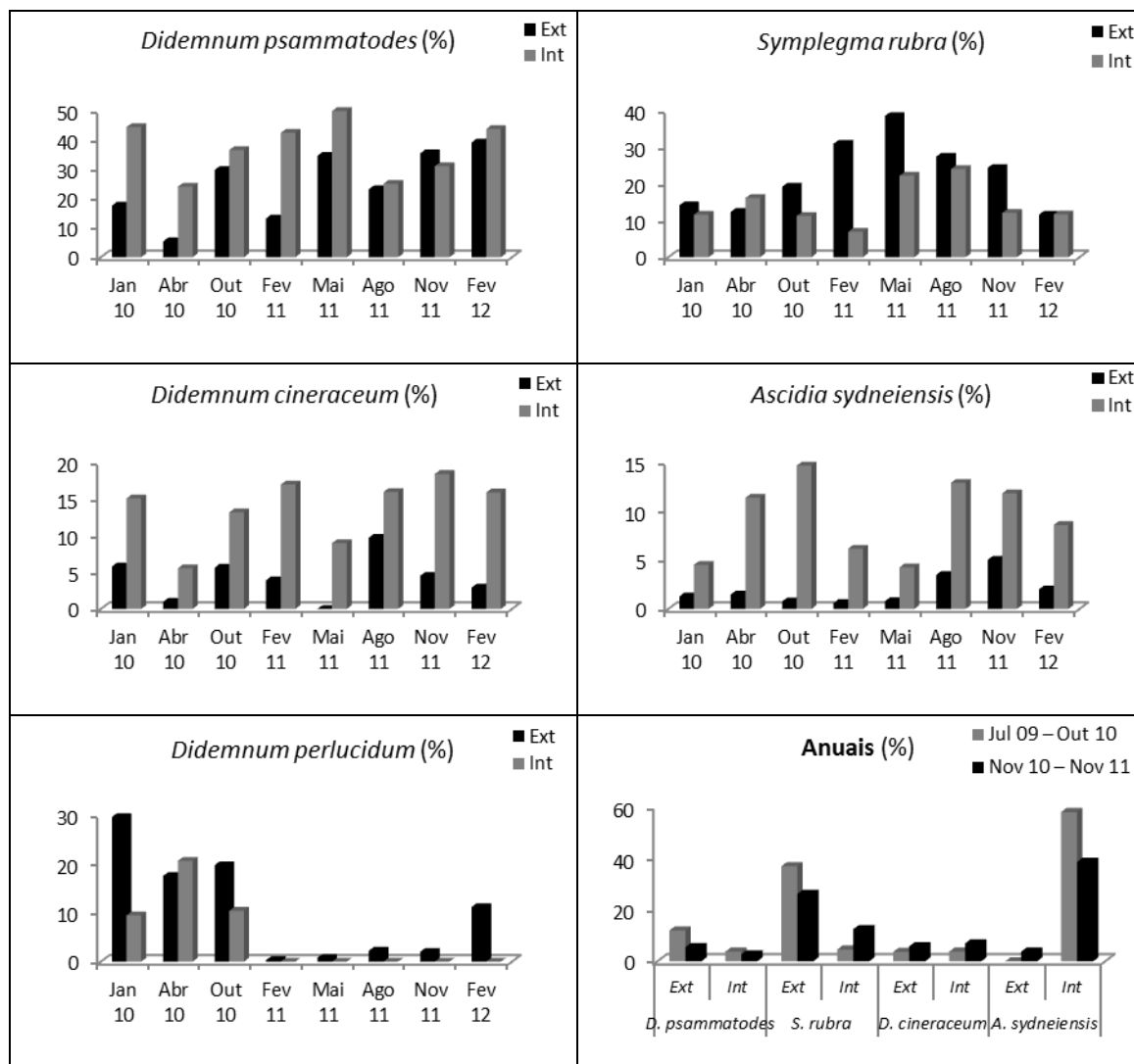
**Tabela 8:** Índice de Valor Biológico Relativo (IVBR) das espécies com maiores índices, nos diferentes períodos (SP) – Faces internas

	Faces Internas									
	Trimestrais								Anuais	
	Mai 10	Ago 10	Nov 10	Fev 11	Mai 11	Ago 11	Nov 11	Fev 12	Fev 11	Fev 12
<i>Botrylloides nigrum</i>	0,19	0,20	0,07	0,42	0,07	0,25	0,23	0,46	0,07	0,03
<i>Didemnum perlucidum</i>	<b>1,00</b>	<b>0,86</b>	0,48	0,47	<b>0,59</b>	<b>0,55</b>	0,58	0,46	<b>0,33</b>	<b>0,31</b>
<i>Diplosoma</i> sp. 1	0,12	0,41	<b>0,52</b>	0,38	0,45	0,40	0,23	0,05	0,17	0,03
<i>Perophora viridis</i>	0,02	0,20	0,22	0,40	0,27	0,28	<b>0,60</b>	0,37	0,13	0,11
<i>Symplegma brakenhielmi</i>	0,40	0,31	0,26	<b>0,60</b>	0,41	0,48	0,23	0,32	<b>0,33</b>	0,17
<i>Symplegma rubra</i>	0,07	0,06	0,22	0,11	0,23	0,10	0,08	<b>0,49</b>	0,17	0,09



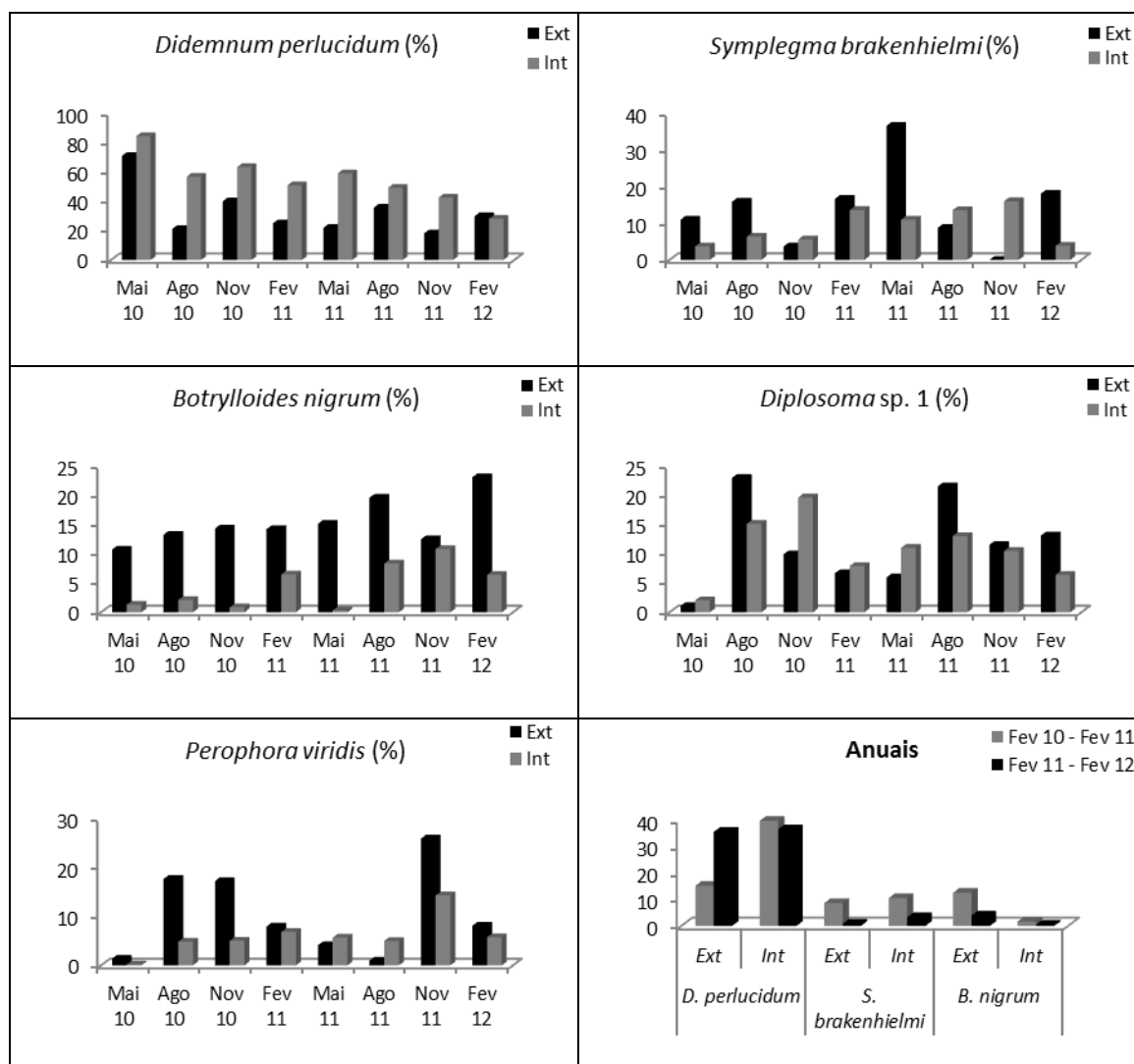
Nas figuras 20 e 21 verifica-se a variação dos valores de abundância das espécies que apresentaram maiores valores de IVBR em cada local de estudo e em cada face, ao longo dos dois anos de experimento.

Figura 20: Abundância das espécies com maiores IVBRs nos diferentes períodos no CE



Fonte: Paiva, A. B.

Figura 21: Abundância das espécies com maiores IVBRs nos diferentes períodos em SP.



Fonte: Paiva, A. B.

No Ceará *D. perlucidum* chega a cobrir 30% da área de cobertura das faces externas no primeiro trimestre de experimento. Nas trocas seguintes a abundância vai diminuindo, chegando a quase desaparecer em alguns períodos. Em São Paulo a espécie é mais frequente ao longo dos períodos, mas também apresenta seu pico, 85% de área de cobertura, na face interna na primeira troca, ocorrendo diminuição irregular desta porcentagem nas trocas posteriores, chegando a 28% no último período de submersão.

As placas retiradas do mar em maio (submersas de fevereiro a maio) em São Paulo correspondem ao período de maiores temperaturas médias na região. Neste período a espécie *S. brakenhielmi* apresenta a maior abundância, mas somente no segundo ano e na face externa. Já a espécie *D. perlucidum* apresenta a maior abundância de todo o experimento neste mesmo período, mas no primeiro ano de experimento.

As menores temperaturas em São Paulo ocorrem no período de agosto a novembro. Neste período *P. viridis* apresenta a maior abundância de todo o experimento na face externa do segundo ano. No mesmo período *B. nigrum* apresenta o menor valor de abundância na face externa, e *S. brankenhielmi* chega a desaparecer na face externa.

A partir das placas de maio de 2011 o experimento no Ceará foi totalmente sincronizado com o de São Paulo e as placas ficaram submersas nos períodos correspondentes com as estações do ano. As placas de maio e agosto de 2011 correspondem ao período chuvoso e as de novembro e fevereiro correspondem ao período seco na região. Analisando a dinâmica da abundância, nenhum padrão sazonal é percebido em relação ao período seco e chuvoso.

Maior de 2011 foi o período com maior incidência de chuva no Ceará (207 mm). Neste período as espécies *S. rubra* e *D. psammotodes* apresentaram as maiores abundâncias. Já o período com a menor pluviosidade média ao longo do experimento foi em novembro de 2011 (8 mm). Esta falta de chuva não parece ter influência direta na estrutura da comunidade nas placas da região.

Para verificar se a abundância das espécies apresenta relação com a sazonalidade ao longo dos períodos, foram realizadas análises univariadas de correlação de Pearson da abundância de cada espécie com a pluviosidade média do período de submersão para cada local de estudo (tabela 9).

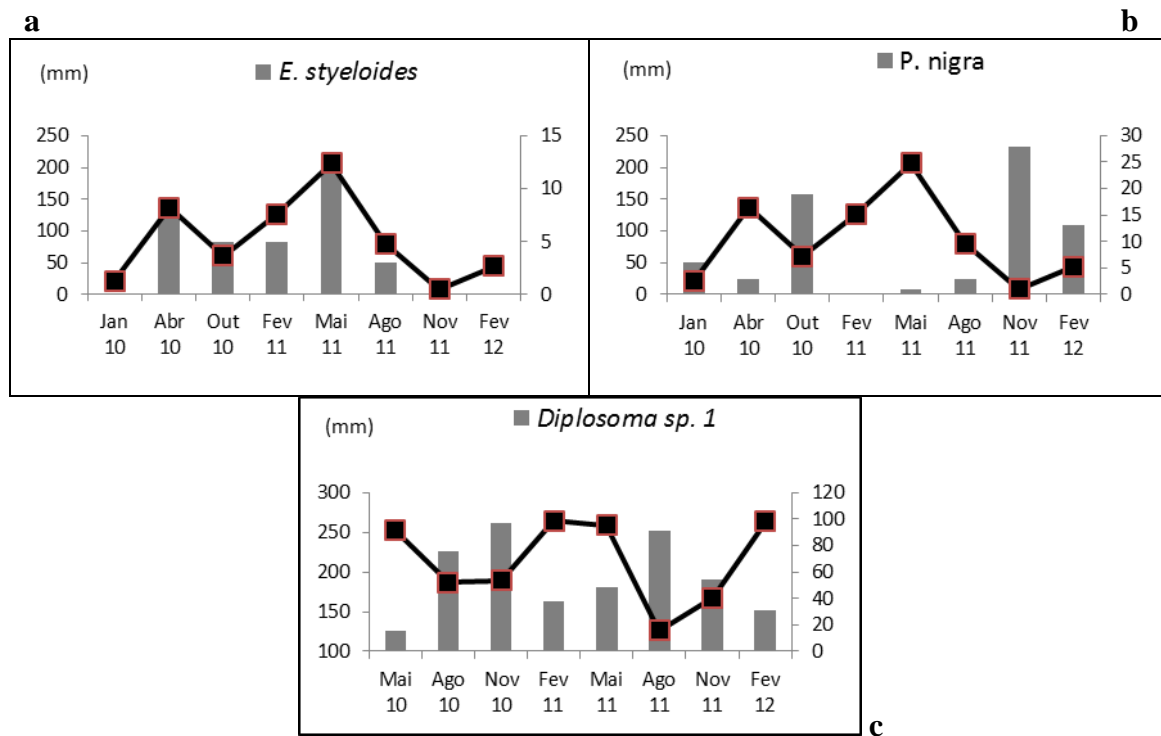
A análise de correlação foi realizada com os dados de pluviosidade média e abundância relativa de cada espécie por período. As espécies exclusivas de placas anuais não entraram na análise, sendo elas *B. giganteum*, *Distaplia* sp. 2 e *M. braziliensis*, em São Paulo e *P. vittata* e *S. plicata*, no Ceará.

Verificou-se uma correlação significativa entre pluviosidade e abundância somente para duas espécies no Ceará e para uma espécie em São Paulo. Sendo elas *E. styeloides* que apresentou uma alta correlação positiva ( $r = 0,9$ ) e *P. nigra* com uma correlação negativa ( $r = -0,7$ ) no Ceará. Em São Paulo somente *Diplosoma* sp. 1 apresentou correlação significativa com a pluviosidade ( $r = -0,7$ ). Na figura 22 estão ilustradas a relação entre a variação da abundância e dos valores de pluviosidade ao longo dos períodos para cada local de estudo.

**Tabela 9:** Correlação de Pearson entre a abundância das espécies e a pluviosidade no Ceará e em São Paulo

<b>Ceará</b>	<b>r</b>	<b>São Paulo</b>	<b>r</b>
<i>Ecteinascidia styeloides</i>	<b>0,9*</b>	<i>Diplosoma sp. 1</i>	- <b>0,7*</b>
<i>Phallusia nigra</i>	- <b>0,7*</b>	<i>Ecteinascidia styeloides</i>	0,6
<i>Ascidia papillata</i>	- 0,6	<i>Herdmania pallida</i>	0,6
<i>Diplosoma sp. 2</i>	- 0,6	<i>Distaplia bermudensis</i>	- 0,6
<i>Eusynstyela sp.</i>	- 0,5	<i>Phallusia nigra</i>	0,5
<i>Symplegma rubra</i>	0,5	<i>Polyclinum constellatum</i>	0,5
<i>Ascidia curvata</i>	- 0,5	<i>Symplegma sp.</i>	0,5
<i>Didemnum granulatum</i>	- 0,4	<i>Lissoclinum fragile</i>	0,5
<i>Microcosmus exasperatus</i>	- 0,3	<i>Ascidia curvata</i>	0,4
<i>Didemnum cineraceum</i>	- 0,3	<i>Ascidia sydneyensis</i>	0,4
<i>Pyura mariscata</i>	- 0,2	<i>Symplegma brakenhielmi</i>	0,4
<i>Rhodosoma turcicum</i>	- 0,2	<i>Perophora viridis</i>	- 0,3
<i>Didemnum sp.</i>	0,2	<i>Cnemidocarpa irene</i>	0,3
<i>Polysyncraton sp.</i>	0,2	<i>Perophora multiclathrata</i>	0,3
<i>Ascidia sydneyensis</i>	- 0,2	<i>Aplidium sp.</i>	0,3
<i>Styela canopus</i>	- 0,2	<i>Trididemnum orbiculatum</i>	- 0,2
<i>Herdmania pallida</i>	- 0,2	<i>Didemnum vanderhorsti</i>	0,2
<i>Didemnum galacteum</i>	- 0,2	<i>Ecteinascidia sp.</i>	- 0,2
<i>Didemnum perlucidum</i>	- 0,2	<i>Didemnum psammattodes</i>	- 0,2
<i>Distaplia sp. 1</i>	0,2	<i>Clavelina oblonga</i>	- 0,2
<i>Diplosoma sp. 1</i>	0,2	<i>Didemnum cineraceum</i>	0,2
<i>Lissoclinum fragile</i>	0,2	<i>Styela canopus</i>	0,2
<i>Cnemidocarpa irene</i>	0,2	<i>Botrylloides nigrum</i>	- 0,1
<i>Perophora viridis</i>	0,2	<i>Distaplia sp. 1</i>	- 0,1
<i>Distaplia bermudensis</i>	- 0,2	<i>Didemnum perlucidum</i>	0,1
<i>Lissoclinum sp.</i>	0,1	<i>Styela plicata</i>	- 0,0
<i>Symplegma brakenhielmi</i>	0,1	<i>Symplegma rubra</i>	0,0
<i>Didemnum psammattodes</i>	- 0,1	<i>Botryllus tabori</i>	0,0
<i>Trididemnum orbiculatum</i>	0,1		
<i>Botryllus tabori</i>	0,0		
<i>Botryllus planus</i>	0,0		

Figura 22: Variação da abundância e da pluviosidade média por período das espécies que apresentaram correlação significativa com a pluviosidade (a e b- espécies do Ceará; c- espécie de São Paulo)

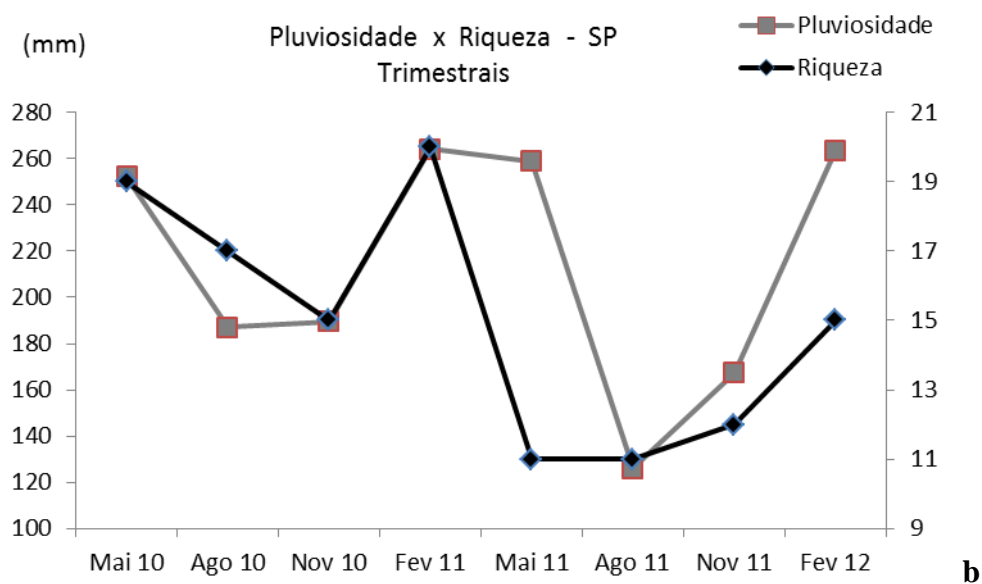
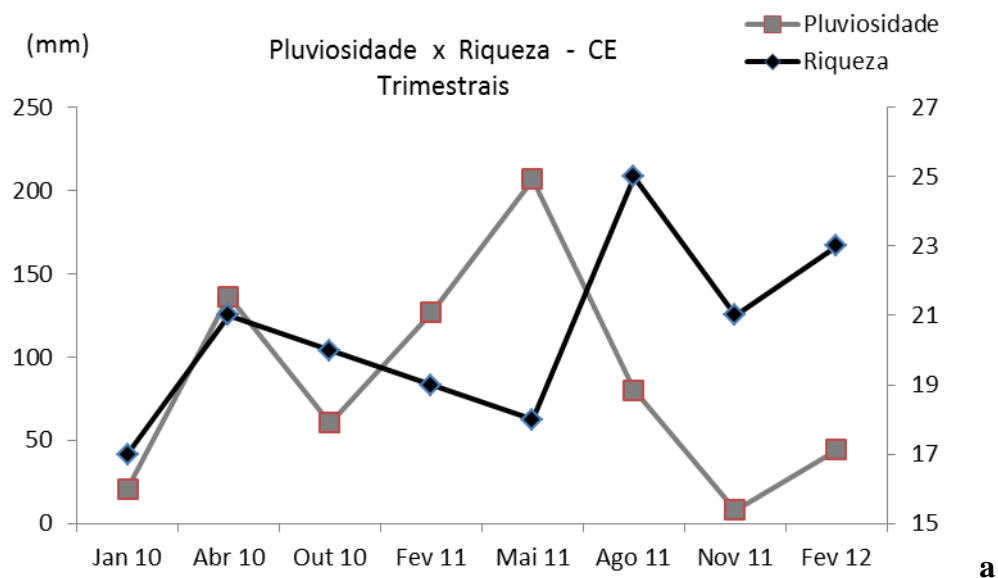


Fonte: Paiva, A. B.

Nota-se pela figura 22 que *E. styeloides* apresenta os picos de recrutamento nos mesmos períodos em que a pluviosidade é mais alta no estado do Ceará, praticamente desaparecendo nos períodos de seca. Já *P. nigra* responde de forma inversa à pluviosidade. A espécie apresenta os picos de recrutamento nos períodos de pouca chuva. *Diplosoma sp. 1* também apresentou correlação negativa com a pluviosidade em São Paulo, com maior abundância em épocas com menor pluviosidade média.

Na figura 23 estão ilustrados a variação da pluviosidade média no período de submersão e da riqueza de espécies correspondentes para cada período em ambos os locais de estudo. Foi testado através de análises univariadas se existe correlação entre a riqueza e a pluviosidade para cada local.

Figura 23: Valores de pluviosidade média e da riqueza total de cada período de submersão. (a- dados para o Ceará; b- dados para São Paulo)



Fonte: Paiva, A. B.

A correlação entre riqueza e pluviosidade no Ceará é negativa, no entanto apresenta um índice muito baixo,  $r = -0,28$ . Em São Paulo a correlação entre as variáveis é positiva e apresenta um índice maior ( $r = 0,51$ ). Verifica-se que a riqueza de espécies não apresentou uma correlação significativa com a pluviosidade em nenhum local de estudo. No entanto, há uma tendência maior de influência da sazonalidade em São Paulo do que no Ceará. Não podemos afirmar, no entanto, que a pluviosidade seja a maior responsável pela riqueza das espécies neste estudo.

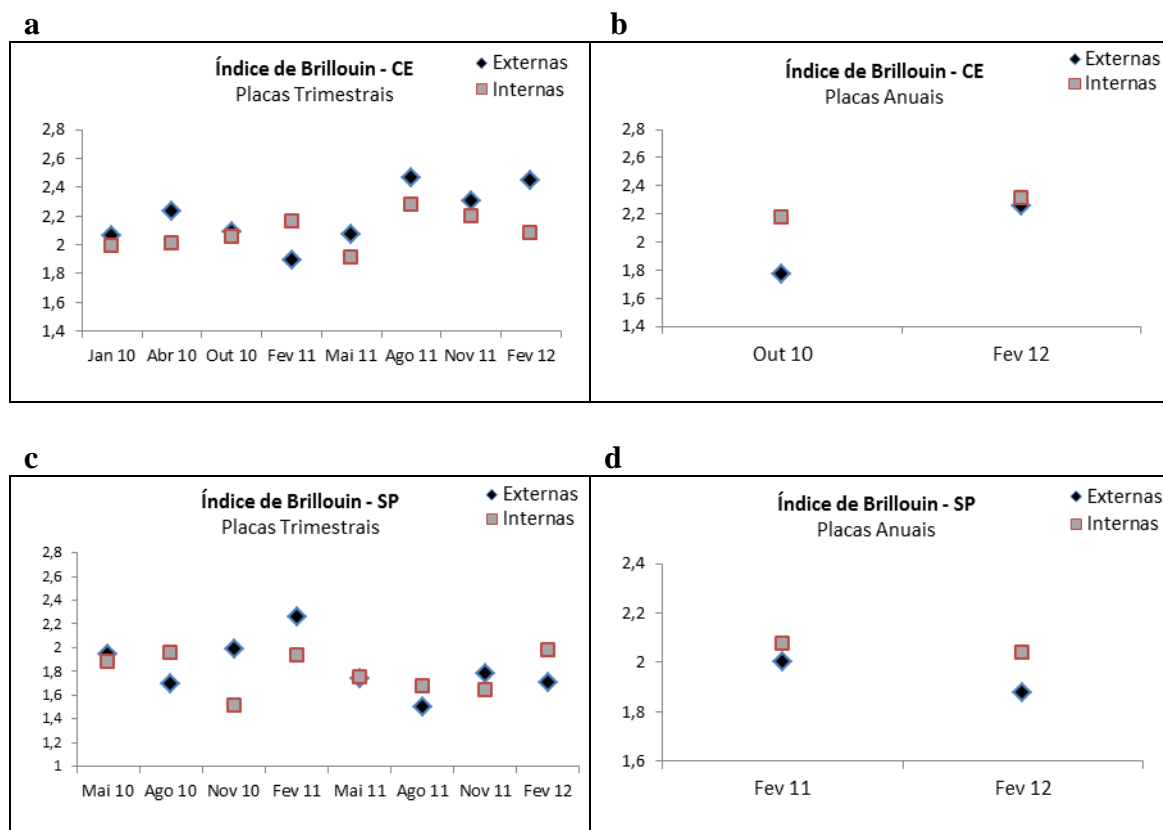
Para entender a diversidade nos períodos, utilizou-se o índice de diversidade de Brillouin, que expressa a diversidade da assembleia de ascídias em termos da riqueza e equitabilidade (tabela 10 e figura 24). No geral, a diversidade é mais alta em praticamente todos os períodos no Ceará.

A partir do índice de diversidade de Brillouin calculado, relacionou-se a variação da pluviosidade média ao longo do experimento com a variação do índice para cada local de estudo (figura 25). Analisando as figuras é possível sugerir que existe uma relação mais direta entre a diversidade nos períodos e a pluviosidade para o estado de São Paulo do que para o Ceará. Em São Paulo os valores são correspondentes para praticamente todos os períodos, ou seja, quando ocorre queda na pluviosidade e na temperatura da água do mar, a diversidade também diminui.

**Tabela 10:** Valores de riqueza e índice de diversidade de Brillouin para CE e SP

	Riqueza - CE		Brillouin - CE		Riqueza - SP		Brillouin - SP	
	Externas	Internas	Externas	Internas	Externas	Internas	Externas	Internas
I-A	14	14	2,1	2,0	14	14	1,9	1,9
I-B	18	14	2,2	2,0	9	14	1,7	2,0
I-C	15	15	2,1	2,1	14	8	2,0	1,5
I-D	13	16	1,9	2,2	19	12	2,3	1,9
II-A	15	13	2,1	1,9	10	10	1,7	1,8
II-B	22	19	2,5	2,3	8	10	1,5	1,7
II-C	19	18	2,3	2,2	10	9	1,8	1,6
II-D	23	16	2,5	2,1	9	15	1,7	2,0
I-X	11	17	1,8	2,2	14	16	2,0	2,1
II-X	19	20	2,3	2,3	13	14	1,9	2,0

Figura 24: Índice de diversidade Brillouin nas faces externas e internas ao longo dos períodos. a- placas trimestrais do CE, b- placas anuais do CE, c- placas trimestrais de SP, d- placas anuais de SP



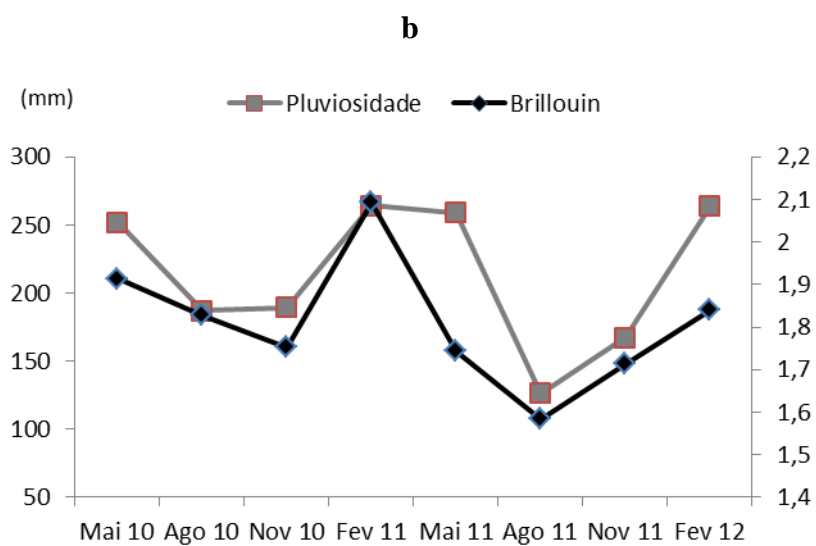
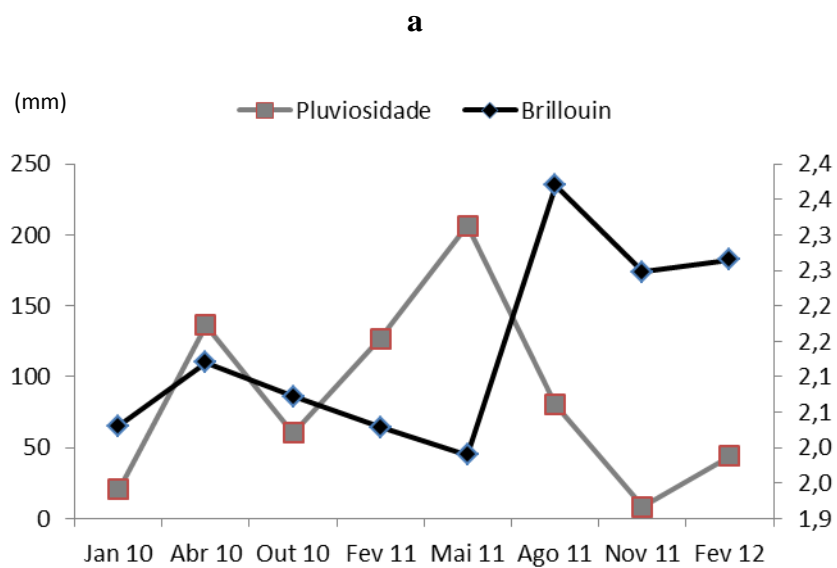
Fonte: Paiva, A. B

Para quantificar a similaridade entre os períodos utilizou-se o índice de similaridade de Jaccard a partir dos dados de presença e ausência. A escolha deste índice foi baseada na intenção de valorizar diferenças decorrentes de espécies exclusivas por período.

Os valores do índice estão detalhados nas figuras **Figura 26** e **Figura 30**, para o Ceará e São Paulo, respectivamente. Como o índice de similaridade é calculado a partir de dados de presença e ausência, estão representados nos anexos Apêndice e Apêndice os períodos de ocorrência das espécies para o Ceará e São Paulo, respectivamente. Foi calculado também o número total de pontos em que as espécies ocorrem ao longo de todo experimento e suas abundâncias relativas. A partir dos valores de abundância relativa, as espécies foram classificadas como abundantes e raras. Neste trabalho considerou-se espécies abundantes aquelas que ocorreram em todos os períodos e que apresentam abundância relativa maior que 3%. As espécies raras são aquelas com abundância relativa menor que 0,2%.



Figura 25: Índice de diversidade (Brillouin) e pluviosidade por período. (a – dados para o Ceará; b – dados para São Paulo)



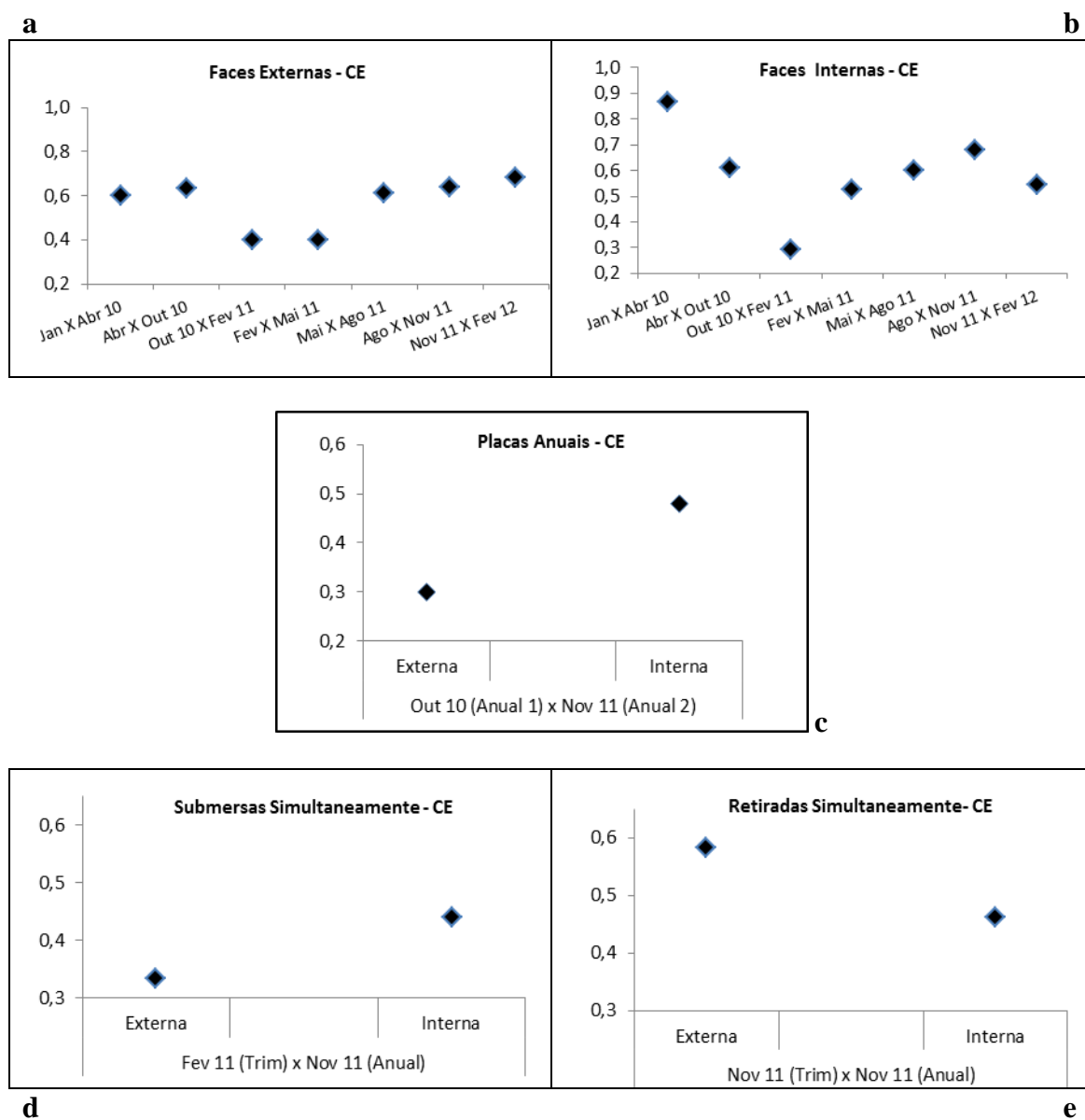
Fonte: Paiva, A. B

A partir de matrizes de similaridade foram realizadas também análises de agrupamento tanto por período, como por espécies. As análises de agrupamento do Ceará estão ilustradas nas figuras 27, 28 e 29 e as de São Paulo correspondem às figuras 31, 32 e 33.

Pela figura 26 é possível observar que a similaridade entre os períodos Out 10 e Fev 11 (I-C x I-D) é baixa tanto nas faces externas como nas internas. Estes períodos apresentam apenas quatro espécies em comum, excetuando-se as classificadas como abundantes, que estão presentes em todos os períodos (apêndice A). Pela análise de agrupamento (figura 27) é possível verificar que a diferença na composição das espécies da troca de Fev 11 (I-D), principalmente na face interna, faz com que este período fique agrupado separadamente dos outros períodos internos do mesmo ano. A maior similaridade no Ceará é entre os períodos Jan 10 x Abr 10 (I-A x I- B), principalmente na face interna. Estes períodos apresentam oito espécies em comum, fora as espécies abundantes, e formam o agrupamento de maior similaridade (mais de 85% - figura 27).

A baixa similaridade verificada no Ceará entre as placas anuais externas do primeiro e segundo ano é bem representada na análise de agrupamento, onde a anual externa do primeiro ano (I-X) corresponde ao período com menor similaridade com as outras placas (figura 27). A quantidade de ascídia nestas placas é muito menor do que nos outros períodos e faces, ocorrendo aumento de outros grupos, como esponjas, briozoários e cracas.

Figura 26: Índice de similaridade (Jaccard) entre os períodos no Ceará (a- faces externas; b- faces internas; c- entre placas anuais; d- entre submersas simultaneamente; e- retiradas simultaneamente do mar)



Fonte: Paiva, A. B

Figura 27: Dendrograma de agrupamento destacando ano, face e troca de todos os períodos das placas do Ceará. (Em laranja: primeiro ano (I); em roxo: segundo ano (II); símbolo cheio: faces externas; símbolo vazado: faces internas; letras: diferentes períodos – A, B, C e D- 1ª, 2ª, 3ª e 4ª troca trimestral, respectivamente; X- placas anuais)

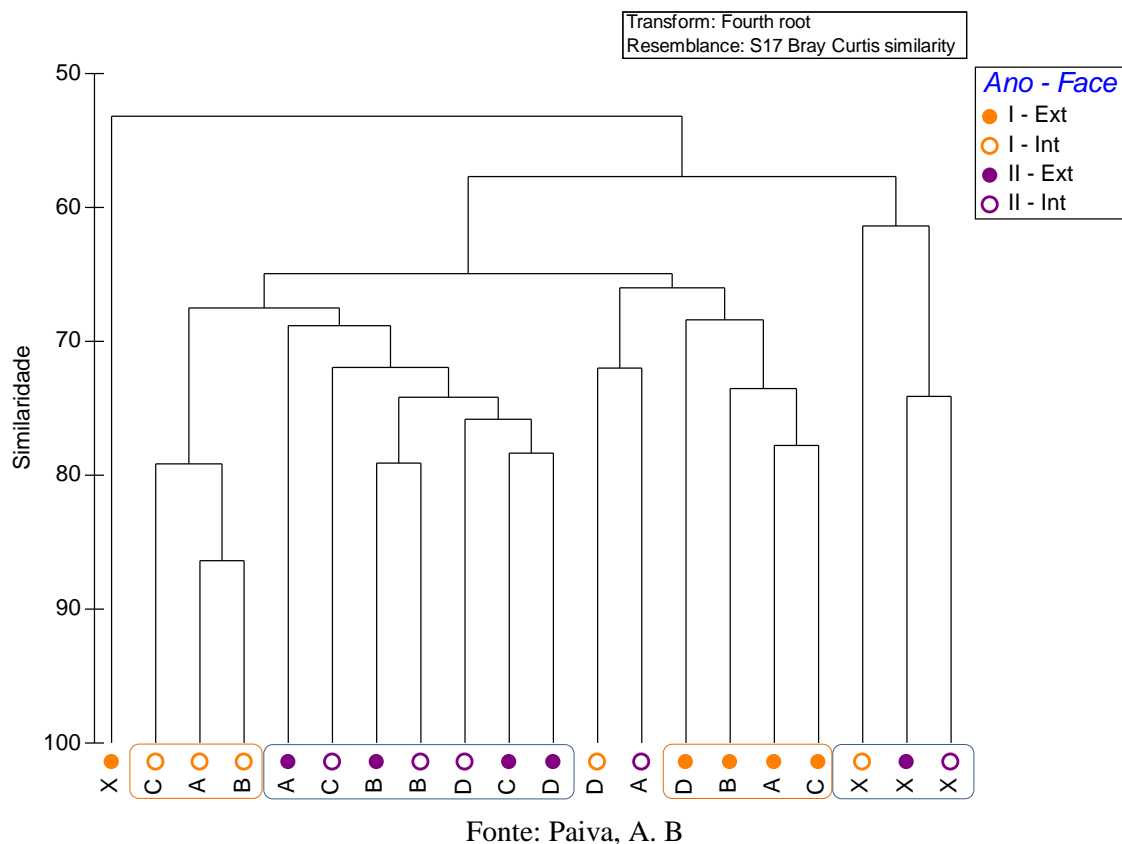


Figura 28: Ordenamento MDS destacando ano e face de todos os períodos do Ceará. (Em laranja: primeiro ano; em roxo: segundo ano; símbolo cheio: faces externas; símbolo vazado: faces internas)

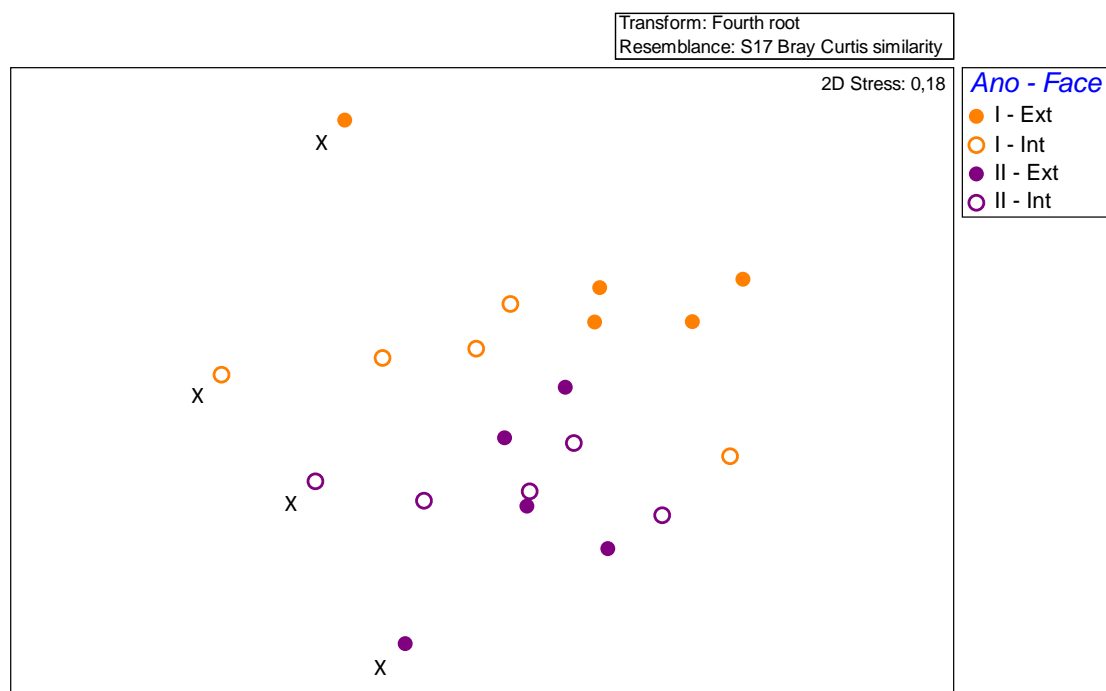
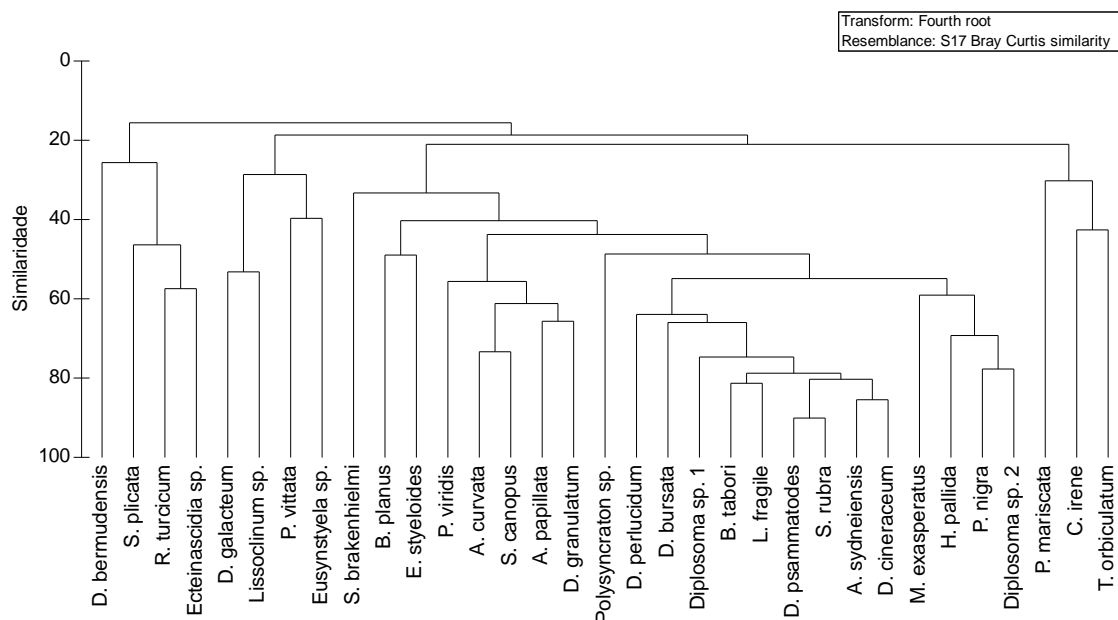


Figura 29: Dendrograma de agrupamento das espécies dos períodos no Ceará



Fonte: Paiva, A. B

Em São Paulo a maior similaridade entre os períodos consecutivos (figura 30) foi entre as trocas de Mai 10 e Ago 10 (I-A x I-B) nas faces internas. Esta grande similaridade deve-se principalmente ao elevado número de espécies que ocorrem em comum entre estes períodos (14 no total), incluindo duas espécies raras (*S. plicata* e *Distaplia* sp. 1). Pela figura 31 é possível observar que estes dois períodos formam um agrupamento com 80% de similaridade.

Analisando a similaridade entre os mesmos períodos de anos distintos, nota-se que a maior similaridade é entre as placas de Nov 10 e Nov 11 (I-C x I-D). Este resultado é facilmente visualizado na análise de agrupamento (figura 31) onde estas trocas formam um grupo com 80% de similaridade nas faces externas.

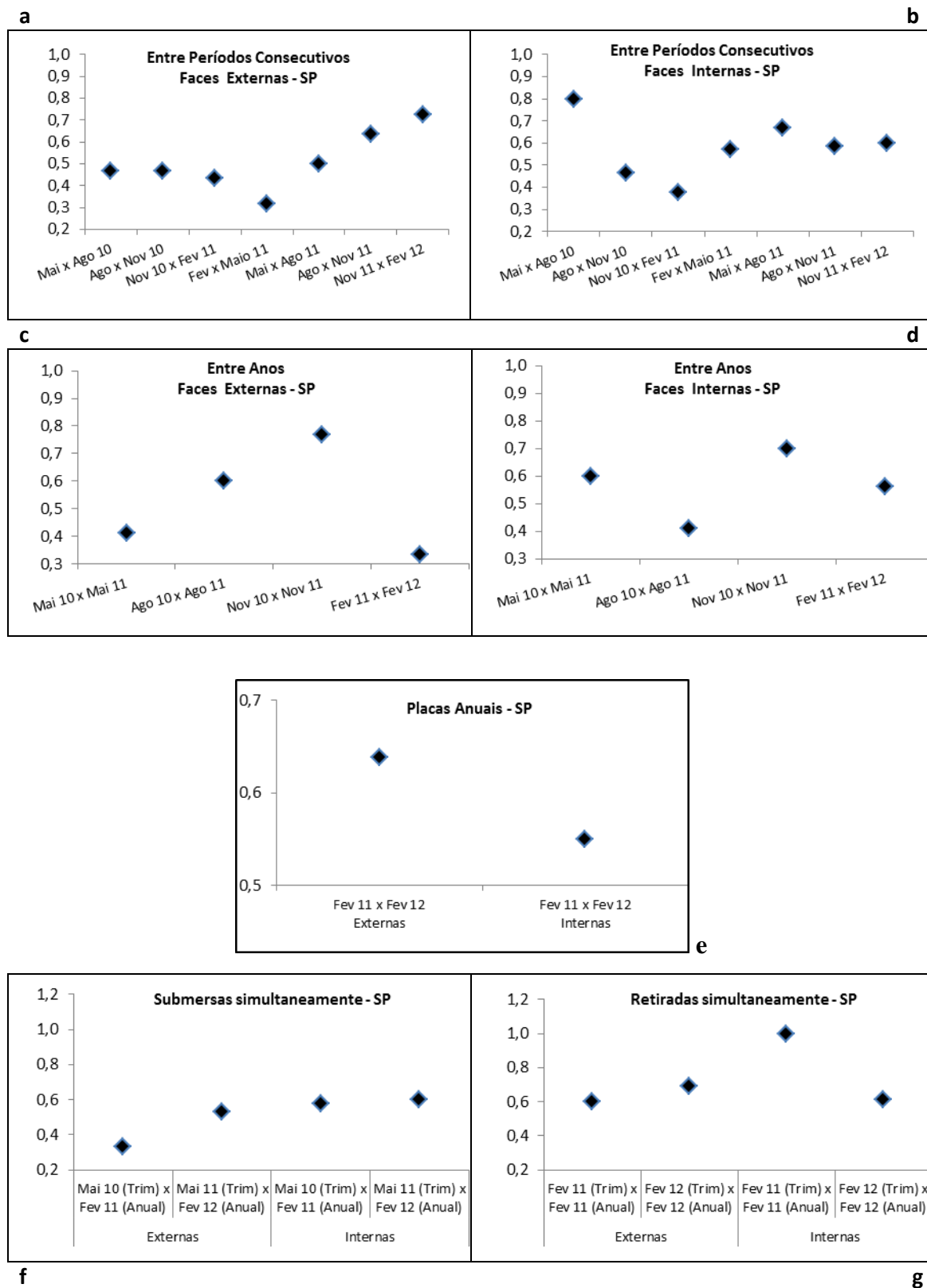
Utilizou-se também o índice de similaridade para verificar se as placas anuais são mais similares àquelas que foram submergidas simultaneamente com elas ou com as placas que passaram os últimos três meses submersas com elas. As placas anuais foram submergidas no mesmo período que a primeira troca do ano e foram retiradas do mar ao mesmo tempo que a última troca trimestral. Por exemplo, a anual I-E foi submergida junto com a trimestral I-A e retirada do mar junto com a trimestral I-D.

Assim, foi verificado o índice de similaridade entre as placas anuais com as trimestrais submergidas no mesmo período (I-E e I-A; II-E e II-A) e entre as anuais e as trimestrais retiradas do mar no mesmo período (I-E e I-D; II-E e II-D).

No Ceará somente no segundo ano foi possível fazer esta comparação por causa da sincronização do experimento. Em São Paulo a comparação foi feita para os dois anos.

Foi verificado que as placas anuais apresentam uma comunidade mais parecida com as placas trimestrais que ficaram submersas ao mesmo tempo pelos últimos três meses. Isso sugere então que após um ano de submersão a colonização inicial não é a maior responsável pela composição da comunidade nas placas.

Figura 30: Índice de similaridade (Jaccard) entre os períodos em São Paulo. (a- períodos consecutivos, faces externas; b- períodos consecutivos, faces internas; c- mesmo período de anos consecutivos – faces externas; d- mesmo período de anos consecutivos – faces internas; e- entre placas anuais; f- entre submersas simultaneamente; g- retiradas simultaneamente do mar)



Fonte: Paiva, A. B

Figura 31: Dendrograma de agrupamento destacando ano, face e troca de todos os períodos das placas de São Paulo. (Em laranja: primeiro ano (I); em roxo: segundo ano (II); símbolo cheio: faces externas; símbolo vazado: faces internas; letras: diferentes períodos – A, B, C e D- 1ª, 2ª, 3ª e 4ª troca trimestral, respectivamente; X- placas anuais)

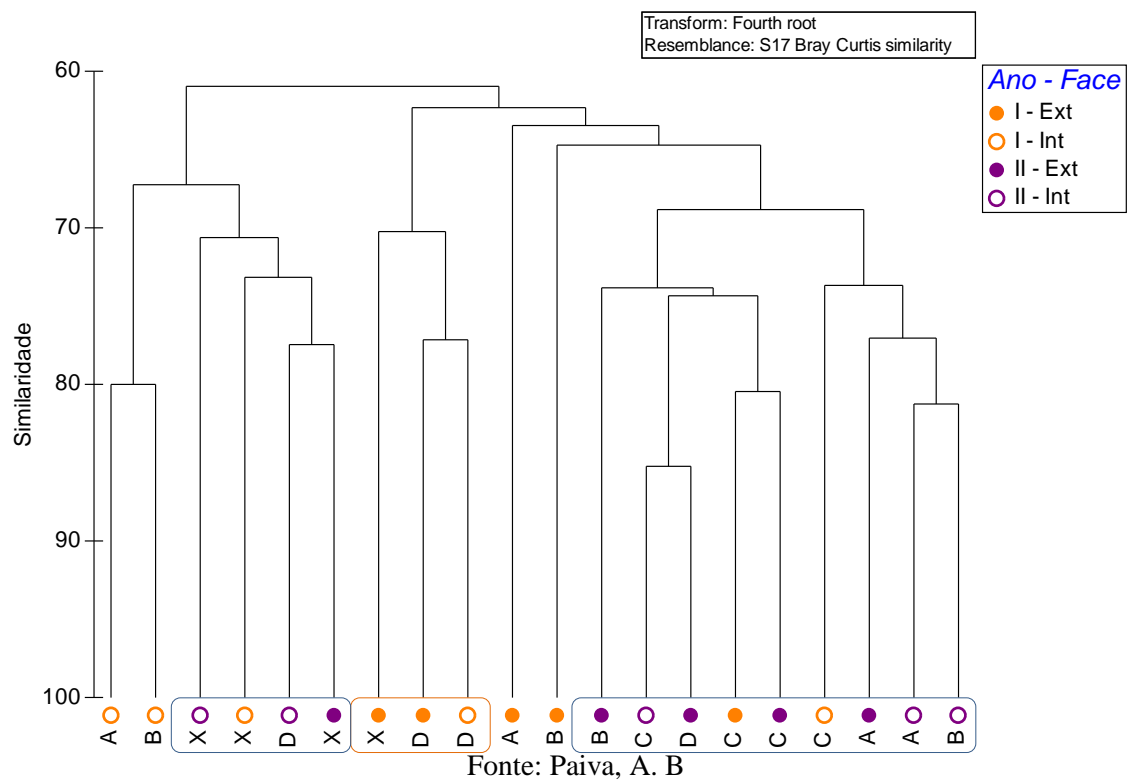


Figura 32: Ordenamento MDS destacando ano, face de todos os períodos de São Paulo. (Em laranja: primeiro ano; em roxo: segundo ano; símbolo cheio: faces externas; símbolo vazado: faces internas)

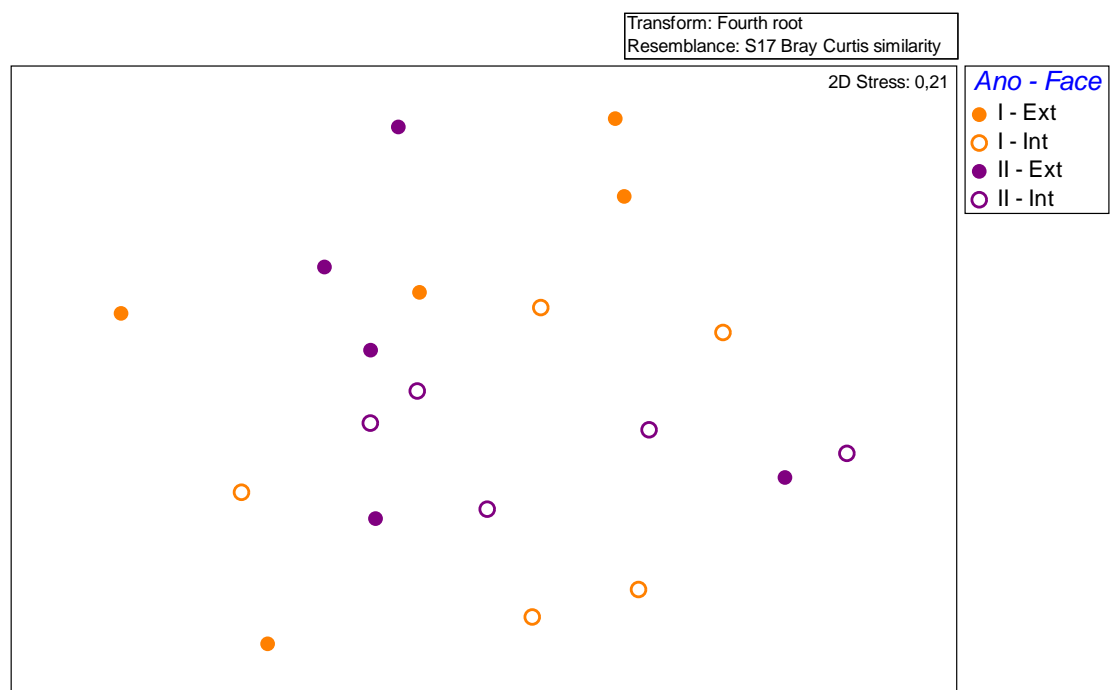
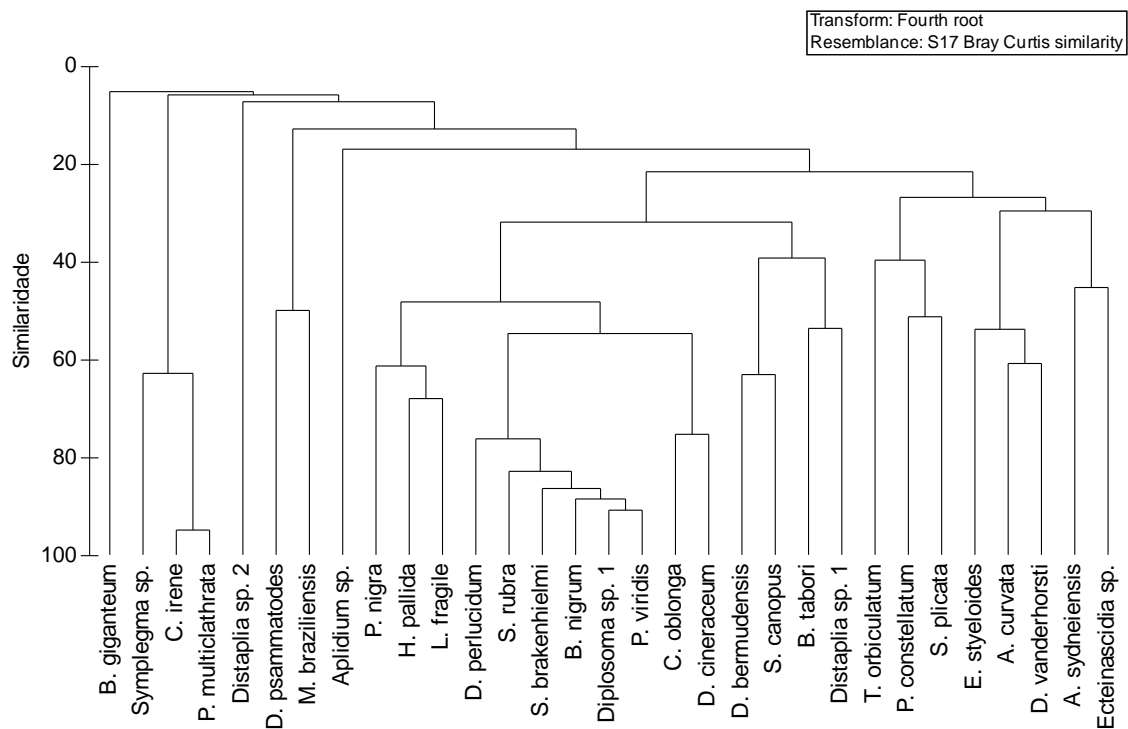




Figura 33: Dendrograma de agrupamento das espécies dos períodos de São Paulo



Fonte: Paiva, A. B

Analisando os agrupamentos formados a partir de matrizes de similaridade entre os períodos, verifica-se que as placas anuais formam grupos separados das placas trimestrais no Ceará. Nota-se também uma tendência no agrupamento das placas dos mesmos anos, formando grupos distintos de faces externas e internas (figuras 27 e 28).

Verifica-se então uma maior semelhança entre placas de períodos consecutivos do que entre placas de anos diferentes. Um fator importante a ser considerado é o fato do experimento do Ceará não ter sido totalmente sincronizado entre um ano e outro. A primeira troca do primeiro ano, por exemplo, não ocorre no mesmo mês que a primeira troca do segundo ano. Este fato pode explicar a maior similaridade entre os períodos consecutivos do que entre os anos.

No primeiro ano é mais nítida a diferença entre faces externas e internas. Já no segundo ano as faces são mais semelhantes, formando um grupo de períodos consecutivos incluindo ambas as faces.

Na análise de agrupamento das espécies (figura 29), os grupos de maior significância formados são compostos por *D. psammatodes* e *S. rubra* e por *D.*

*cineraceum* e *A. sydneienseis*, que correspondem às espécies com valores mais altos de IVBR. Nota-se pela figura 20, de variação da abundância de cada espécie ao longo do experimento, que *D. psammatoedes* e *S. rubra* são espécies abundantes em todos os períodos e em ambas as faces, enquanto *D. cineraceum* e *A. sydneienseis* são espécies com altos valores de abundância nas faces internas ao longo dos períodos.

A separação em dois grupos distintos de placas anuais e trimestrais deve-se principalmente ao alto valor de abundância de *A. sydneienseis* nas faces internas das placas anuais. Apesar desta espécie ocorrer constantemente nas faces internas das placas trimestrais em todos os períodos, o valor máximo de abundância nas trimestrais foi de 15%, enquanto que nas placas anuais a abundância desta espécie chega a 58% nas faces internas do primeiro ano de experimento e a 39% nas do segundo ano. A espécie *D. psammatoedes* também influencia a diferença entre placas trimestrais e anuais do Ceará. Para esta espécie ocorre o oposto do que em *A. sydneienseis*, pois *D. psammatoedes* apresenta altos valores de abundância em praticamente todos os períodos de ambas as faces das placas trimestrais, com abundância de até 50% nas faces internas das placas de maio de 2011, e em placas anuais esta espécie apresenta baixos valores de abundância, com máxima de 12% nas faces externas do primeiro ano de experimento.

O teste ANOSIM One-way entre os diferentes períodos de submersão, comparando placas trimestrais com as placas anuais apresentou diferenças significativas ( $R= 0,75$  e  $p= 0,1\%$ ). Já o teste ANOSIM Two-way comparando anos e faces não apresentou diferenças significativas entre os anos de experimento ( $R= 0,15$  e  $p= 6,5\%$ ), mas ocorreu diferença significativa entre as faces externas e internas das placas ( $R= 0,20$  e  $p= 2,8\%$ ).

Analisando os agrupamentos formados a partir de matrizes de similaridade entre os períodos em São Paulo, é possível observar que ocorre agrupamento entre as placas anuais e as trimestrais retiradas do mar no mesmo período. Nota-se também que ocorre agrupamento entre a terceira troca do primeiro ano e do segundo ano de experimento. Este fato indica que a composição das placas em São Paulo sofre maior influência da sazonalidade do que no Ceará. Verifica-se que a pluviosidade nos períodos da terceira troca dos dois anos quase não sofreu variação de um ano para outro, com média pluviométrica de 170 mm.

O agrupamento das espécies com maior similaridade é de *C. irene* e *P. multiclathrata*, sendo espécies raras que só ocorrem na primeira troca do primeiro ano

(figura 33). Outro agrupamento consistente formado pelas espécies é composto por *P. viridis*, *Diplosoma* sp. 1, *B. nigrum*, *S. brakenhielmi*, *S. rubra* e *D. perlucidum*, que são espécies presentes em todos os períodos, classificadas neste trabalho como abundantes (apêndice B).

O teste ANOSIM One-way entre os diferentes períodos de submersão apresentou diferença significativa entre placas trimestrais e anuais ( $R= 0,36$  e  $p= 0,5\%$ ). Já o teste ANOSIM Two-way entre anos e faces não apresentou diferença significativa nem comparando os anos de experimento ( $R= 0,12$  e  $p= 17,7\%$ ) e nem entre as faces internas e externas das placas ( $R= 0,07$  e  $p= 21,6\%$ ).

A partir das análises de agrupamento das placas de São Paulo é possível observar uma divisão menos nítida entre as placas de um ano e de outro de experimento. Foi observada uma tendência de agrupamento de placas de mesmos períodos de anos distintos. O fato do experimento de São Paulo ter sido sincronizado em relação aos meses de submersão das placas de um ano para outro, tornou possível fazer uma comparação mais precisa entre as trocas do mesmo período de um ano e outro.

## 5 DISCUSSÃO

Novas estruturas disponíveis no ambiente marinho apresentam rápido desenvolvimento de biofilmes de bactérias, muitas vezes em associação com algas, protozoários e fungos (WAHL, 1989; CALLOW; CALLOW, 2006). Um desenvolvimento gradual seguindo uma série de passos bem estabelecidos de incrustações biológicas ocorre posteriormente, com a colonização por esporos e larvas de diversos organismos incrustantes (CALLOW; CALLOW, 2006; HELLIO, 2010).

A disponibilidade de larvas e esporos no ambiente circundante parece ser o principal fator determinante no recrutamento inicial de substratos limpos (HURLBUT, 1992). No entanto, a presença destas estruturas reprodutivas na coluna d'água depende diretamente da diversidade de espécies no ambiente e dos períodos reprodutivos destes organismos, além das condições hidrodinâmicas e da capacidade das larvas em evitar a predação (DURANTE, 1991; STONER, 1994). A seleção do substrato pelas larvas também é determinante no recrutamento inicial de substratos artificiais. Cada espécie

pode apresentar um padrão de preferência por diferentes tipos de substrato (ANDERSON; UNDERWOOD, 1994).

Após a fixação do organismo no substrato surgem ainda alguns eventos pós-assentamento que podem determinar o sucesso do desenvolvimento, como a predação, competição ou condições ambientais adversas (STONER, 1990; OSMAN; WHITLATCH, 1995). Os organismos sésseis que comumente apresentam sucesso em colonizar estruturas artificiais são bivalves, ascídias, briozoários, hidróides, poliquetas, esponjas e cracas, incluindo diversas espécies exóticas (FLOERL *et al.*, 2004; HUGHES *et al.*, 2005; MINEUR *et al.*, 2012).

O uso de substratos artificiais no estudo de comunidades incrustantes é muito comum na área de ecologia para analisar os mecanismos sucessionais, numa tentativa de encontrar padrões que expliquem este fenômeno (LOTUFO, 1997).

Neste trabalho, foram utilizados conjuntos amostrais submersos por diferentes períodos, três e doze meses, para verificar a dinâmica dos grupos incrustantes em faces externas e internas de “sanduíches” de placas de PVC em duas diferentes latitudes, no estado do Ceará e de São Paulo.

Analisando todas as placas dos experimentos, independente do tempo de submersão, verifica-se que as ascídias foram responsáveis por mais da metade da área de cobertura no Ceará. Em São Paulo, além das ascídias, os briozoários também ocupam uma grande porcentagem de cobertura. Em um experimento realizado por Lotufo (1997), utilizando placas artificiais na Baía de Santos (SP), as ascídias foram responsáveis por 70% da área de cobertura das placas.

As ascídias são o grupo com maior área de cobertura nas faces externas das placas trimestrais do Ceará. Em São Paulo os grupos mais abundantes são os briozoários, seguidos pelas ascídias. Nas faces internas de ambos os locais as ascídias são mais abundantes. Comparando as placas trimestrais com as anuais de ambas as faces, verifica-se um aumento na abundância das esponjas com diminuição na quantidade de ascídias nas placas anuais em ambos os locais de estudo. As esponjas parecem ter crescimento mais tardio e a dependência de uma comunidade já formada para se desenvolver. Estas são características de animais de colonização secundária.

Bram *et al.* (2005), utilizando placas de cerâmica, testaram o efeito do tempo de submersão sobre a taxa de colonização das assembleias de invertebrados. Os autores

verificaram que as ascídias foram as primeiras a colonizar as placas, atuando como espécies oportunistas. Os briozoários também colonizaram as placas desde o início do experimento e, assim como as ascídias, apresentaram queda no crescimento e sobrevivência com o aumento do tempo de submersão. Já as cracas apresentaram baixas taxas de cobertura nas placas com poucos meses de submersão, aumentando a colonização com o passar do tempo. Esponjas e bivalves foram praticamente inexistentes em placas com menos de 12 meses de submersão aumentando as taxas de cobertura após este período. Os autores sugerem que a presença de cracas facilita a fixação de mexilhões, por disponibilizar um substrato mais rugoso.

Dean e Hurd (1980), Dean (1981) e Berlow (1997) constataram que a estrutura física proporcionada por organismos sésseis, como tunicados, hidróides e cracas, facilitam o assentamento de mexilhões, aumentando a heterogeneidade de habitats.

Também em placas de PVC, Boyle *et al.* (2007), observaram resultados semelhante aos deste trabalho, onde a comunidade apresentou pulsos sazonais com espécies de vida curta e crescimento rápido (como as ascídias), combinadas com espécies de vida longa e crescimento mais lento (como bivalves e esponjas).

Sams e Keough (2012) testaram se a estrutura da comunidade é influenciada pelos organismos da colonização inicial em um experimento com manipulação e seleção das espécies no início do recrutamento. Eles verificaram que a colonização inicial pode influenciar a composição da comunidade. No entanto, os efeitos podem variar radicalmente dependendo das espécies envolvidas e em diferentes comunidades. Os autores sugerem que o ambiente local é o que modula os efeitos de recrutamento. Segundo Sutherland e Karlson (1977), após uma fase inicial de desenvolvimento imprevisível, as modificações posteriores são dependentes, em parte, da capacidade das larvas em invadir a assembleia já estabelecida.

Segundo Nandakumar (1996), a composição de espécies e a sucessão de espécies em placas artificiais são influenciadas significativamente pelas interações competitivas entre os organismos, pelo período / época de submersão e pelos colonizadores iniciais destes painéis. Algumas espécies apresentam papel fundamental no processo de sucessão ecológica, sendo responsáveis pela facilitação ou inibição da colonização de outras espécies (CONNELL; SLATYER, 1977; ODUM, 1983).

Neste trabalho ocorreram espaços vazios em volta de ovas de peixes. Estes espaços podem significar que as ovas possuem algumas características, como agentes químicos, capazes de inibir a incrustação de outros organismos ao redor. Alguns autores veem estudando o potencial anti-incrustante de alguns organismos sésseis (CLARE, 1996; BURGESS *et al.*, 2003). López *et al.* (2006) citam alguns estudos já realizados com corais, esponjas, ascídias, briozoários, crustáceos, equinodermatas, algas vermelhas e ovos de tubarão, onde foram detectadas substâncias capazes de inibir a incrustação. No entanto, trabalhos investigando os mecanismos anti-incrustantes em ovas de peixe são escassos na literatura.

### 5.1 *Assembleias de ascídias*

Ao analisar somente as assembleias de ascídias encontradas neste trabalho, foi registrado um total de 44 espécies, das quais 33 ocorreram no Ceará e 31 em São Paulo, sendo que 20 espécies foram comuns a ambos os lugares.

Das espécies que ocorreram no Ceará, 24 já tinham sido registradas em pilastras do mesmo porto, em um estudo realizado por Oliveira Filho (2010). Naquele trabalho o autor lista 16 novos registros de ascídias para o estado do Ceará, sendo elas: *Ascidia sydneyensis*, *Ascidia* sp.1, *Ascidia* sp.2, *Cnemidocarpa irene*, *Didemnum cineraceum*, *Didemnum perlucidum*, *Didemnum* sp., *Diplosoma* sp., *Distaplia bursata*, *Distaplia* sp., *Ecteinascidia* cf. *styeliodes*, *Eusynstyela* sp., *Lissoclinum* sp., *Polyandrocarpa anguinea*, *Polycarpa tumida* e *Styela canopus*.

Todas estas espécies foram encontradas também neste trabalho, com exceção de *Polyandrocarpa anguinea* e *Polycarpa tumida*, que não ocorreram nas placas.

A presença da ascídia solitária *R. turcicum* em placas do Ceará neste trabalho caracteriza o primeiro registro desta espécie para a região. Anteriormente a espécie só tinha sido registrada no Brasil em uma região de marina na Bahia (LOTUFO, 2002) e mais recentemente no Porto do Forno em Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro (SKINNER *et al.*, 2013). No registro no Porto de Forno os autores destacam que a espécie ocorre exclusivamente em gaiolas protegidas da ação de predadores. Os autores sugerem ainda que o controle biológico está impedindo a sua propagação em toda a área de estudo. No entanto, no presente trabalho a espécie ocorreu em ambas as faces do

“sanduíche”. Apesar das faces internas não estarem excluídas e imunes à predação, acredita-se que o micro-habitat formado nestas faces diminua a possibilidade de predação quando comparadas com as faces externas totalmente expostas à ação de predadores. No entanto, neste trabalho a ascídia *R. turcicum* ocorreu em maior número nas faces externas do que nas internas das placas, sugerindo que mesmo com a exposição a predadores esta ascídia possui potencial de se desenvolver.

Em levantamento recente, Holanda (2013) registrou em ambiente natural no leste do Ceará a ocorrência de *Didemnum cineraceum*, *Diplosoma* sp. e *Symplegma rubra*. As espécies *D. cineraceum* e *S. rubra* são consideradas introduzidas e *Diplosoma* sp. é considerada criptogênica e até então só tinham sido registradas em áreas portuárias do estado. A presença destas espécies nestes ambientes leva a supor que elas podem estar invadindo ambientes naturais. Esta introdução e estabelecimento das espécies podem causar prejuízos à fauna local, tanto por competição por recursos limitados, como espaço e alimentos, como pela introdução de microorganismos exóticos na região.

Em um trabalho recente, Dias *et al.* (2013) compilam dados das ascídias encontradas na região de São Sebastião e classificam os status das espécies, em nativas, introduzidas ou criptogênicas. Todas as espécies que ocorreram no presente trabalho já foram registradas para a região.

Apesar do número total de espécies não ser muito diferente de um local para outro, no geral a riqueza média por período é maior no Ceará do que em São Paulo. As placas de São Paulo geralmente são dominadas por algumas espécies, enquanto as placas do Ceará são mais diversas.

Apesar de bastante discutida, a hipótese de que existe um gradiente latitudinal de aumento da riqueza com a diminuição da latitude ainda é aceita (HILLEBRAND, 2004a, 2004b). A temperatura ao longo da costa é um fator importante que influencia o recrutamento larval e os padrões de abundância em comunidades incrustantes (ENGLE; SUMMERS, 1999; KARLSON *et al.*, 2012).

Fernandes (2012) realizou um levantamento das assembleias de cnidários presentes nas placas do segundo ano deste mesmo experimento em ambos os locais de estudo. A autora verificou para este grupo um resultado semelhante ao encontrado para as ascídias. A riqueza de espécie de cnidários também seguiu o gradiente latitudinal, com assembleias mais ricas no Ceará quando comparadas com São Paulo.

Com relação à preferência de espécies solitárias e coloniais por diferentes faces dos “sanduíches”, foi encontrado um maior número de ascídias solitárias nas faces internas das placas do Ceará, com aumento do número de *A. sydneyensis* nas placas anuais deste local. Esta frequência maior de espécies solitárias nas faces internas em relação às externas leva a sugerir três hipóteses:

- As ascídias solitárias colonizam ambas as faces, mas se desenvolvem melhor nas faces internas por estas fornecerem um ambiente mais protegido da ação de predadores;
- Larvas têm uma preferência pelas faces internas por apresentarem fototropismo negativo;
- Ambas as faces são colonizadas pelas espécies solitárias, no entanto, estas perdem na competição por espaço nas faces externas.

A maior abundância de espécies solitárias nas faces internas anuais pode ser explicada pela biologia destes organismos, que geralmente apresentam crescimento mais lento e ciclo de vida mais longo. Esta estratégia biológica é compatível com estágios sucessionais mais tardios. Já as espécies coloniais apresentam suas características biológicas, como a habilidade competitiva, bastante variáveis (LOTUFO, 1997). Segundo Carter e Prekel (2008) a taxa de crescimento das espécies pode variar sensivelmente entre as duas superfícies de um mesmo painel. Marins *et al.* (2010) observaram um favorecimento de espécies solitárias em regiões portuárias pela presença de um ambiente eutrófico, verificando que estas espécies podem ser bastante abundantes nestas áreas (MONNIOT *et al.*, 1991).

Ao analisar as placas, pode-se sugerir também que as faces internas das placas de São Paulo foram mais sujeitas à ação de predadores do que as do Ceará. Foram encontrados ouriços-do-mar somente em São Paulo e maior quantidade de ovas de peixes neste local.

Algumas espécies de ascídias ocorreram exclusivamente em placas anuais em cada local de estudo (como *P. vittata* e *S. plicata* no Ceará e *B. giganteum*, *M. braziliensis* e *Distaplia* sp.2 em São Paulo). O fato de algumas espécies só ocorrerem nas placas anuais não significa que elas não possam estar se desenvolvendo no ambiente durante os trimestres e sim que elas não consigam se fixar diretamente no polietileno ou que necessitam de uma comunidade já estabelecida para se desenvolver nas placas. Cangussu *et al.* (2010) verificaram que *S. plicata* só recrutou em placas de granito, não colonizando placas de polietileno. Esta pode ter sido a razão desta espécie só ter



ocorrido em placas anuais neste trabalho, podendo ter utilizado os organismos já presentes na placa como substrato para fixação.

É importante ressaltar que as placas não ilustram efetivamente a riqueza total de cada área de estudo. Elas atuam como filtros larvais, pois a colonização inicial destas placas pelas ascídias é feita somente por larvas. As placas contêm então, as espécies que estão reproduzindo no momento e que são capazes de utilizar este tipo de substrato. Por outro lado as placas demonstram uma riqueza proporcional à do ambiente, ou seja, se a riqueza é alta no local, provavelmente também será alta nas placas. Segundo Marins *et al.* (2010), a abordagem experimental com placas de assentamento controla e reflete o conjunto de larvas que está disponível na área.

Algumas espécies de ascídias apresentam picos de reprodução sazonal (ROCHA *et al.*, 1999), por isso a importância de experimentos que avaliem a comunidade em diferentes períodos. Estudos de longa duração, com monitoramento contínuo de áreas portuárias são necessários, pois algumas espécies colonizam superfícies artificiais mais tardiamente e em menor abundância. Isso, contudo, não significa que não sejam espécies com potencial invasor.

Para avaliar a importância das espécies na comunidade, utilizou-se o Índice de Valor Biológico Relativo. Verificou-se que *D. perlucidum* apresenta valores altos do índice em alguns períodos e quase desaparece em períodos seguintes, principalmente no Ceará. Assim como ocorreu neste trabalho, Lotufo (1997), em um experimento com placas artificiais na Baía de Santos, verificou que *D. perlucidum* cobriu mais de 90% do substrato em janeiro, sendo a espécie que recrutou em maior número. Posteriormente ocorreu uma regressão, com outras espécies se destacando mais, como *Botrylloides giganteum*, *Botrylloides nigrum*, *Diplosoma listerianum* e *Symplegma brakenhielmi*. O autor verificou uma diminuição no recrutamento de todas as espécies e na área total ocupada pelos recrutas nos meses em que a temperatura da água do mar foi mais baixa. Relatou ainda um intenso recobrimento do substrato por *D. perlucidum* no início da sucessão, seguido de diminuição do recobrimento, dando lugar a espécies mais tardias como *Polyandrocarpa zorritensis* e *Clavelina oblonga*. Segundo Turon e Becerro (1992), muitas ascídias apresentam ciclos de vida com fases degenerativas e quedas abruptas da população.

Kremer *et al.* (2010), também utilizando placas de polietileno, encontraram resultado semelhante, com *D. perlucidum* apresentando taxa de cobertura superior a

50% em alguns períodos, seguida por quedas abruptas na porcentagem de cobertura, sem qualquer padrão sazonal aparente. O substrato disponível, tanto primário como secundário, foi frequentemente colonizado por *D. perlucidum*. Esta espécie possui alta taxa de reprodução o que lhe permite colonizar rapidamente tanto substratos nus como comunidades já estabelecidas (KREMER *et al.*, 2010). Segundo Sakai *et al.* (2001), uma rápida ocupação de substratos livres é uma característica importante de potencial invasivo.

Rocha (1991) verificou o processo inicial de sucessão de ascídias coloniais em placas de cerâmica também no canal de São Sebastião (SP). Encontrou cinco espécies mais abundantes e frequentes. *Diplosoma listerianum* se caracterizou como uma espécie de sucessão inicial, dominando as placas durante os dois primeiros meses de submersão. Um padrão semelhante ocorreu neste trabalho, pois *Diplosoma* sp. 1 manteve um valor relativamente elevado do índice ao longo dos trimestres e praticamente desapareceu nas placas anuais em ambos os lugares de estudo. Ainda em Rocha (1991), *Symplegma brakenhielmi* também apresentou maior porcentagem de cobertura no início da sucessão. *D. perlucidum*, com crescimento mais lento, dominou o espaço nas placas após alguns meses. *Clavelina oblonga* apresentou recrutamento pouco intenso, crescimento vertical e presença de estruturas de proteção, características de espécie tipicamente tardia. *Botrylloides nigrum*, sendo a espécie menos abundante encontrada, com picos de desaparecimento, reaparecendo normalmente sobre outras espécies. No presente estudo, apesar de *C. oblonga* e *B. nigrum* terem ocorrido em placas trimestrais de São Paulo, foram nas placas anuais que estas espécies se destacaram, pois apresentaram maior tamanho, estando mais desenvolvidas.

Para entender a relação das espécies com as variáveis abióticas, se estudou a correlação entre as abundâncias e a pluviosidade nos períodos. Foi encontrada correlação positiva entre pluviosidade e a abundância da espécie *E. styeloides* ao longo dos períodos no Ceará. Já a correlação da variável abiótica com a espécie *P. nigra* foi negativa, o que significa que nos períodos de maior pluviosidade e temperatura superficial da água ocorre queda na abundância de *P. nigra*. Marins *et al.* (2010) verificaram uma reprodução sazonal para *P. nigra*, com picos de reprodução no outono. Esta estação corresponde a valores intermediários de pluviosidade e temperatura da água do mar.

Para São Paulo a única espécie que apresentou correlação significativa com a variável pluviosidade foi *Diplosoma* sp. 1, apresentando uma relação negativa. Ao contrário do que ocorreu neste trabalho, Lotufo (1997) verificou diminuição da intensidade de recrutamento de *Diplosoma listerianum* nos meses em que a temperatura da água do mar foi menor no estado de São Paulo. Torna-se importante ressaltar que no presente trabalho a pluviosidade foi utilizada como variável covariante à temperatura e salinidade, o que significa que para cada local quando a pluviosidade é alta, a temperatura superficial da água também é elevada enquanto a salinidade apresenta os menores valores (figuras 7 e 8).

Com relação à diversidade das duas áreas portuárias (Tabela 10 e Figura 24), o índice de Brillouin é mais alto em praticamente todos os períodos no Ceará. Este fato vem corroborar a teoria de gradiente latitudinal de diversidade, que propõem que uma maior entrada de energia em latitudes mais baixas está associada a uma maior diversidade de espécies (BROWN *et al.*, 2004). A disponibilidade de energia é normalmente representada pela temperatura anual média ou fatores que são fortemente relacionados a ela (ROHDE, 1992; ROY *et al.*, 1998).

A temperatura superficial da água do mar no Ceará é mais alta ao longo de todo o ano quando comparada com São Paulo. Algumas ascídias podem apresentar um período reprodutivo contínuo ao longo de todo ano, com diminuição da intensidade no período de inverno e aumento da intensidade nos meses de verão (ROCHA, 1988, 1991). Assim, a temperatura elevada ao longo de todo ano no Ceará pode viabilizar uma reprodução contínua para algumas espécies, com intensa colonização do substrato e grande velocidade de crescimento.

Macpherson (2002) mostra um claro gradiente latitudinal de alta para baixa latitude na riqueza de espécies marinhas de peixes e invertebrados. Ele sugere que as relações entre a riqueza de espécies e de diferentes fatores ambientais indicam que o tamanho da área não explica o padrão latitudinal de riqueza de espécies bentônicas em grande escala espacial. O autor conclui que a temperatura da superfície do mar é o melhor preditor do padrão de riqueza latitudinal para espécies bentônicas, explicando o padrão de riqueza de espécies bentônicas marinhas em larga escala espacial.

Naranjo *et al.* (1998) verificaram os limites marinhos e caracterizaram zonas de transição na distribuição de espécies utilizando ascídias como indicadores. Os autores classificam três áreas de endemismo: Caribe, Mediterrâneo e Sudeste Africano e

verificam que mudanças graduais em populações de ascídias podem ocorrer com alterações de espécies nos climas tropical, subtropical e temperado. Estes autores já sugerem que assim como em outros grupos bentônicos, as diferenças na diversidade de espécies de ascídias estão relacionadas com a localização geográfica e com o tamanho das regiões: água fria e pequenas áreas têm um baixo número de espécies, enquanto água quente e grandes áreas apresentam maior nível de diversidade (SOEST, 1994).

Através do índice de similaridade de Jaccard e dos agrupamentos formados a partir das matrizes de similaridade, verifica-se que para o Ceará as placas anuais formam grupos separados das placas trimestrais. Nota-se também uma tendência no agrupamento de placas de períodos consecutivos, formando grupos distintos de faces externas e internas. Isso leva a supor que a composição de larvas disponíveis no meio para colonização das placas vazias que são substituídas é um fator determinante na composição da comunidade. No entanto, não foi possível verificar se a influência da sazonalidade manteria um padrão semelhante entre um ano e outro.

O oposto ocorre com as placas de São Paulo onde se verifica uma tendência de agrupamento das placas de mesmo período de anos diferentes, mostrando que a sazonalidade é mais marcante nesta latitude. A variação da temperatura ao longo do ano é maior em São Paulo, exercendo maior influência na composição das espécies ao longo dos anos. Nota-se que a similaridade é baixa entre períodos consecutivos e alta entre os mesmos períodos de anos distintos. A maior influência da sazonalidade na região de São Paulo já era esperada visto que em latitudes maiores a variação da temperatura é maior que em latitudes menores. A temperatura variou de aproximadamente 21 °C a 27 °C em São Paulo, o que pode estimular ou inibir a reprodução e crescimento de algumas ascídias.

Verificou-se também alta similaridade entre as placas anuais e trimestrais retiradas do mar no mesmo período para ambos os locais de estudo. Pode-se sugerir assim, que a disponibilidade larval na coluna d'água exerce influência na composição das placas em cada período e que as placas anuais não atingiram a comunidade clímax visto que são semelhantes com as placas trimestrais retiradas do mar no mesmo período.

Para o Ceará este efeito foi maior na face externa do que na interna, talvez pela maior abundância de ascídias solitárias nas faces internas. Sendo estes organismos de crescimento mais lento e compondo uma comunidade mais estável, provavelmente as alterações no entorno não sejam capazes de alterar muito este micro-habitat mais estável

dentro das placas. Já em São Paulo, como a composição da face interna e externa são semelhantes, parece que a disponibilidade larval e as condições ambientais do entorno são bastante importantes na estruturação da comunidade em ambas as faces.

Apesar das duas áreas portuárias estudadas neste trabalho compartilharem uma mesma costa continental, a diferença de aproximadamente 20° de latitude faz com que as variações nos regimes de temperatura, pluviosidade, corrente, salinidade e outros fatores abióticos, possam contribuir para diferenças biogeográficas nas comunidades de invertebrados costeiros. Além disso, os ambientes em que cada experimento foi realizado apresentam diferenças físicas: o Porto de Pecém é composto totalmente por estruturas antrópicas em um local que anteriormente era mar aberto; o Iate Clube de Ilhabela está inserido em uma baía natural, no entanto, com histórica influência antrópica. Outra diferença nos experimentos foi na profundidade que as placas ficaram submergidas. No Ceará as placas ficaram fixas à aproximadamente 5 metros de profundidade sofrendo a variação da maré, enquanto em São Paulo as placas ficaram em píeres flutuantes a uma profundidade constante de 3 metros abaixo da superfície. Desta forma, não foi possível isolar apenas o fator latitude como elemento de comparação, havendo na verdade um conjunto mais amplo de influências que certamente determinaram as diferenças observadas.

## 6 CONCLUSÕES

Foi possível observar que o número de espécies encontrado em cada local não foi muito diferente, com 33 espécies de ascídias para o Ceará e 31 espécies para São Paulo. No entanto, no geral, o número de espécies encontradas por placa no experimento do Ceará foi maior, apresentando uma maior diversidade de espécies quando comparadas com as placas de São Paulo que, normalmente, apresentam maior dominância de algumas espécies. Este resultado encontrado corroborou a hipótese da existência de um gradiente latitudinal com maiores riquezas em menores latitudes.

Verificou-se que as espécies mais abundantes nas faces externas do Ceará foram *D. psammatodes* e *S. rubra*. A espécie solitária *A. sydneyensis* se destacou nas faces internas, principalmente nas placas anuais. Já em São Paulo a espécie colonial *D. perlucidum* foi bastante abundante em praticamente todos os períodos do ano.

Também foi possível verificar que *D. cineraceum*, *S. rubra* e *Diplosoma* sp. são espécies com potencial invasor, visto que não aparecem em levantamentos históricos para a região e já vêm sendo encontradas em ambientes naturais cearenses.

A maioria das ascídias encontradas neste trabalho possui características de espécies pioneiras, capazes de realizar o recrutamento primário, colonizando as placas vazias. No entanto, *B. giganteum*, *M. braziliensis*, *Distaplia* sp. 2 e *P. vittata* ocorreram somente em placas anuais, apresentando características de espécies de recrutamento tardio. Portanto, deve-se considerar a hipótese de que espécies exóticas também podem aparecer tardiamente e se fixar e se desenvolver em locais onde já existe uma comunidade estabelecida.

A presença da ascídia *Rhodosoma turcicum* em placas do Ceará caracterizou o primeiro registro esta espécie em águas do nordeste setentrional brasileiro.

Constatou-se também que a sazonalidade tem maior influência na composição das ascídias da região de São Paulo do que na região do Ceará. Este padrão já era esperado, visto que a variação da temperatura superficial da água do mar é maior para latitudes maiores do que em latitudes menores. A temperatura está intimamente ligada ao período reprodutivo das ascídias e à velocidade de crescimento e o Ceará apresenta altas temperaturas ao longo de todo o ano.

Foram observadas diferenças na composição da comunidade nas faces internas e externas das placas, sugerindo assim, que os levantamentos em áreas portuárias a fim de monitorar espécies invasoras devem abranger tanto superfícies mais expostas como mais protegidas para detectar as diferentes assembleias.

Este trabalho vem confirmar a necessidade de se realizar estudos contínuos de acompanhamento da fauna em áreas portuárias e nativas para tentar detectar espécies potencialmente invasoras e propor estratégias de contenção destas invasões.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, M. J.; UNDERWOOD, A. J. **Effects of Substratum on the Recruitment and Development of an Intertidal Estuarine Fouling Assemblage.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 184: 217-236. 1994.
- AIROLDI, L.; BACCHIOCCHI, F.; CAGLIOLA, C.; BULLERI, F.; ABBIATI, M. **Impact of recreational harvesting on assemblages in artificial rocky habitats.** *Marine Ecology Progress Series.* 299: 55–66. 2005.
- BAX, N.; WILLIAMSON, A.; AGUERO, M.; GONZALEZ, E.; GEEVES, W. **Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity.** *Marine Policy.* 27: 313-323. 2003.
- BERLOW, E. L. **From canalization to contingency: historical effects in a successional rocky intertidal community.** *Ecological Monographs.* 67(4): 435-460. 1997.
- BOYLE, M.; JANIÁK, D.; CRAIG, S. F. **Succession in a Humboldt bay marine fouling community: the role of exotic species, larval settlement and winter storms.** Proceedings of the 2004 Humboldt Bay Symposium published by California SeaGrant. p. 215-234. 2007.
- BRAM, J. B.; PAGE, H. M.; DUGAN, J. E. **Spatial and temporal variability in early successional patterns of an invertebrate assemblage at an offshore oil platform.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 317: 223–237. 2005.
- BROWN, J. H.; GILLOOLY, J. F.; ALLEN, A. P.; SAVAGE, V. M.; WEST, G. B. **Toward a metabolic theory of ecology.** *Ecology.* 85:1771-1789. 2004.
- BURGESS, J. G.; BOYD, K. G.; ARMSTRONG, E.; JIANG, Z.; YAN, L.; BERGGREN, M.; MAY, U.; PISACANE, T.; GRANMO, Å.; ADAMS, D. R. **The Development of a Marine Natural Product-based Antifouling Paint.** *Biofouling.* 19 (Supplement): 197-205. 2003.
- BYRNES, J. E.; REYNOLDS, P. L.; STACHOWICZ, J. J. **Invasions and Extinctions Reshape Coastal Marine Food Webs.** *PLoS ONE.* 2(3): e295. 2007.
- CALLOW, J. A.; CALLOW, M. E. **Biofilms.** *Antifouling Compounds.* Progress in Molecular and Subcellular Biology, sub-series Marine Molecular Biotechnology. Springer-Verlag. 42: 141-169. 2006.
- CAMPBELL, L.; GOULD, B.; HEWITT, C. L. **Survey evaluations to assess marine bioinvasions.** *Marine Pollution Bulletin.* 55: 360-378. 2007.
- CANGUSSU, L. C.; ALTVATER, L.; HADDAD, M. A.; CABRAL, A. C.; HEYSE, H. L.; ROCHA, R. M. **Substrate type as a selective tool against colonization by non-native sessile invertebrates - Brazilian Journal of Oceanography.** 58(3): 219-231. 2010.

- CARLTON, J. T.; GELLER, J. B. **Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms.** *Science*. 261: 78-82. 1993.
- CARTER, A.; PREKEL, S. **Benthic colonization and ecological successional patterns on a planned nearshore artificial reef system in Broward County, SE Florida.** Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida, 7-11 July 2008 - Session number 24.
- CEARAPORTOS. Companhia de Integração Portuária do Ceará. 2012. Disponível em: <[www.cearaportos.ce.gov.br](http://www.cearaportos.ce.gov.br)>. Acesso em: 08 de set. 2012.
- CHAPMAN, M. G.; BLOCKLEY, D. J. **Engineering novel habitats on urban infrastructure to increase intertidal biodiversity.** *Oecologia*. 161: 625-635. 2009.
- CIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. 2012. Disponível em: <[www.ciiagro.sp.gov.br](http://www.ciiagro.sp.gov.br)>. Acesso em: 17 de mar. 2012.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.** 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth. 2001
- CLARE, A. S. **Marine natural product antifoulants: status and potential.** *Biofouling*. 9: 211-229. 1996.
- CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. **Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization.** *American Naturalist*. 111:1119-1144. 1977.
- COUTTS, A. D. M.; DODGSHUN, T. J. **The nature and extent of organisms in vessel seachets: A protected mechanism for marine bioinvasions.** *Marine Pollution Bulletin*. 54: 875-886. 2007.
- DEAN, T. A.; HURD, L. E. **Development in an Estuarine Fouling Community: the Influence of Early Colonists on Later Arrivals.** *Oecologia*. 46: 295-301. 1980.
- DEAN, T. A. **Structural aspects of sessile invertebrates as organizing forces in an estuarine fouling community.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 53:163-180. 1981.
- DIAS, G. M.; ROCHA, R. M.; LOTUFO, T. M. C.; KREMER, L. P. **Fifty years of ascidian biodiversity research in São Sebastião, Brazil.** *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 93(1): 273-282. 2013.
- DURANTE, K. M. **Larval Behavior, Settlement Preference, and Induction of Metamorphosis in the Temperate Solitary Ascidian *Molgula citrine* Alder & Hancock.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 145: 175-187. 1991.
- ELLINGSEN, K.; GRAY, J. S. **Spatial patterns of benthic diversity: is there a latitudinal gradient along the Norwegian continental shelf?** *Journal of Animal Ecology*. 71: 373-389. 2002.



ENGLE, V. D.; SUMMERS, J. K. **Latitudinal gradients in benthic community composition in Western Atlantic estuaries.** *Journal of Biogeography*. 26: 1007-1023. 1999.

FERNANDEZ, M. O. **Estrutura latitudinal e temporal de assembleias de cnidários bentônicos em placas de recrutamento em dois portos da costa brasileira.** 2012. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

FLOERL, O.; POOL, T. K.; INGLIS, G. J. **Positive interactions between nonindigenous species facilitate transport by human vectors.** *Ecological Applications*. 14: 1724-1736. 2004.

FOFONOFF, P. W.; RUIZ, G. M.; STEVES, B. D.; CARLTON, J. T. **In ships or on ships? Mechanisms of transfer and invasion for nonnative species to the coasts of North America.** In: Ruiz GM, Carlton JT (eds) *Invasive species: vector and management strategies*. Island Press, Washington. p. 152-182. 2003.

FOFONOFF, P. W.; RUIZ, G. M.; HINES, A. H.; STEVES, B. D.; CARLTON, J. T. **Four Centuries of Estuarine Biological Invasions in the Chesapeake Bay Region.** In: *Marine Bioinvasions: Ecology, Conservation, and Management Perspectives*. Ed. G. Rilov and J. Crooks. New York: Springer-Verlag. 2008.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. 2012. Disponível em: <[www.funceme.br](http://www.funceme.br)>. Acesso em: 04 de abr. 2012.

GAINES, S. D.; ROUGHGARDEN, J. **Larval Settlement Rate: a Leading Determinant of Structure in a Ecological Community of the Marine Intertidal Zone.** *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America*. 82: 3707-3711. 1985.

GLASBY, T. M.; CONNELL, S. D.; HOLLOWAY, M. G.; HEWITT, C. L. **Nonindigenous biota on artificial structures: could habitat creation facilitate biological invasions?** *Marine Biology*. 151(3): 887-895. 2007.

GRAY, J. S. **Marine Biodiversity: patterns, threats and conservation needs.** *International Maritime Organization*. London. 1997.

HELLIO, C. **The potential of marine biotechnology for the development of new antifouling solutions.** *Journal des Sciences Halieutique et Aquatique*. 2: 35-41. 2010.

HILLEBRAND, H. **On the generality of the latitudinal diversity gradient.** *The American Naturalist*. 163:192-211. 2004a.

HILLEBRAND, H. **Strength, slope and variability of marine latitudinal gradients.** *Marine Ecology Progress Series*. 273:251-267. 2004b.

HOLANDA, C. L. B.; **Levantamento dos Ascidiacea da Região Entremarés do Município de Icapuí, Ceará.** 2013. 52. f. Monografia de Graduação – Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 2013.

- HUGHES, R. N. **Lessons in modularity: the evolutionary ecology of colonial invertebrates.** *Scientia Marina*. 69 (Suppl 1): 169-179. 2005.
- HURLBUT, C. J. **Larval Release and Supply Predict Temporal Variation in Settlement of a Colonial Ascidian.** *Marine Ecology Progress Series*. 80: 215-219. 1992.
- JACKSON, J. B. C. **Competition on marine hard substrata: the adaptive significance of solitary and colonial strategies.** *The American Naturalist*. 111: 743-767. 1977.
- KARLSON, R. H., RICHARD W.; OSMAN, R. W. **Species composition and geographic distribution of invertebrates in fouling communities along the east coast of the USA: a regional perspective.** *Marine Ecology Progress Series*. 458: 255-268. 2012.
- KREMER, L. P.; ROCHA, R. M.; ROPER, J. J. **An experimental test of colonization ability in the potentially invasive *Didemnum perlucidum* (Tunicata, Ascidiacea).** *Biological Invasions*. 12(6): 1581-1590. 2010.
- KOHLER, K. E.; GILL, S. M. **Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology.** *Computers & Geosciences*. 32: 1259-1269. 2006.
- LAMBERT, G. **Nonindigenous Ascidians in Tropical Waters.** *Pacific Science*. 56(3): 291-298. 2002.
- LAMBERT, G. **Ecology and natural history of the protochordates.** *Canadian Journal Zoology*. 83: 34-50. 2005.
- LAMBERT, C. LAMBERT, G. **Nonindigenous ascidians in southern California harbors and marinas.** *Marine Biology*. 130: 675-688. 1998.
- LAMBERT, C. C.; LAMBERT, G. **Persistence and differential distribution of nonindigenous ascidians in harbors of the Southern California Bight.** *Marine Ecology Progress Series*. 259: 145-161. 2003.
- LÓPEZ, E. E.; RUIZ, A. T.; CALONGE B. R.; PORTILLA, M. A. G.; TEJERA, C. B. **Recent Studies on Antifouling Systems to Artificial Structures in Marine Ecosystem.** *Journal of Maritime Research*. III(1): 73-89. 2006.
- LOTUFO, T. M. C. **Ecologia das ascídias da Baía de Santos: período reprodutivo, crescimento e aspectos sucessionais.** 1997. 113. f. Dissertação de Mestrado - Instituto de Biociências Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- LOTUFO, T. M. C. **Ascidacea do Litoral Tropical Brasileiro.** 2002. 183. f. Tese de Doutorado - Departamento de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- MACPHERSON, E. **Large-scale species-richness gradients in the Atlantic Ocean.** *Proceedings of the Royal Society of London Series B*. 269:1715-1720. 2002.

MAGURRAN, A. E. **Species abundance distributions over time.** *Ecology Letters*. 10: 347-354. 2007.

MARINS, F. O.; NOVAES, R. L. M.; ROCHA, R. M.; JUNQUEIRA, A. O. R. **Non indigenous ascidians in port and natural environments in a tropical Brazilian bay.** *Zoologia*. 27(2): 213-221. 2010.

MILLAR, R. H. **On a collection of ascidians from South Africa.** *Proceedings of the Zoological Society of London*. 125(1): 169-22. 1954.

MILLAR, R. H. **Some Ascidians from Brazil.** *Annals and Magazine of Natural History*. 13(1): 497-514. 1958.

MILLAR, R. H. **The Biology of Ascidians.** *Advances in Marine Biology*. 9: 1-100. 1971.

MINEUR, F.; COOK, E. J.; MINCHIN, D.; BOHN, K.; MACLEOD, A.; MAGGS, C. A. **Changing coasts: Marine aliens and artificial structures.** *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 50: 189-234. 2012.

MONNIOT, C.; MONNIOT, F. LABOUTE, P. **Coral Reef Ascidians of New Caledonia.** Paris: ORSTOM. 1991. 247 p.

NANDAKUMAR, K. **Importance of timing of panel exposure on the competitive outcome and succession of sessile organisms.** *Marine Ecology Progress Series*. 131: 191-203. 1996.

NARANJO, S.; CARBALLO, J. L.; GARCÍA-GOMEZ, J. C. **Towards a knowledge of marine boundaries using ascidians as indicators: characterizing transition zones for species distribution along Atlantic-Mediterranean shores.** *Biological Journal of the Linnean Society*. 64: 151-177. 1998.

NOAA. National Oceanographic Data Center (NODC) – United States Department of Commerce. 2012. Disponível em: < [www.nodc.noaa.gov](http://www.nodc.noaa.gov)>. Acesso em: 30 de mar. 2012.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara. 1983. 434 p.

OLIVEIRA FILHO, R. R. **Caracterização das ascídias em regiões portuárias do Ceará.** 2010. 111. f. Dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, 2010.

OSMAN, R. W.; WHITLATCH, R. B. **The influence of resident adults on recruitment: a comparison to settlement.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 190: 169-198. 1995.

PORTO DE SÃO SEBASTIÃO. 2012. Autoridade Portuária. Disponível em: <[www.portodesaosebastiao.com.br](http://www.portodesaosebastiao.com.br)>. Acesso em: 20 de mai. 2012.

PRIMO, C.; VÁZQUEZ, E. **Zoogeography of the Antarctic ascidian fauna in relation to the sub-Antarctic and South America.** *Antarctic Science*. 19(3): 321-336. 2007.

ROCHA, R. M. **Ascídias coloniais do canal de São Sebastião, SP: aspectos ecológicos.** Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, 133p. 1988.

ROCHA, R. M. **Replacement of the compound ascidian species in a southeastern Brazilian fouling community.** *Boletim do Instituto Oceanográfico*. 39(2): 141-153. 1991.

ROCHA, R. M.; CANGUSSU, L. C.; BRAGA, M. P. **Stationary substrates facilitate bioinvasion in Paranagua Bay in Southern Brazil.** *Brazilian Journal of Oceanography*. 58: 23-28. 2010.

ROCHA, R. M.; LOTUFO, T. M. C.; RODRIGUES, S. A. **The Biology of *Phallusia nigra* Savigny, 1816 (Tunicata, Ascidiacea) in Southern Brazil: spatial distribution and reproductive cycle.** *Bulletin of Marine Science*. 64(1): 77-87. 1999.

RODRIGUES, S. A.; ROCHA, R. M. LOTUFO, T. M. C. **Guia Ilustrado para Identificação das Ascídias do Estado de São Paulo: FAPESP.** 1998. 190 p.

ROHDE, K. **Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause.** *Oikos*. 65(3): 514-527. 1992.

ROY, K.; JABLONSKI, D.; VALENTINE, J. W.; ROSENBERG, G. **Marine latitudinal diversity gradients: tests of causal hypotheses.** *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 95: 3699-3702. 1998.

ROSSO, S. **Amostragem, repartição espacial e diversidade/dominância de comunidades de costões rochosos: uma abordagem metodológica.** Laboratório de Ecologia Marinha/USP. 1996. 30 p.

RUIZ, G. M.; FREESTONE, A. L.; FOFONOFF, P. W.; SIMKANIN, C. **Habitat distribution and heterogeneity in marine invasion dynamics: the importance of hard substrate and artificial structures.** In *Marine Hard Bottom Communities: Patterns, Dynamics, Diversity and Change*, M. Wahl (ed.). Berlin: Springer. 321-332. 2009.

SAKAI, A. K.; ALLENDORF, F. W.; HOLT, J. S.; LODGE, D. M.; MOLOFSKY, J.; WITH, K. A.; BAUGHMAN, S.; CABIN, R. J.; COHEN, J. E.; ELLSTRAND, N. C.; MCCAULEY, D. E.; O'NEIL, P.; PARKER, I. M.; THOMPSON, J. N.; WELLER, S. G. **The population biology of invasive species.** *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 32: 305-333. 2001.

SAMS, M. A.; KEOUGH, M. J. **Contrasting effects of variable species recruitment on marine sessile communities.** *Ecology*. 93(5): 1153-1163. 2012.

SKINNER, L. F.; OLIVEIRA, G. C. M.; BARBOZA, D. F.; SOARES, D. C. **First record of the Ascidiacea *Rhodossoma turcicum* in the south-west Atlantic Ocean.** *Marine Biodiversity Records*. 6: 1-6. 2013.

SOEST, R. W. M. **Demosponge distribution patterns: Microcionidae, Raspailiidae.** In Soest, Kempen, Braekman, eds. *Sponges in Time and Space*. Rotterdam: Balkema. p. 213-223. 1994.

- STACHOWICZ, J. J.; BRUNO, J. F.; DUFFY, J. E. **Understanding the Effects of Marine Biodiversity on Communities and Ecosystems.** *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 38: 739-66. 2007.
- STONER, D. S. **Recruitment of a Tropical Colonial Ascidian: Relative Importance of Pre-Settlement Vs. Post-Settlement Processes.** *Ecology*. 71(5): 1685-1690. 1990.
- STONER, D. S. **Larvae of a Colonial Ascidian Use a Non-contact Mode of Substratum Selection on a Coral Reef.** *Marine Biology*. 121: 319-326. 1994.
- SUTHERLAND, J. P.; KARLSON, R. H. **Development and Stability of the Fouling Community at Beaufort, North Carolina.** *Ecological Monographs*. 47(4): 425-446. 1977.
- TURON, X.; BECERRO, M. A. **Growth and Survival of Several Ascidian Species from the Northwestern Mediterranean.** *Marine Ecology Progress Series*. 82: 235-247. 1992.
- TYRRELL, M. C.; BYERS, J. E. **Do artificial substrates favor nonindigenous fouling species over native species?** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 342: 54-60. 2007.
- WAHL, M. **Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects.** *Marine Ecology Progress Series*. 58:175-189. 1989.
- YCI. Iate Clube de Ilhabela. 2012. Disponível em: <[www.yci.com.br](http://www.yci.com.br)>. Acesso em: 25 de jan. 2012.

## APÊNDICES

**Apêndice A:** Ocorrência das espécies de ascídias no Ceará. (**Em amarelo:** espécies constantes (abundância relativa > 3% e presente em todos os períodos); **Em azul:** espécies raras (abundância relativa < 0,2%); **Pontos:** Número total de pontos de ocorrência ao longo de todo experimento; **%:** Abundância relativa; **I e II:** primeiro e segundo ano de experimento, respectivamente; **A, B, C, D:** primeira, segunda, terceira e quarta troca de placas trimestrais, respectivamente; **X:** placas anuais.)

Espécies	Períodos										Pontos	%
	I-A	I-B	I-C	I-D	II-A	II-B	II-C	II-D	I-X	II-X		
<i>D. psammotodes</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2097	27,58
<i>S. rubra</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1353	17,80
<i>A. sydneiensis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	721	9,48
<i>D. cineraceum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	647	8,51
<i>D. perlucidum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	548	7,21
<i>L. fragile</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	496	6,52
<i>Diplosoma</i> sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	463	6,09
<i>B. tabori</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	241	3,17
<i>M. exasperatus</i>		x	x	x		x	x	x	x	x	122	1,60
<i>Distaplia</i> sp. 1	x	x	x		x	x	x	x	x	x	117	1,54
<i>Diplosoma</i> sp. 2	x	x	x		x	x	x	x	x	x	110	1,45
<i>P. nigra</i>	x	x	x		x	x	x	x	x	x	103	1,35
<i>S. brakenhielmi</i>	x	x		x						x	78	1,03
<i>E. styeloides</i>		x	x	x	x	x				x	77	1,01
<i>H. pallida</i>	x	x	x			x	x		x	x	67	0,88
<i>S. canopus</i>		x	x	x	x	x	x	x		x	46	0,61
<i>Polysyncraton</i> sp.	x	x	x		x	x		x	x		40	0,53
<i>B. planus</i>					x	x	x			x	36	0,47
<i>D. granulatum</i>	x	x		x		x	x	x			36	0,47
<i>P. viridis</i>		x		x	x	x		x		x	32	0,42
<i>A. papillata</i>	x			x		x	x	x	x		32	0,42
<i>A. curvata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x		x	26	0,34
<i>Lissoclinum</i> sp.				x		x	x		x	x	24	0,32
<i>T. orbiculatum</i>		x	x			x		x			18	0,24
<i>D. galacteum</i>			x				x		x		16	0,21
<b><i>Eusynstyela</i> sp.</b>							x	x	x		<b>14</b>	<b>0,18</b>
<b><i>Didemnum</i> sp.</b>				x		x				x	<b>12</b>	<b>0,16</b>
<b><i>R. turcicum</i></b>								x		x	<b>10</b>	<b>0,13</b>
<b><i>C. irene</i></b>				x	x	x		x			<b>7</b>	<b>0,09</b>
<b><i>S. plicata</i></b>										x	<b>5</b>	<b>0,07</b>
<b><i>D. bermudensis</i></b>			x							x	<b>4</b>	<b>0,05</b>
<b><i>P. vittata</i></b>									x		<b>3</b>	<b>0,04</b>
<b><i>P. mariscata</i></b>								x			<b>2</b>	<b>0,03</b>

**Apêndice B:** Ocorrência das espécies de ascídias em São Paulo. (**Em amarelo:** espécies constantes (abundância relativa > 3% e presente em todos os períodos); **Em azul:** espécies raras (abundância relativa < 0,2%); **Pontos:** Número total de pontos de ocorrência ao longo de todo experimento; **%:** Abundância relativa; **I e II:** primeiro e segundo ano de experimento, respectivamente; **A, B, C, D:** primeira, segunda, terceira e quarta troca de placas trimestrais, respectivamente; **X:** placas anuais.)

Espécies	Períodos										Pontos	%
	I-A	I-B	I-C	I-D	II-A	II-B	II-C	II-D	I-X	II-X		
<i>D. perlucidum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2487	47,25
<i>S. brakenhielmi</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	513	9,75
<i>Diplosoma</i> sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	481	9,14
<i>B. nigrum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	403	7,66
<i>P. viridis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	334	6,35
<i>S. rubra</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	329	6,25
<i>D. cineraceum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	183	3,48
<i>L. fragile</i>	x	x		x	x	x			x	x	114	2,17
<i>C. oblonga</i>	x	x	x		x			x	x	x	73	1,39
<i>H. pallida</i>	x			x	x				x	x	66	1,25
<i>P. nigra</i>	x		x		x	x		x	x	x	60	1,14
<i>S. canopus</i>	x	x	x	x	x		x	x	x	x	33	0,63
<i>T. orbiculatum</i>	x	x	x								33	0,63
<i>B. giganteum</i>										x	24	0,46
<i>D. bermudensis</i>			x	x	x		x	x			19	0,36
<i>B. tabori</i>			x	x				x		x	18	0,34
<i>P. constellatum</i>	x	x		x	x				x		17	0,32
<i>D. vanderhorsti</i>		x		x	x						12	0,23
<b><i>Aplidium</i> sp.</b>		x	x			x		x	x		<b>10</b>	<b>0,19</b>
<b><i>Distaplia</i> sp. 1</b>	x	x	x	x						x	<b>10</b>	<b>0,19</b>
<b><i>A. curvata</i></b>				x	x						<b>9</b>	<b>0,17</b>
<b><i>Symplegma</i> sp.</b>	x					x					<b>7</b>	<b>0,13</b>
<b><i>A. sydneyensis</i></b>				x	x						<b>5</b>	<b>0,10</b>
<b><i>S. plicata</i></b>	x	x		x							<b>5</b>	<b>0,10</b>
<b><i>Distaplia</i> sp. 2</b>										x	<b>4</b>	<b>0,08</b>
<b><i>D. psammatodes</i></b>				x	x		x				<b>3</b>	<b>0,06</b>
<b><i>E. styeloides</i></b>				x					x		<b>3</b>	<b>0,06</b>
<b><i>P. multiclathrata</i></b>	x										<b>3</b>	<b>0,06</b>
<b><i>C. irene</i></b>	x										<b>2</b>	<b>0,04</b>
<b><i>Ecteinascidia</i> sp.</b>		x			x						<b>2</b>	<b>0,04</b>
<b><i>M. braziliensis</i></b>									x		<b>1</b>	<b>0,02</b>