



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

GLEDSON FABIANO DE ARAUJO FERREIRA

**ECOLOGIA DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum psammatores* (SLUITER,
1895) (TUNICATA: ASCIDIACEA) NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE,
NORDESTE DO BRASIL.**

RECIFE- PE/2016

GLEDSON FABIANO DE ARAÚJO FERREIRA

ECOLOGIA DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum psammatores* (SLUITER, 1895) (TUNICATA: ASCIDIACEA) NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE, NORDESTE DO BRASIL.

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Oceanografia, área de concentração oceanografia biológica.

Orientadora: Dr^a. Deusinete de Oliveira Tenório

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia - PPGO-UFPE.

Coorientador: Dr. Gustavo Muniz Dias
Centro de Ciências Naturais e Humanas –
Universidade Federal do ABC.

RECIFE- PE / 2016

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicea Alves, CRB-4 / 1260

F383g Ferreira, Gledson Fabiano de Araújo.

Ecologia da ascídia colonial *Didemnum psammatodes* (Suiter, 1895)
(Tunicata: Ascidiacea) na região portuária de Suape, nordeste do Brasil.
Gledson Fabiano de Araújo Ferreira. - 2016.
112 folhas, Il., e Tabs.

Orientadora: Profa. Dr^a. Deusinete de Oliveira Tenório.
Coorientador: Prof^o. Dr. Gustavo Muniz Dias.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2016.
Inclui Referências.

1. Oceanografia. 2. Recrutamento. 3. Sucessão. 4. Predação.
5. Competição. 6. Didemnidae. 7. Bioincrustantes. I. Tenório, Deusinete de
Oliveira (Orientadora). II. Dias, Gustavo Muniz (Coordenador). III. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2016-288

GLEDSON FABIANO DE ARAÚJO FERREIRA

ECOLOGIA DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum psammatodes* (SLUITER, 1895) (TUNICATA: ASCIDIACEA) NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE, NORDESTE DO BRASIL.

Aprovado em 28 / 07 / 2016

Banca examinadora

Dr^a Deusinete de Oliveira Tenório, UFPE.

Dr^a Sigrid Newman Leitão, UFPE.

Dr^a Cristiane Maria Farrapeira, UFRPE.

Dr. Múcio Luiz Banja Fernandes, UPE.

Dr. Fernanda Maria Duarte do Amaral, UFRPE.

À minha amada família, meu
forte alicerce.

AGRADECIMENTOS

Um trabalho como este seria impossível de ser realizado sozinho, a caminhada é longa e sem a ajuda de colaboradores seria muito difícil ser realizado, por essa razão sou muito grato:

A Deus, por me dar força intelectual e física durante as etapas de produção deste trabalho.

Aos meus pais, José Augusto e Maria José, por todo esforço que fizeram para que eu pudesse ter uma educação de qualidade;

À minha amada esposa Maria Fernanda, por sempre ter me dado forças e incentivo durante a realização deste trabalho;

Ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia e seus professores, pela contribuição na minha formação durante o curso de Doutorado;

À Dr^a. Deusinete de Oliveira Tenório, por aceitar este desafio e seguir como minha orientadora, muito obrigado pela confiança, apoio e lições passadas em laboratório;

Ao Dr. Gustavo Muniz Dias da UFABC, por aceitar ser meu coorientador, pela acolhida em Santo André e pelas relevantes contribuições neste trabalho;

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pela bolsa concedida;

Ao Dr. Múcio Banja Fernandes, pelo suporte do flutuante para realização dos experimentos e pelo incentivo científico;

À minha fiel escudeira de campo, Radharane Recinos, por todo apoio nos trabalhos de campo, não mediu esforços para auxiliar nas amostragens;

Ao amigo Arthur Fagner, pelo auxílio nos trabalhos de campo, sempre disposto a participar das amostragens;

Aos colegas do laboratório de Mollusca, Jonata e Gutembergue, pela amizade e relevantes discussões abordando ciências;

Às amigas Amanda Yumi e Laisa Madureira, pela identificação da cianofíceia;

À amiga Raisa Arruda, pela identificação das Cracas;

Ao amigo Ricardo Paiva, pela ajuda da identificação dos crustáceos;

Ao amigo Leandro Vieira pela identificação do briozoário;

Aos queridos amigos do Museu de Oceanografia, Simone Lira, Gleice Santos, Flávio Almeida, Simone Jorge, Renata Campelo, pela excelente convivência e troca de experiências ao longo do curso;

À querida amiga Juliana Sul, pela parceria e convívio nos 4 anos no Novo Horizonte;

Aos queridos amigos que passaram uma Temporada no Ed. Novo Horizonte, Larissa e Lucas pela amizade e confiança;

À empresa TERMOPE, pela permissão na utilização de suas instalações para o desenvolvimento dos experimentos;

À competente secretária do PPGO, Myrna Lins, pelo pronto atendimento;

A disposição da banca examinadora, por suas relevantes contribuições para a melhoria da qualidade deste trabalho;

Enfim a todos que contribuíram de alguma forma o meu mais sincero obrigado.



Foto André Menezes

“Eu vi o mundo... ele começava no Recife”

Cícero Dias.

RESUMO

Dentre os diversos organismos com alto potencial invasor, as ascídias estão entre os mais prolíficos, pois apresentam características peculiares frente a outros organismos, tais como o fato de serem filtradoras suspensívoras, terem reprodução sexuada e assexuada, hábito incrustante, podendo aderir ao casco das embarcações ou serem transportadas na água de lastro das mesmas. Em especial, ascídias coloniais do gênero *Didemnum* são as que possuem maior potencial de invasibilidade, apresentando todas as características supracitadas. Dentre as espécies conhecidas, *Didemnum psammatores* (Sluiter, 1895) é uma espécie criptogênica no litoral brasileiro, sendo pouco seletiva quanto ao substrato em que se fixa e, por isso, apresenta grande potencial de invasão, tendo sido registrada em todos os oceanos tropicais. Neste contexto, o presente trabalho foi dividido em três capítulos que abordaram experimentalmente questões relacionadas ao recrutamento, sucessão, susceptibilidade à predação e efeito de *D. psammatores* sobre a comunidade incrustante. Todos os experimentos foram realizados na região portuária de Suape, no Município do Cabo de Santo Agostinho - PE. No primeiro capítulo, para descrever a variação temporal no recrutamento de *D. psammatores*, mensalmente, durante um ano, foram submersas dez placas de PVC, horizontalmente, a 1,5 metros de profundidade. Após 15 dias, as placas foram removidas e o número de recrutas por placa foi registrado. Para avaliar a importância da predação na sobrevivência de recrutas, metade das placas foram protegidas contra predadores através de gaiolas e a outra metade foi sujeita à predação, sem gaiolas de exclusão. A predação apresentou efeito sobre o recrutamento de *D. psammatores* em determinados meses, tendo demonstrado picos de recrutamento em fevereiro de 2014 (período mais seco) e reduzido a partir de março, terminando em junho de 2014. No segundo capítulo, foram utilizadas 24 placas de PVC sujeitas a três diferentes tratamentos: 8 protegidas contra predação por gaiolas fechadas, 8 com gaiolas abertas, permitindo o acesso de predadores e 8 sem gaiolas. Mensalmente, ao longo de um ano, as placas foram fotografadas para avaliação do efeito da predação sobre o processo de sucessão ecológica e a dominância de *D. psammatores*. Apesar de a predação ser descrita como um fator fundamental para controlar o crescimento de espécies não nativas, no presente estudo, não há

evidência de que predadores limitam a ocorrência ou a dominância de *D. psammatores*. Entretanto, esta variável esteve negativamente relacionada com o regime de chuvas na região. A alta dominância da ascídia *D. psammatores* e da cianofíceia *Trichodesmium erythraeum* (Ehrenberg, 1830) aparentemente inibiu o crescimento de outros organismos na comunidade, resultando sempre em uma baixa diversidade. Para testar essa hipótese, no terceiro capítulo, foi avaliada a influência de *D. psammatores* sobre a comunidade incrustante, através da remoção dessa ascídia. Neste experimento foram utilizadas dez placas das quais cinco foram manipuladas por seis meses. A cada 15 dias recrutas e colônias de *D. psammatores* foram removidas dessas placas, enquanto que as 5 restantes não foram manipuladas. A alta capacidade de *D. psammatores* de monopolizar recursos restringe a riqueza de espécies e, por isso, placas manipuladas foram mais ricas ao longo do estudo. A riqueza de espécies das placas controle só aumentaram após o desaparecimento das colônias de *D. psammatores* em consequência das chuvas. Portanto, foi possível inferir que a ascídia colonial *D. psammatores* é uma espécie que recruta durante o período do verão, tem potencial para reduzir a diversidade de comunidades incrustantes, sendo pouco suscetível à predação, pode ser limitada na competição com *T. erythraeum* e também controlada por eventos climáticos aparentemente associados à redução da salinidade.

Palavras-chave: Recrutamento, Sucessão, Predação, Competição, Didemnidae, Bioincrustantes, Bioinvasores, Brasil.

ABSTRACT

Among a variety of organisms with high invasive potential, ascidians are between the most prolific ones because they present particular characteristics when compared to other organisms, such as the fact of being suspensive filter feeders, have sexual and asexual reproduction, remain firmly attached to substratum, and that's how they can accrete to boat's hulls or be transported in the ballast water. In particular, colonial ascidians of *Didemnum* genus are ones with the highest potential of invasiveness, presenting all characteristics mentioned above. Between the known species, *Didemnum psammátodes* (Sluiter, 1895) is a cryptogenic one from the Brazilian coast, being little selective according to the substratum where they may fix, and that is why they have great potential of invasiveness and have been described in all tropical oceans. In this context, the present work was divided in three chapters which broach experimentally questions related to recruitment, susceptibility to predation and effect of *D. psammátodes* on fouling community. All experiments were accomplished at Suape harbour, in the city of Cabo de Santo Agostinho – PE. In first chapter, to describe a temporal variation in recruitment of *D. psammátodes*, ten PVC plates were immersed horizontally at 1.5 meters of depth, monthly along one year. After 15 days, the plates were removed and the number of individuals per plate was registered. To evaluate the importance of predation to the individual's survival, half of plates were protected against the predators by cages and the other half was left to predation, without the exclusion cages. Predation showed effect on recruitment of *D. psammátodes* in months with the highest recruitment, showing peaks of recruitment in February 2014 (driest period) and had been reduced since/ March, finishing in June 2014. In the second chapter, were used 24 plates of PVC with three different treatments: 8 protected against predation with closed cages, 8 with opened cages allowing the access of predators and 8 without cages. Monthly, along a year, were taken photos of plates to evaluation of predation effect on the process of ecological succession and dominance of *D. psammátodes*. Despite predation is described as a fundamental factor to control the growth of non-native species, in this study there's no evidence that predators limit occurrence and dominance of *D. psammátodes*. However, these variables were negatively

related to the rainfall pattern in the region. The high dominance of ascidian *D. psammátodes* and algae cyanoficea *Trichodesmium erythraeum* (Ehrenberg, 1830) apparently limited the growth of others community organisms, resulting always in a low diversity. To test this hypothesis, in the third chapter the influence of *D. psammátodes* on the encrusting community was evaluated through removal of ascidians *D. psammátodes*. In this experiment were used 10 plates of which 5 were manipulated for 6 months. Every 15 days individuals and colonies of *D. psammátodes* had been removed while the remaining plates were not manipulated. The high capacity of *D. psammátodes* of monopolizing resources restricts the species richness and that is why manipulated plates, even with removal of *D. psammátodes* were richer along the study. The control plates only increased the richness after the disappearance of *D. psammátodes* colonies in consequence of rainfalls. Therefore, is possible to say that colonial ascidian *D. psammátodes* is a recruit species during the summer months, has potential of reducing the diversity of encrusting communities being little susceptible to predation and they are controlled only for climatic events apparently associated to reduction of salinity.

Key words: Recruitment, Succession, Predation, Competition, Didemnidae, Biofouling, Bioinvasions, Brazil.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL.

- Figura 1. Superfície da colônia de *Didemnum psammatores*.....21
- Figura 2. Distribuição de *Didemnum psammatores* nos diferentes oceanos e possível local de origem (LO= local de origem)22

CAPITULO I. RECRUTAMENTO DA ASCIDIA COLONIAL *Didemnum psammatores* (SLUITER, 1985) (TUNICATA: ASCIDIACEA) E SUCEPTIBILIDADE A PREDÇÃO NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE, NORDESTE DO BRASIL.

- Figura 1. Região Portuária de Suape. Localização da área de instalação do flutuante com placas experimentais no canal de captação de água da usina termoeletrica.....39
- Figura 2. Estrutura experimental com placas instaladas no canal de captação de água na termoeletrica de Pernambuco, no porto de Suape. A- telas fechadas, B- placa com tela aberta, C- flutuante que sustenta as placas, D- placas submergidas presas nas estruturas40
- Figura 3. Número total de recrutas de organismos incrustantes ao longo de um ano de estudo no canal de captação de água da termoeletrica na região portuária de Suape.....44
- Figura 4. Número de recrutas de *Didemnum psammatores* durante um ano de estudo no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape.....45
- Figura 5. Fusão entre recrutas de *Didemnum psammatores* nas placas de recrutamento em mês de fevereiro de 2014 no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape.....46
- Figura 6. Percentual de cobertura dos recrutas da cianofíceia *Trichodesmium erythraeum* ao longo do tempo durante o experimento no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE.....47
- Figura 7. Número de recrutas de poliquetas Spirorbidae ao longo do tempo durante o experimento no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE.....48

CAPÍTULO II. ESTRUTURA DA COMUNIDADE INCRUSTANTE COM ÊNFASE NA POPULAÇÃO DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum*

***psammatodes* (CHORDATA:ASCIDIACEA) DA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE, NORDESTE DO BRASIL.**

Figura 1. Região portuária de Suape. Localização da área de instalação do flutuante com placas experimentais no canal de captação de água da usina termoelétrica..... 63

Figura 2. Estrutura experimental com placas instaladas no canal de captação de água da usina termoelétrica de Pernambuco, na região portuária de Suape-PE. A- Placas com telas fechadas, B- placa com tela aberta, C- flutuante que sustenta as placas, D- placas submergidas presas nas estruturas 64

Figura 3. Riqueza de espécies durante 180 dias nos 3 tratamentos (controle, aberto e fechado) no canal de captação de água da usina termoelétrica na região portuária de Suape-PE durante os períodos 1 e 2 68

Figura 4. Cobertura de *Didemnum psammatodes* nos três tratamentos (controle, aberto e fechado) no canal de captação de água da usina termoelétrica na região portuária de Suape-PE durante os períodos 1 e 2..... 71

Figura 5. Imagens dos 3 tratamentos no 5º mês do experimento mostrando a cobertura de *Didemnum psammatodes* e *Trichodesmium erythraeum*. A- Placa controle, B- Aberto, C- Fechado, D- Fotografia microscópica de *Trichodesmium erythraeum* (Dp- *Didemnum psammatodes*, Te- Colônias de *Trichodesmium erythraeum*) 73

Figura 6. Precipitação pluviométrica para a região de Suape para o período do experimento..... 75

Figura 7. Correlação entre a cobertura de *Didemnum psammatodes* e a pluviosidade do mês anterior nos dois períodos no canal de captação de água da usina termoelétrica na região portuária de Suape-PE..... 76

CAPÍTULO III. INFLUÊNCIA DA POPULAÇÃO DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum psammatodes* (SLUITER, 1985) (TUNICATA: ASCIDIACEA) SOBRE A COMUNIDADE INCRUSTANTE EM PLACAS EXPERIMENTAIS NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE, NORDESTE DO BRASIL

Figura 1. Região portuária de Suape. Localização da área de instalação do flutuante com placas experimentais no canal de captação de água da usina termoelétrica..... 90

Figura 2. Percentual de cobertura de <i>Didemnum psammatoedes</i> e pluviosidade no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape.....	92
Figura 3. Riqueza de espécies nos dois tratamentos (manipulado e controle) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE.....	93
Figura 4. Regressão entre a área ocupada por <i>Didemnum psammatoedes</i> e a riqueza de espécies após 120 dias no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE	94
Figura 5. Escalonamento multidimensional não métrico (nmds) representando amostras das placas controle e manipulada ao longo de 180 dias no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE	95
Figura 6. Cobertura dos organismos para os tratamentos de placas controle (A) e manipuladas (B) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE.....	97
Figura 7. Imagens da cobertura dos organismos em 120 dias de imersão para os tratamentos de placas controle (A e B, cobertas por <i>Didemnum psammatoedes</i>) e manipuladas (B e C) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape – PE.....	98

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I. RECRUTAMENTO DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum psammatores* (SLUITER, 1985) (TUNICATA: ASCIDIACEA) E SUCEPTIBILIDADE A PREDACÃO NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE - PE, NORDESTE DO BRASIL.

Tabela 1. Lista de táxons que recrutaram nos tratamentos de placas protegidas e expostas a predação, submersas no canal de captação de água da usina termoelétrica na região portuária de Suape-PE durante um ano de estudo.....	43
Tabela 2. Resultado da ANOVA (análise de variância) testando o efeito do tratamento e mês de amostragem sobre a cobertura total de recrutas ao longo do estudo no canal de captação de água da usina termoelétrica na região portuária de Suape.....	44
Tabela 3. Resultado da ANOVA (análise de variância) testando o efeito do tratamento e mês de amostragem sobre o número de recrutas de <i>Didemnum psammatores</i> ao longo do estudo no canal de captação de água da usina termoelétrica na região portuária de Suape-PE	45
Tabela 4. Análise da ANOVA (análise de variância) testando o efeito do tratamento e mês de amostragem sobre a cobertura de recrutas de <i>Trichodesmium erythraeum</i> ao longo do ano no canal de captação de água da usina termoelétrica na região portuária de Suape-PE.....	47
Tabela 5. Resultado da ANOVA (análise de variância) testando o efeito do tratamento e mês de amostragem sobre o número de recrutas de Spirorbidae ao longo do ano no canal de captação de água da usina termoelétrica na região portuária de Suape-PE.....	48
Tabela 6. Resultado da análise PERMANOVA aplicada à estrutura da comunidade para os tratamentos, meses e interação entre os fatores no canal de captação de água da usina termoelétrica na região portuária de Suape-PE	49

CAPÍTULO II. ESTRUTURA DA COMUNIDADE INCRUSTANTE COM ÊNFASE NA POPULAÇÃO DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum psammatores* (CHORDATA: ASCIDIACEA) DA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE, NORDESTE DO BRASIL.

Tabela 1. Resultado da ANOVA de medidas repetidas mostrando as diferenças na riqueza entre tratamentos (fechada, aberta e controle), tempo (1 a 6 meses)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

e períodos (1 e 2) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE	69
Tabela 2. Resultado da ANOVA de medidas repetidas mostrando as diferenças na cobertura de <i>Didemnum psammatores</i> entre os tratamentos (fechado, aberto e controle), tempo (180 dias) E períodos (1 e 2) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE durante os períodos 1 e 2	72
Tabela 3. Resultado da análise PERMANOVA aplicada à estrutura da comunidade para os tratamentos, períodos, meses e interação entre os fatores	74
Tabela 4. Espécies que contribuíram na composição da comunidade nos três tratamentos nos dois períodos (SIMPER)	74
Tabela 5. Análise de covariância entre os períodos, pluviosidade e período x pluviosidade no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE	76
CAPÍTULO III. INFLUÊNCIA DA POPULAÇÃO DA ASCÍDIA COLONIAL <i>Didemnum psammatores</i> (SLUITER, 1985) (TUNICATA: ASCIDIACEA) SOBRE A COMUNIDADE INCRUSTANTE EM PLACAS EXPERIMENTAIS NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE, NORDESTE DO BRASIL	
Tabela 1. Resultado da análise de variância de medidas repetidas (ANOVA) mostrando as diferenças na riqueza de espécies nos dois tratamentos (manipulado e controle) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE	94
Tabela 2. PERMANOVA mostrando as diferenças na comunidade ao longo do tempo e tratamentos no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape – PE	95

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	19
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
2	HIPÓTESES	32
3	OBJETIVOS	33
4	ESTRUTURA DA TESE	34
5	CAPITULO I	36
	RECRUTAMENTO DA ASCÍDIA COLONIAL <i>Didemnum psammato</i> (Sluiter, 1985) (TUNICATA: ASCIDIACEA) E SUCEPTIBILIDADE À PREDUÇÃO NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE, NORDESTE DO BRASIL	36
	5.1. INTRODUÇÃO	36
	5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
	5.2.1 Área de Estudo	38
	5.2.2 Análise Estatística	41
	5.3 RESULTADOS.....	42
	5.4 DISCUSSÃO	50
	REFERÊNCIAS:	53
6	CAPÍTULO II	59
	ESTRUTURA DA COMUNIDADE INCRUSTANTE COM ÊNFASE NA POPULAÇÃO DA ASCÍDIA COLONIAL <i>Didemnum psammato</i> (CHORDATA: ASCIDIACEA) NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE	59
	6.1. INTRODUÇÃO	59
	6.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	62
	6.2.1. Área de estudo	62
	6.2.2 Desenho experimental e protocolo de amostragem	63
	6.2.3. Análises estatísticas	65
	6.3. RESULTADOS.....	66

6.4. DISCUSSÃO	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	79
7 CAPÍTULO III.....	87
INFLUÊNCIA DA POPULAÇÃO DA ASCÍDIA COLONIAL <i>Didemnum psammatores</i> (Sluiter, 1985) (TUNICATA: ASCIDIACEA) SOBRE A COMUNIDADE INCRUSTANTE EM PLACAS EXPERIMENTAIS NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE.....	87
7.1. INTRODUÇÃO	87
7.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	89
7.2.1. Trabalho de campo.....	89
7.2.2. Análise Estatística	91
7.3. RESULTADOS.....	92
7.4. DISCUSSÃO	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105

1. INTRODUÇÃO GERAL

As ascídias são os representantes mais abundantes do Subfilo Urochordata (=Tunicata), apresentando aproximadamente 3.000 espécies conhecidas em todo mundo (SHENKAR e SWALLA, 2011). Os representantes deste grupo são animais exclusivamente marinhos e estão presentes desde regiões costeiras rasas (região entremarés) até grandes profundidades. Constituem um grupo de animais sésseis, incrustantes, essencialmente bentônicos e de hábito filtrador, alimentando-se do plâncton e de partículas orgânicas presentes na água (VAN NAME, 1945; MILLAR, 1971). Todas as ascídias são hermafroditas, mas muitas não podem fertilizar seus próprios ovos por serem protândricas ou protóginas, apresentando maturação gonadal em épocas distintas (LAMBERT, G. 2007). Elas podem se reproduzir basicamente de três formas: assexuadamente através de brotamento, que ocorre somente em algumas famílias; fissão de colônias, um processo registrado em algumas espécies e sexuadamente, como ocorre universalmente em todo o grupo (MILLAR, 1971). Essa gama de formas reprodutivas aliadas ao rápido crescimento e maturação sexual, confere ao táxon sucesso na proliferação, recrutamento e colonização, tornando-os membros dominantes na comunidade incrustante de ecossistemas onde são nativos, assim como quando introduzida em novos ambientes (MILLAR, 1971; GROSBERG, 1981; NANDAKUMAR et al., 1993; OSMAN e WHITLATCH, 1995; LAMBERT, 2002; LOTUFO, 2002; LAMBERT e LAMBERT, 2003; AGIUS, 2007). Em alguns locais, a rápida explosão populacional é conhecida por reduzir a riqueza das espécies bentônicas previamente estabelecidas e causar mudanças significativas na estrutura da comunidade (BAK et al, 1996; LAMBERT, G. 2007).

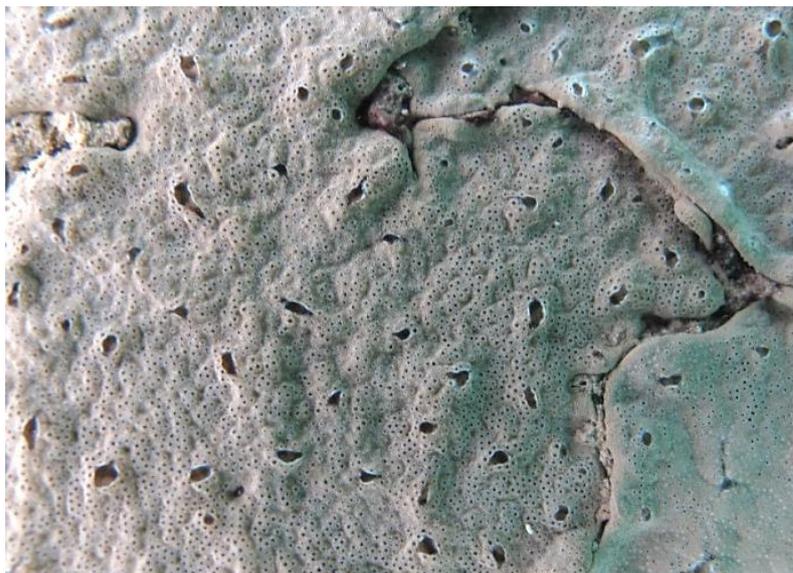
Dentre as ascídias, os representantes da família Didemnidae apresentam alto sucesso reprodutivo, com taxas prolíficas de replicação, resultando em crescimento colonial rápido, flexibilidade de formas coloniais e um hábito ovovivíparo (KOTT, 2001). A Família Didemnidae apresenta o maior número de espécies entre as famílias da Classe Ascidiacea, contando com aproximadamente 587 espécies descritas em todo mundo, distribuídas em águas tropicais e temperadas (KOTT, 2001; SHENKAR e SWALLA, 2011). As espécies desta família são todas coloniais, geralmente incrustantes e pouco espessas (LOTUFO, 2002). Apresentam alto grau

de integração e complexidade entre os zoóides de ascídias coloniais, zoóides de tamanho diminuto que variam entre 1 a 3 mm de comprimento, sendo uma das famílias de mais difícil taxonomia (LOTUFO, 2002). Dentre as diversas espécies conhecidas, duas podem ser destacadas por causar problemas em lugares onde não são nativas: *Didemnum vexillum* Kott, 2002 e *D. perlucidum* Monniot, 1983. A primeira é uma espécie invasora com vários registros em quase todo o mundo e a segunda tendo sido alvo de vários estudos sobre seu potencial de invasibilidade no Brasil e Austrália. Essas duas espécies são reconhecidamente invasoras, tornando-se um grande problema econômico e ecológico, interferindo no cultivo de organismos, impactando comunidades bentônicas. Esse impacto está normalmente associado ao rápido recobrimento do substrato, sufocando espécies já estabelecidas, ocasionando diminuição ou a homogeneização da biodiversidade (CARLTON e GELLER, 1993; COLES et al., 2002; COUTTS e FORREST, 2007; KREMER, 2008; CARLTON e ELDREDGE, 2009; ROCHA et al., 2009; SMALE e CHILDS, 2012; STEFANIAK et al., 2012).

Além da existência de didemnídeos reconhecidamente invasores, há também aqueles que não se pode determinar se são nativos ou exóticos, principalmente pela escassez de registros históricos, e que, por essa razão, recebem a classificação de espécies "criptogênicas" (CARLTON, 1996a; 1996b). Este autor menciona ainda que as espécies criptogênicas podem ser comuns e importantes para a previsão e compreensão dos impactos causados pelas invasões biológicas. Dentre as espécies criptogênicas de Didemnidae no litoral brasileiro, *Didemnum psammatoedes* (Sluiter, 1895) está entre as que possuem distribuição bastante ampla. A referida espécie foi originalmente descrita na ilha Thursday no estreito de Torres, em Queensland, na Austrália, em 1895 (SLUITER, 1895) (Fig. 2) e, desde então, recebeu uma extensa lista sinonímica até a nomenclatura atualmente conhecida (KOTT, 2001).

É uma espécie nativa do oceano Índico e muito comum no Indo-pacífico (CARLTON e ELDREDGE, 2009). É colonial, incrustante, de fácil reconhecimento, composta de uma túnica transparente, repleta de pelotas fecais que conferem à colônia uma coloração marrom (Fig.1). Para Kott (2001), a cor das pelotas podem mudar de acordo com o habitat, em ambientes recifais, elas são opacas e de cor creme, enquanto que nos lamacentos a coloração é marrom.

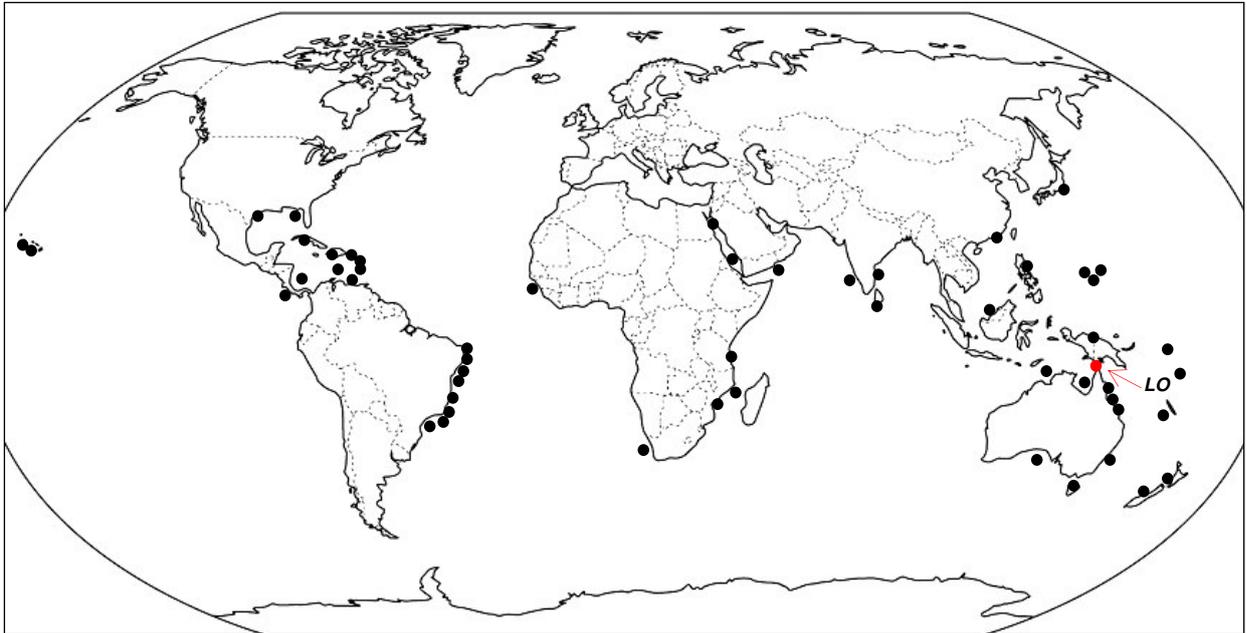
Figura 1 Superfície da colônia de *Didemnum psammatoedes* (escala 3cm).



Fonte: Gledson Ferreira

Atualmente há registro de sua ocorrência em praticamente todos os oceanos tropicais (Fig. 2) (MONNIOT e MONNIOT, 1994), distribuídas no **Oceano Atlântico**: Flórida (BINGHAM, 1992); Texas (LAMBERT et al., 2005); Porto Rico (VAN NAME, 1945); Cuba (ROCHA et al., 2012); Belize (ELLISON e FARNSWORTH, 1992; FARNSWORTH e ELLISON, 1996; ROCHA et al., 2005); Guadalupe (GOODBODY, 1984; ROCHA et al., 2005); Jamaica (GOODBODY, 2003; ROCHA et al., 2005; ROCHA et al, 2012); Panamá (ROCHA et al., 2005; ROCHA et al., 2012); St. Lucia, St. Vincent, Granada, Aruba, Curaçao, Brasil (ROCHA et al., 2005; ROCHA et al, 2012 GOODBODY, 1984); Serra Leoa (MONNIOT e MONNIOT, 1994; ROCHA et al, 2012); no **Oceano Índico**: Canal de Suez, Mar Vermelho, Moçambique (ELDREDGE, 1965); Índia (TAMILSELVI et al., 2011; ABDUL et al., 2016); Tanzânia (MONNIOT e MONNIOT, 1997); Sri Lanka (KOTT, 1981); Zanzibar, (ELDREDGE, 1965); no **Indo-Pacífico**: Malásia (ELDREDGE, 1965); Japão (KOTT, 2001); Nova Caledônia (MONNIOT F., 2007); Palau, Tonga (MONNIOT e MONNIOT, 2001); Papua Nova Guiné (RODRIGUES et al., 1998); Austrália (SLUITER, 1895; ELDREDGE, 1965; KOTT, 2001); Tasmânia (KOTT, 2007); Nova Zelândia (ELDREDGE, 1965; KOTT, 2001); no Oceano **Pacífico**: Ilha Mariana; Guam (LAMBERT, 2003; PAULAY et al., 2002; CARLTON e ELDREDGE, 2009); Fiji (KOTT, 1981); Hawaii (ELDREDGE, 1965; COLES et al., 2002; CARLTON e ELDREDGE, 2009); Filipinas (TOKIOKA, 1967); China (KOTT, 2001).

Figura 2. Distribuição de *Didemnum psammatoedes* nos diferentes oceanos e possível local de origem. LO= local de origem.



Fonte: Gledson Ferreira

No Brasil, foi observada pela primeira vez em 1993 por Rodrigues e Rocha (1993) no Canal de São Sebastião, litoral do Estado de São Paulo e, atualmente, podem ser encontrados registros de sua ocorrência ao longo da costa brasileira, desde o Estado do Ceará até o estado de São Paulo (RODRIGUES et al., 1998; LOTUFO, 2002; GAMA et al., 2006; TAKEARA et al., 2007; FARRAPEIRA et al., 2010; ROCHA et al., 2012; DIAS et al., 2013). Para o litoral brasileiro, tem sido considerada criptogênica, mas em outras partes do mundo considerada invasora (LAMBERT, G. 2002; FOFONOFF et al., 2003; CARLTON e ELDREDGE, 2009; TAMILSELVI et al., 2011; DIAS et al 2013; JAFFAR et al., 2016). Poucos são os estudos destinados ao conhecimento desta espécie, os já realizados estão relacionados ao conhecimento de suas propriedades químicas (TAKEARA et al., 2007), antimicrobianas (HUSSAIN e ANANTHAN, 2009) e antibacterianas (SANTHANA e MURUGAN, 2003), restando uma grande lacuna sobre sua ecologia.

Alguns estudos realizados sobre a ecologia de incrustantes marinhos observaram um crescimento constante de *D. psammatoedes* sobre comunidades incrustantes em diferentes regiões do Nordeste brasileiro sem, no entanto, determinar sua causa (GAMA et al., 2006; FERREIRA, 2009; FERNANDES et al., 2010; OLIVEIRA FILHO, 2010; FARRAPEIRA et al, 2011). Em áreas adjacentes ao

Porto de Suape foi detectada uma presença marcante de *D. psammátodes* colonizando a maioria das estruturas artificiais localizadas da região entremarés, como rochas de enrocamento, paredes de uma usina termoelétrica e placas para estudos de monitoramento ambiental, no entanto, não foram realizados estudos que pudessem elucidar o sucesso do táxon no ambiente (FERNANDES et al., 2010).

O conhecimento das tolerâncias ambientais, presença de possíveis predadores, estudos de competição e reprodução, podem ajudar a determinar respostas bem sucedidas para o conhecimento destes organismos, bem como determinar possíveis impactos sobre a biodiversidade (LAMBERT, G. 2007) e estratégias de manejo. Características ecológicas parecem discriminar com eficiência espécies invasoras; o perfil invasor de uma espécie consiste de uma combinação de características que permitam a uma espécie dispersar, estabelecer e preencher densamente um ecossistema (DEVIN e BEISEL, 2007). Faz-se necessário, portanto, conhecer quais fatores ecológicos são importantes no sucesso da colonização de *D. psammátodes* e a influência desses fatores na estruturação da comunidade incrustante. Desta forma, algumas questões importantes que podem explicar o sucesso desta espécie foram abordadas nessa Tese:

1- Existe recrutamento durante todo o ano? A predação exerce alguma influência sobre o recrutamento?

2- Existem organismos predadores (espécie chave) que possam fazer o controle biológico da população?

3- O táxon possui forte poder competitivo excluindo outros organismos ocasionando a diminuição de diversidade?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGIUS, B.P. Spatial and temporal effects of pre-seeding plates with invasive ascidians: Growth, recruitment and community composition. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 342, n. 1, p. 30 – 39, 2007.

BAK, R.P.M.; LAMBRECHTS, D.Y.M.; JOENJE, M.; NIENWLAND, G.; Van VEGHEL, M.L.J. Long-term changes on coral reefs in booming populations of a competitive colonial ascidian. **Marine ecology progress series**, Amelinghausen, v. 133, p. 303-306, 1996.

BINGHAM, B. L. Life histories in an epifaunal community: coupling of adult and larval processes. **Ecology**, Tempe, v. 73, n. 6, 22, 1992.

CARLTON, J. T. Biological invasion sand cryptogenic species. **Ecology**, Tempe, v. 77, n. 6, p. 1653-1655, 1996a.

CARLTON, J. T. Marine bioinvasions: the of marine ecosystems by nonindigenous species. **Oceanography**, v.9, n.1, 1996b.

CARLTON, J.T.; GELLER, J.B. Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. **Science**, Washington, v. 261, p. 78-82, 1993.

CARLTON, J. T.; ELDREDGE, L.G. The Introduced and Cryptogenic Marine and Estuarine Animals and Plants of the Hawaiian Archipelago. **Bishop museum bulletin in cultural and environmental studies 4**. Honolulu, 203p, 2009.

COLES, S. L.; DEFELICE, R. C.; ELDREDG, L. G. Nonindigenous marine species introductions at Waikīkī and Hawai'i Kai, O'ahu, Hawai'i. **Bishop museum Technical**

report, 25, p. 245, 2002. Acesso em: 25 Abr. 2016. Disponível em: <<http://hbs.bishopmuseum.org/pdf/waikiki.pdf>>

COUTTS, A. D. M.; FORREST, B. M. Development and application of tools for incursion response: lessons learned from the management of the fouling pest *Didemnum vexillum*. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 342, p. 154-162, 2007.

DEVIN, S.; BEISEL, J. N. Biological and ecological characteristics of invasive species: a gammarid study. **Biological Invasions**, New York, v. 9, n. 1, p. 13 – 24, 2007.

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**, London, v. 93, n. 1, 273–282, 2013.

ELDREDGE, L. G. The taxonomy of the Didemnidae (Asciacea) of the central Pacific, including Indo-Pacific records. **PhD these**, Zoology, University Hawaii, 1965.

ELLISON, A. M.; FARNSWORTH, E. J. The ecology of Belizean mangrove-root fouling communities: patterns of epibiont distribution and abundance, and effects on root growth. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 247, n. 1, p. 87-98, 1992.

FARNSWORTH, E. J.; ELLISSON, A. M. Scale-dependent spatial and temporal variability in biogeography of mangrove root epibiont communities. **Ecological Monographs**, v. 66, n. 1, p. 45-66, 1996.

FARRAPEIRA, C. M. R. Análise da biota portuária estuarina do nordeste brasileiro para detecção de espécies introduzidas. **Tese** (Doutorado em Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 209 p., 2011.

FARRAPEIRA, C. M. R.; FERREIRA, G. F. A.; TENÓRIO, D. O. Intra-regional transportation of a tugboat fouling community between the ports of Recife and Natal, northeast Brazil. **Brazilian journal of oceanography**, São Paulo, v. 58 (número especial IV SBO), p. 1-14, 2010.

FERNANDES, M. L. B.; SILVA, A. K. P.; FERREIRA, G. F. A.; NERY, P. P. C. F.; CHAVES, A. C.; MAGALHÃES, J. S.; CAMPOS, J. D. S.; OLIVEIRA, P. L.S. Estudo qualitativo de sucessão da fauna incrustante sobre recifes artificiais em área sob influência de usina termoeletrica em Pernambuco, Brasil. **Revista nordestina de zoologia**, Recife, v. 4, n. 1, p. 82-96 – 2009/2010.

FERREIRA, G. F. A. Comportamento invasor da ascídia colonial *Didemnum psammatoedes* (Sluiter, 1895) (Tunicata: Ascidiacea) em substratos artificiais na região portuária de SuapePE. **Resumos**, In: IX CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2009, São Lourenço-MG. p. 2, 2009.

FOFONOFF, P.W.; RUIZ, G.M.; STEVES, B.; CARLTON, J.T. **National exotic marine and estuarine species information system**, 2003. Disponível em: <<http://invasions.si.edu/nemesis/>> Acesso em: 04 Abr. 2013.

GAMA, P.B.; LEONEL, R. M. V.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; MOTHESS, B. Recruitment and colonization of colonial ascidians (Tunicata: Ascidiacea) on intertidal rocks in Northeastern Brazil. **Iheringia**, Série zoologia, Porto Alegre, v. 96,n. 1, p. 165-172, 2006.

GROSBERG, R.K. Competitive ability influences habitat choice in marine invertebrates. **Nature**, London, v. 290, p. 700-702, 1981.

GOODBODY, I. The ascidian fauna of two contrasting lagoons in the Netherlands Antilles: Piscadera Bai, Curacao, and the Lac of Bonaire. **Studies on the fauna of Curaçao and other Caribbean Islands**, V. 67, n. 202, p. 21-61, 1984.

GOODBODY, I. The ascidian fauna of Port Royal, Jamaica. I. Harbor and mangrove dwelling species. **Bulletin of marine science**, Miami, v. 73, p. 457-476, 2003.

HUSSAIN, S.M.; ANANTHAN, G. Antimicrobial activity of the crude extracts of compound ascidians, *Didemnum candidum* and *Didemnum psammathodes* (Tunicata: Didemnidae) from Mandapam (South East Coast of India). **Current research journal of biological sciences**, v. 1, n. 3, p. 168-171, 2009.

JAFFAR, H. A.; AKRAM, A. S.; ARSHAN, M. L. K.; SIVAKUMAR, V.; TAMILSELVI, M. Distribution and invasiveness of a colonial ascidian, *Didemnum psammathodes*, long the southern Indian coastal water. **Oceanologia**, v. 58, n. 3, p. 212 – 220, 2016.

KREMER, L. P. Potencial invasor de *Didemnum perlucidum* (Tunicata, Ascidiacea) em um ambiente de cultivo de mexilhões. **Dissertação**. Dep. de zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

KOTT, P. M. New and little-known species of Didemnidae (Ascidiacea, Tunicata) from Australia (part 4). **Journal of natural history**, v. 41, n. 17-20, p. 1163-1211, 2007.

KOTT, P. The ascidians of the reef flats of Fiji. **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales**, Sydney, v. 105, n.3, p. 147-212, 1981.

KOTT, P. M. The Australian Ascidiacea. Part 4: Aplousobranchia (3), Didemnidae. **Mem Queensland Mus.** v. 47, n. 1, p. 1 – 407, 2001.

LAMBERT, C. C.; LAMBERT, G. Persistence and differential distribution of nonindigenous ascidians in harbors of the Southern California Bight. **Marine ecology progress serie**. V. 259, p. 145 – 161, 2003.

LAMBERT, G. Marine biodiversity of Guam: the Ascidiacea. **Micronesica**, v. 35-36, p. 588–597, 2003.

LAMBERT, G. Nonindigenous ascidians in tropical waters. **Pacific science**, Honolulu, v. 56, n. 3, p. 291-298, 2002.

LAMBERT, G.; FAULKES, Z.; LAMBERT, C. C.; SCOFIELD, V. L. Ascidians fo South Padre Island, Texas, with a key to species. **Texas journal of science**. v. 57, p. 251-262, 2005.

LAMBERT, G. Invasive sea squirts a growing global problem. **Journal experimental marine biology and ecology**, Amelinghausen, v. 342, p. 3–4, 2007.

LOTUFO, T. M. C. Ascidiacea (Chordata: Tunicata) do litoral tropical brasileiro. **Tese**. (Doutorado em Zoologia) IB/USP. São Paulo, 183 p, 2002.

MILLAR, R. H. The biology of ascidians. **Advances in marine biology**. v. 09, p 1-100, 1971.

MONNIOT, C. & MONNIOT, F. Additions to the inventory of eastern tropical Atlantic ascidians; arrival of cosmopolitan species. **Bulletin du Muséum National D'Histoire Naturelle**, Paris, v. 54 n. 1, p. 71-93, 1994.

MONNIOT, F. Some comments on the ascidians of New Caledonia. In: PAYRI, C.R.; RICHER DE FORGES, B. (Eds.) **Compendium of marine species from New Caledonia**, Doc. Sci. Tech. 117, 2 ed. IRD Nouméa, p 349-356, 2007.

MONNIOT, F.; MONNIOT, C. Ascidians collected in Tanzania. **Journal of east African Natural History**. V. 86, p. 1-35, 1997.

MONNIOT, F.; MONNIOT, C. Ascidians from the tropical western Pacific. **Zoosystema**. V. 23, n. 2, p. 201-383, 2001.

NANDAKUMAR, K.; TANAKA, M.; KIKUCHI, T. Interspecific competition among fouling organisms in Tomioka Bay, Japan. **Marine ecology progress series**, Amelinghausen, v. 94, p. 43-50, 1993.

OLIVEIRA FILHO, R. R. Caracterização das ascídias em regiões portuárias do Ceará. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 111 p., 2010.

OSMAN, R.W.; WHITLACH, R.B. The influence of resident adults on recruitment: A comparison to settlement. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 190, n. 2, p. 169-198, 1995.

PAULAY, G.; KIRKENDALE, L.; LAMBERT, G.; MEYER, C. Anthropogenic Biotic Interchange in a Coral Reef Ecosystem: A Case Study from Guam. **Pacific science**, vol. 56, no. 4, p. 403–422, 2002.

ROCHA, R. M.; FARIA, S.B.; MORENO, T. R. Ascidians from Bocas del Toro, Panama. I. Biodiversity. **Caribbean journal of science**, V. 41, N. 3, p. 600-612, 2005.

ROCHA, R. M.; KREMER, L. P.; BAPTISTA, M. S.; METRI, R. Bivalve cultures provide habitat for exotic tunicates in southern Brazil. **Aquatic invasions**, Saint Petersburg, v. 4, n. 1, p. 195-205, 2009.

RODRIGUES, S. A.; ROCHA, R. M. Littoral compound ascidians (Tunicata) from São Sebastião, Estado de São Paulo, Brazil. **Proceedings of the biological Society of Washington**, Washington, v. 106, n. 4, p. 728-39, 1993.

RODRIGUES, S. A.; ROCHA, R. M.; LOTUFO, T. M. **Guia ilustrado para identificação de ascídias do estado de São Paulo**. São Paulo: IBUSP/FAPESP, 198p. 1998.

ROCHA, R. M.; ZANATA, T. B.; MORENO, T. R. Keys for the identification of families and genera of Atlantic shallow water ascidians. **Biota neotropica**, São Paulo, v.12 n.1, P 269-303, 2012.

SANTHANA, R. M.S.; MURUGAN, A. Chemical defenses in ascidians *Eudistome viride* and *Didemnum psammathodes* in Tuticorin, southeastcoast of India: Bacterial epibiosis and fouling deterrent activity. **Indian Journal of marine sciences**, v. 32, n. 4, p. 337-339, 2003.

SHENKAR, N.; SWALLA, B. J. Global diversity of Ascidiacea. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 6, n. 6, p. 1 - 12, 2011.

SLUITER, C. P. Tunicaten. pp 163-186. In: SEMON, R. **Zoologische Forcchungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel**. Denkschriften der Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena 8. Nachtrag zu den Tunicaten: 325-326, 1895.

SMALE, D. A.; CHILDS, S. The occurrence of a widespread marine invader, *Didemnum perlucidum* (Tunicata, Ascidiacea) in Western Australia. **Biological invasions**, New York, V.14, p. 1325 – 1330, 2012.

STEFANIAK, F.; ZHANG, H.; GITTEBERGER, A.; SMITH, K.; HOLSINGER, K.; LIN, S.; WHITLATCH, R. B. Determining the native region of the putatively invasive ascidian *Didemnum vexillum* Kott, 2002. **Journal of experimental marine and ecology**, Amsterdam, v. 422–423, p. 64–71, 2012.

TAKEARA, R.; LOPES, J.L.C.; LOPES, N.P.; JIMENEZ, P.C.; COSTA-LOTUFO, L.V.; LOTUFO, T.M.C. Constituintes químicos da ascídia *Didemnum psammatoedes* (Sluiter, 1895) coletada na costa cearense. **Química nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1179-1181, 2007.

TAMILSELVI, M.; SIVAKUMAR, V.; ALI, H. A. J.; THILAGA, R.D. Distribution of Alien Tunicates (Ascidians) in Tuticorin Coast, India. **World journal of zoology**. v. 6, n. 2, p. 164-172, 2011.

TOKIOKA, T. Pacific Tunicata of the United States National Museum. **Bulletin United States National Museum** v. 251, p. 1-142, 1967.

VAN NAME, W. G. The North and South American ascidians. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 84, n.1 - 476, 1945.

2. HIPÓTESES:

- *Didemnum psammatoedes* recruta ao longo do ano, fator importante para o estabelecimento do organismo;
- *D. psammatoedes* compete com espécies nativas diminuindo a diversidade local;
- Não ocorre predação às colônias ou, se existe, há predadores insuficientes para conter a população;
- *D. psammatoedes* pode influenciar e monopolizar a composição da comunidade incrustante.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

- Estudar a ecologia da ascídia colonial *Didemnum psammatores* em placas experimentais em um canal de captação de água do litoral pernambucano;

3.2. Objetivos específicos

- Descrever os padrões de recrutamento da ascídia colonial *D. psammatores* ao longo do ano e avaliar se a predação pode exercer o controle no recrutamento de *D. psammatores* na comunidade incrustante;
- Conhecer o fator regulador de *D. psammatores* na comunidade incrustante nos processos de recrutamento, sucessão ecológica e predação;
- Contribuir para o conhecimento sobre o impacto de *D. psammatores* sobre a diversidade de organismos incrustantes;

4. ESTRUTURA DA TESE

De acordo com os objetivos e os resultados obtidos ao longo da realização do presente estudo, esta tese foi dividida em três capítulos. Cada capítulo se refere a um artigo científico e seguiram a normatização da ABNT. Os resultados de cada capítulo serão enviados a revistas para posterior publicação.

CAPÍTULO I

RECRUTAMENTO DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum psammatores* (SLUITER, 1985) (TUNICATA: ASCIDIACEA) E SUCEPTIBILIDADE À PREDACÃO NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE, NORDESTE DO BRASIL.

5. CAPÍTULO I

RECRUTAMENTO DA ASCIDIA COLONIAL *Didemnum psammatores* (SLUITER, 1985) (TUNICATA: ASCIDIACEA) E SUCEPTIBILIDADE À PREDACÃO NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE - PE, NORDESTE DO BRASIL.

5.1. INTRODUÇÃO

O crescente registro de espécies não nativas em ecossistemas marinhos costeiros tem sido um dos maiores problemas ambientais enfrentados nos últimos anos (LAMBERT, 2007). Tais espécies podem alterar o caminho evolutivo de espécies nativas por exclusão competitiva, deslocamento de nicho, hibridação, predação e a extinção (MOONEY e CLELAND, 2001).

As ascídias estão entre os organismos com elevado potencial invasor em todo o mundo (LAMBERT, 2002; LAMBERT, 2007; RAMSAY et al., 2008). São animais que apresentam uma larva lecitotrófica de baixa mobilidade e pouco tempo de duração no plâncton (MILLAR, 1971). Pertencem a um grupo de organismos bentônicos sésseis, filtradores, com taxas relativamente altas de fecundidade, principalmente, por serem organismos hermafroditas protogínicos ou protândricos, atingirem rápida maturidade sexual, com eficientes estratégias reprodutivas sexuadas e assexuadas (fusão, fissão e brotamento) (LAMBERT, 2005; LAMBERT, 2007). Podem ser facilmente transportadas aderidas ao casco das embarcações, assim como em seu interior na água de lastro, ou ainda junto com animais cultiváveis na aquicultura (MINCHIN et al., 2009). Por serem considerados animais com forte poder competitivo, dominantes na região entre marés, as ascídias têm sido utilizadas como modelos para estudo do sucesso de espécies não nativas nos habitats em que se estabelecem (ZHAN et al., 2015).

Diversas espécies de ascídias apresentam ocorrências em eventos de bioinvasão, porém, existe uma grande preocupação com o potencial invasor apresentado por espécies do gênero *Didemnum*. Estas apresentam características ecológicas comuns a outros organismos marinhos invasores, tais como a capacidade de recobrir outras espécies, altas taxas reprodutivas e de crescimento, capacidade de se espalhar por fragmentação, tolerância a uma vasta gama de

condições ambientais, aparente falta de predadores e a capacidade de sobreviver nos habitats dominados por humanos (LODGE, 1993; OREN e BENAYAHU, 1998).

Dentre as espécies do gênero *Didemnum* conhecidas em todo mundo *D. vexillum* Kott, 2002 tem demonstrado um alto potencial invasor em regiões temperadas, tendo se distribuído por quase todos os oceanos e trazido sérios danos econômicos e ambientais (LAMBERT, 2009). Por sua ampla distribuição, esta espécie tem sido usada como modelo por pesquisadores para entender a biologia de organismos não nativos com o intuito de traçar planos de monitoramento, controle e erradicação em áreas contaminadas (BULLARD et al., 2007; SEPHTON et al., 2011; FLETCHER et al., 2013; FORREST et al., 2013; MUÑOZ et al., 2015). Uma das principais estratégias para o entendimento sobre sucesso de ascídias não nativas tem sido conhecer as estratégias reprodutivas para cada espécie, principalmente, sobre o período de recrutamento, formas de dispersão e sobrevivência, uma vez que são afetadas por fatores biológicos e ambientais (MUÑOZ et al., 2015).

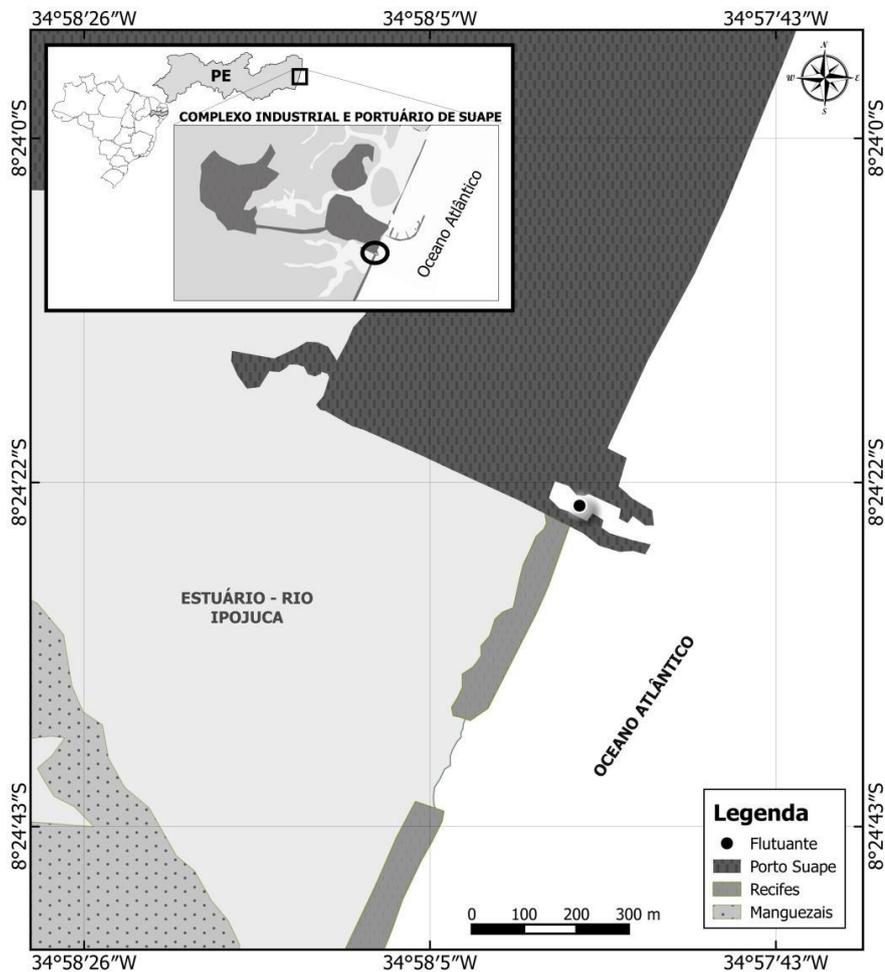
No Brasil, a ascídia criptogênica *Didemnum psammatoedes* (Sluiter, 1985) é um exemplo de um organismo com a biologia ainda pouco conhecida. Foi identificada pela primeira vez no litoral brasileiro por Rodrigues e Rocha (1993), podendo ser atualmente encontrada ao longo de toda a costa tropical brasileira, ocorrendo em praticamente todos os tipos de substrato, ocupando preferencialmente a região entre-marés e distribuída nas regiões tropical e subtropical dos oceanos (LOTUFO, 2002; DIAS et al., 2013). Espécies criptogênicas como *D. psammatoedes* são candidatas razoáveis para se tornarem invasoras (ORENSANZ et al., 2002). Recentemente, *D. psammatoedes* tem sido observada como organismo dominante nas comunidades nas quais se estabelece (OLIVEIRA FILHO 2010; FARRAPEIRA, 2011), mas os mecanismos de seu sucesso são ainda desconhecidos. Portanto, o presente trabalho teve por objetivo descrever os padrões de recrutamento da ascídia colonial *D. psammatoedes* ao longo do ano e avaliar se a predação pode exercer o controle no recrutamento de *D. psammatoedes* na comunidade incrustante.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Área de Estudo

O presente trabalho foi realizado na região Portuária de Suape, localizada na cidade do Cabo de Santo Agostinho, litoral Sul do Estado de Pernambuco, distante cerca de 40 km da Cidade do Recife (Fig.1). O experimento foi montado dentro do canal de captação de água da termoelétrica de Pernambuco, onde foi possível instalar o flutuante para desenvolvimento da pesquisa. O local do experimento está localizado próximo da foz do Rio Ipojuca, que ode exercer forte influência na região estudada, devido ao carreamento de grande quantidade de matéria orgânica e água doce transportados, principalmente no período chuvoso, que pode alterar momentaneamente as características das águas assim como a produção fitoplanctônica do local (KOENING et al., 2002).

Figura 1. Região Portuária de Suape. Localização da área de instalação do flutuante com placas experimentais no canal de captação de água da usina termoelétrica.



Fonte: Gledson Ferreira

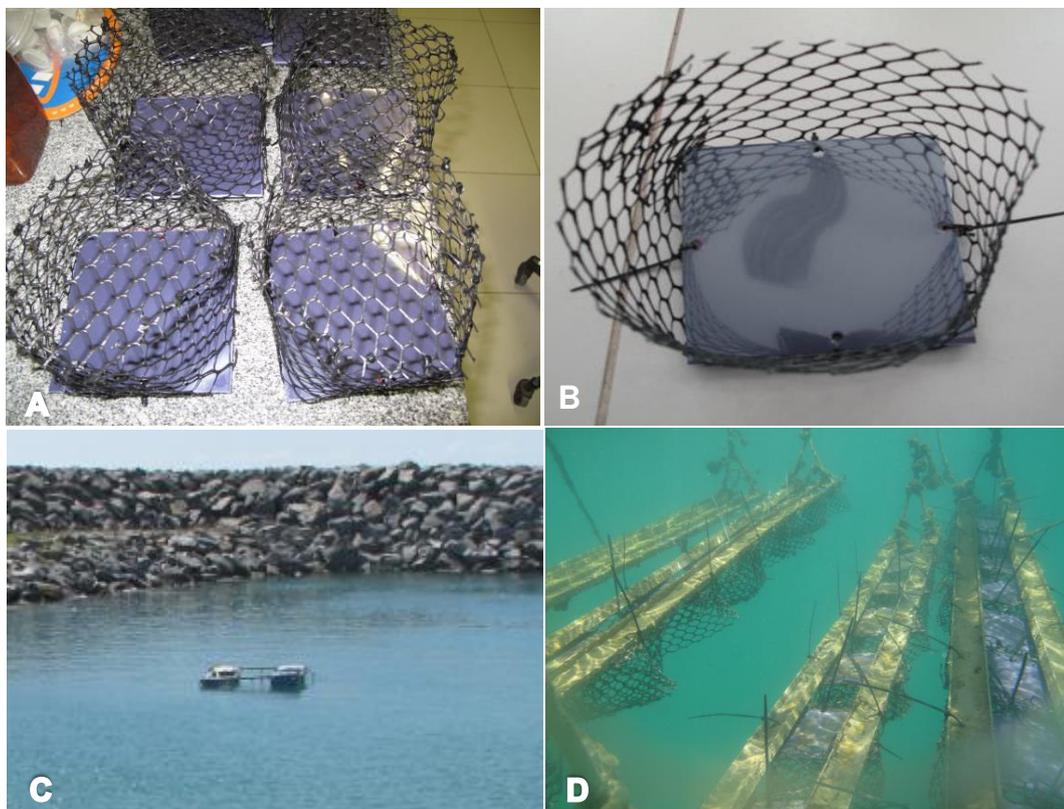
Para avaliar a influência da predação sobre o recrutamento de *D. psammatores* e de outros grupos de organismos incrustantes foi montando um experimento onde 10 placas de PVC (12 x 12 cm) foram instaladas em um flutuante localizado dentro de um canal de captação de água de uma usina termoelétrica, a 1,5 m de profundidade, na posição horizontal (Fig. 1 e 2). Cinco placas foram totalmente protegidas contra predadores por gaiolas de PVC, enquanto que as 5 restantes, foram parcialmente protegidas para permitir o acesso dos predadores e ainda controlar tal artefato (telas) na circulação da água. Após 15 dias de submersão, as placas foram removidas, as faces inferiores foram fotografadas, as espécies conhecidas identificadas e aquelas de difícil identificação foram coletadas e identificadas em laboratório. Este experimento foi realizado durante o período de

julho de 2013 a junho de 2014, mensalmente, novas placas foram instaladas e analisadas, para se descrever a variação temporal do recrutamento.

O recrutamento dos organismos mais abundantes foram estimados a partir do número de recrutas para cada táxon. Como algumas espécies não puderam ser contadas individualmente, devido ao tipo de crescimento, o recrutamento total de táxons e o das cianofíceas foram estimados a partir do percentual de cobertura de cada espécie. Para isso as imagens foram analisadas utilizando o Software CPCe 4.1 "*Coral Point Count Extension for Excel*" (KOHLENER e GILL, 2006). A partir de 100 pontos aleatórios alocados em cada foto analisada, foi registrado o percentual de cobertura de todas as espécies.

Para os períodos estudados foram analisados os regimes de chuvas da região com dados da Agência pernambucana de águas e clima (<http://www.apac.pe.gov.br/>) tomando como posto de observação à barragem do Porto de Suape.

Figura 2. Estrutura experimental com placas instaladas no canal de captação de água na termoelétrica de Pernambuco, no porto de Suape. A- telas fechadas, B- placa com tela aberta, C- flutuante que sustenta as placas, D- placas submergidas presas nas estruturas.



Fonte: Gledson Ferreira

5.2.2 Análise Estatística

Para avaliar como o recrutamento total e dos organismos mais abundantes pode ser afetado pela predação, foi utilizada uma ANOVA com 2 fatores (tratamento e mês) para cada organismo no software Systat 12.0.

Para avaliar como a predação age sobre a estrutura inicial de recrus foi montada uma matriz de similaridade entre amostras utilizando distância de Bray-Curtis e realizado um teste de Análise de variância permutacional (PERMANOVA) com 999 permutações, usando o tratamento (fechado ou aberto) e mês como variáveis preditoras, utilizando o software PRIMER 6 & PERMANOVA+.

5.3 RESULTADOS

A comunidade incrustante que recrutou nas placas durante todo o experimento foi composta pelas ascídias *Didemnum psammatores* (Sluiter, 1885), *D. perlucidum* Monniot, 1983, *Symplegma brakenhielmi* (Michaelsen, 1904), *S. rubra* Monniot C., 1972, uma espécie de briozoário incrustante não identificada, o briozoário arborescente *Savignella lafontii* (Audouin, 1826), uma espécie de craca não identificada, poliquetas Spirorbidae e a cianobactéria *Trichodesmium erythraeum* (Ehrenberg, 1830). Dentre táxons que recrutaram nas placas, aqueles que apresentaram maior dominância durante o experimento foram a ascídia colonial *D. psammatores*, poliquetos Spirorbidae e a cianobactéria *T. erythraeum*. Os táxons que recrutaram com maior frequência nas duas placas foram as ascídias coloniais *D. perlucidum* e *D. psammatores*, além da cianobactéria *T. erythraeum* (Tab.1).

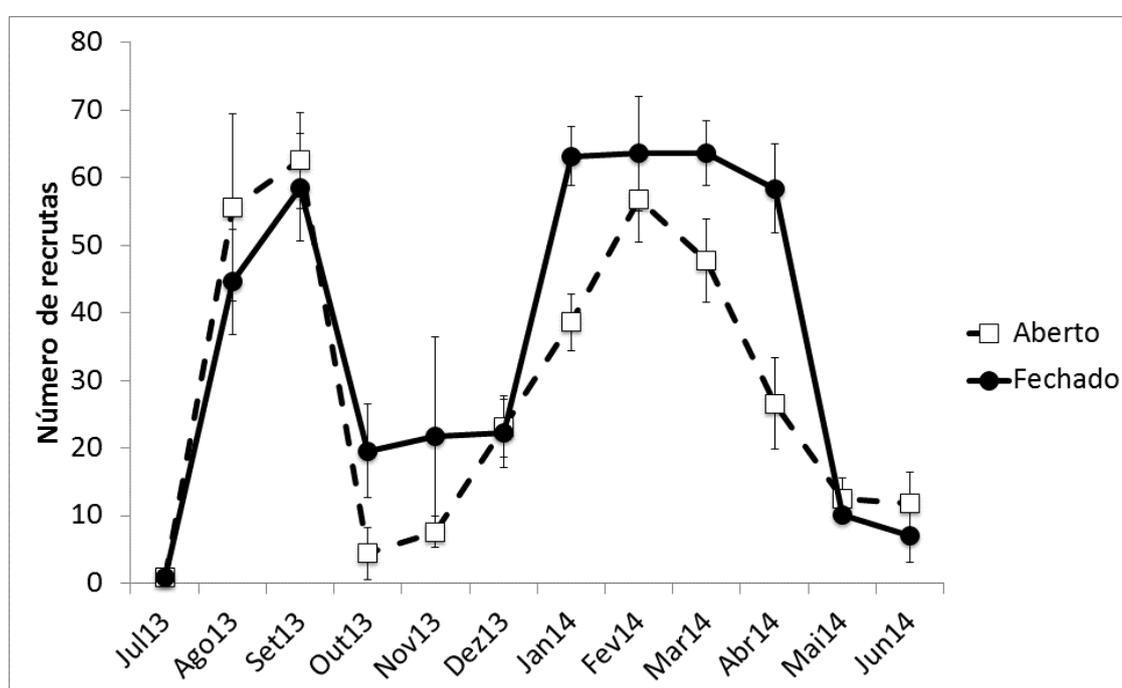
Tabela 1. Lista de táxons que recrutaram nos tratamentos de placas protegidas e expostas a predação, submersas no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portaria de Suape-Pe durante um ano de estudo.

PLACAS FECHADAS TÁXONS	MESES											
	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13	dez/13	jan/14	fev/14	mar/14	abr/14	mai/14	jun/14
<i>Didemnum perlucidum</i>					●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Didemnum psammatodes</i>					●	●		●	●	●	●	
<i>Symplegma brakenhielmi</i>												
<i>Symplegma rubra</i>								●	●			
Briozo incrustante							●	●	●	●	●	
<i>Savignyella lafontii</i>								●	●			
Craca						●	●	●	●		●	●
Spirorbidae			●	●	●	●						
<i>Trichodesmium erythraeum</i>				●	●	●	●	●	●	●	●	●
<hr/>												
PLACAS ABERTAS												
<i>Didemnum perlucidum</i>					●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Didemnum psammatodes</i>					●	●			●	●	●	
<i>Symplegma brakenhielmi</i>									●			
<i>Symplegma rubra</i>									●			
Briozo incrustante						●	●	●				
<i>Savignyella lafontii</i>								●	●			
Craca						●	●	●	●		●	●
Spirorbidae							●			●	●	
<i>Trichodesmium erythraeum</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Fonte: Gledson Ferreira

O número total de recrutas variou ao longo do ano, tendo dois períodos de maior cobertura que foram entre os meses de julho e setembro de 2013, e entre janeiro e abril de 2014, acompanhados de dois períodos de menor recrutamento que foram entre outubro e dezembro de 2013 e entre maio e junho de 2014 (Fig.3). A predação não afetou a cobertura total de recrutas, tendo diferido apenas entre os meses analisados (Tab.2).

Figura 3. Número total de recrutas de organismos incrustantes ao longo de um ano de estudo no canal de captação de água da termoeletrica na região portuária de Suape.



Fonte: Gledson Ferreira

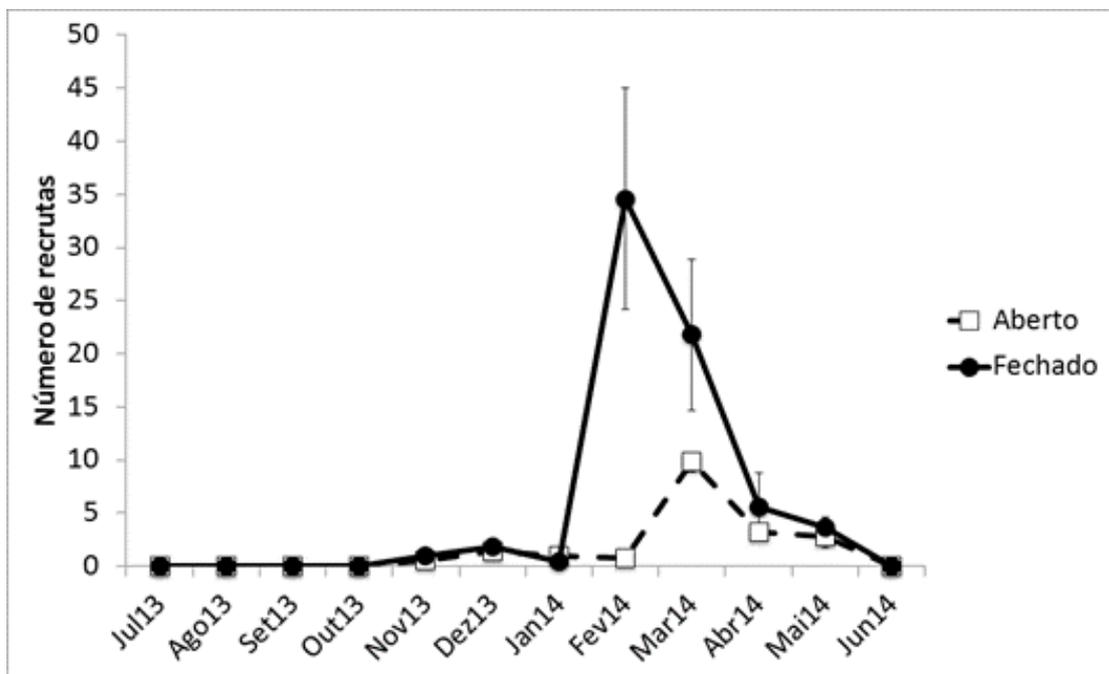
Tabela 2. Resultado da ANOVA (análise de variância) testando o efeito do tratamento e mês de amostragem sobre a cobertura total de recrutas ao longo do estudo no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape. GL=Grau de liberdade, QM=Quadrado médio, F=Valor de F, P =Valor de P.

Fonte	GL	QM	F	P
Tratamento	1	1,868	1,651	0,20
Mês	5	13,676	12,086	< 0,01
Tratamento x Mês	5	1,737	1,535	0,18
Erro	108	1,132		

Fonte: Gledson Ferreira

A predação afetou o recrutamento de *D. psammátodes*. Placas expostas à predação apresentaram um menor número de recrutas quando comparada às placas protegidas contra predadores (Fig.4), entretanto essa diferença só foi observada para o mês de fevereiro, resultando na interação Tratamento x Mês. O recrutamento de *D. psammátodes* ocorreu durante 7 meses, tendo iniciado em novembro de 2013 até maio de 2014, intensificando-se em fevereiro de 2014 (Fig.4, Tab.3).

Figura 4. Número de recrutas de *D. psammátodes* durante um ano de estudo no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape



Fonte: Gledson Ferreira

Tabela 3. Resultado da ANOVA (análise de variância) testando o efeito do tratamento e mês de amostragem sobre o número de recrutas de *D. psammátodes* ao longo do estudo no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape. GL=Grau de liberdade, QM=Quadrado médio, F=Valor de F, P =Valor de P.

Fonte	GL	QM	F	P
Mês	11	394,02	10,857	0,001
Tratamento	1	504,30	13,896	0,001
Tratamento x Mês	11	248,14	6,837	0,001
Erro	96	36,29		

Fonte: Gledson Ferreira

Analisando as imagens de recrutamento de *D. psammátodes* foi possível observar que alguns recrutas assentaram formando agregados na mesma placa e, nestes agregados, realizaram fusão de suas colônias, aumentando a área de cobertura nas placas (Fig. 5).

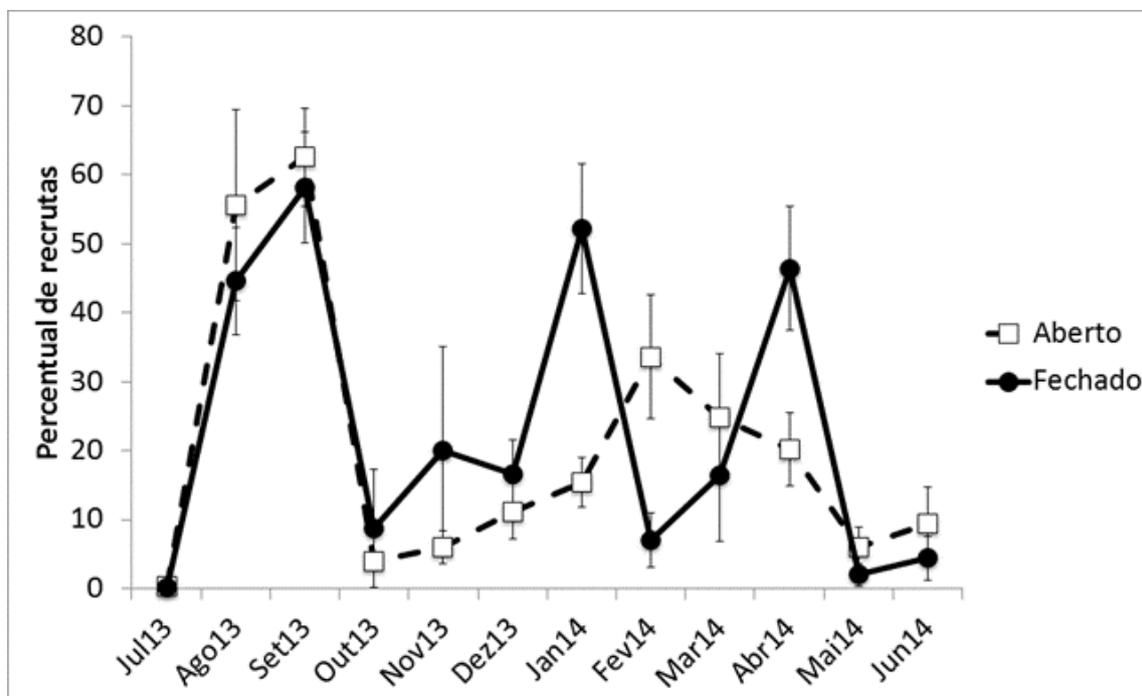
Figura 5. Fusão entre recrutas de *D. psammátodes* nas placas de recrutamento em mês de fevereiro de 2014 no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape.



Fonte: Gledson Ferreira

O percentual de cobertura de recrutas da cianofíceia *Trichodesmium erythraeum* variou ao longo tempo, com picos nos meses de setembro de 2013, janeiro e abril de 2014, porém não diferiu entre tratamentos (Fig.6, Tab.4).

Figura 6. Percentual de cobertura dos recrutas da cianofíceia *T. erythraeum* ao longo do tempo durante o experimento no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE.



Fonte: Gledson Ferreira

Tabela 4. Análise da ANOVA (análise de variância) testando o efeito do tratamento e mês de amostragem sobre a cobertura de recrutas de *T. erythraeum* ao longo do ano no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE. GL=Grau de liberdade, QM=Quadrado médio, F=Valor de F, P =Valor de P.

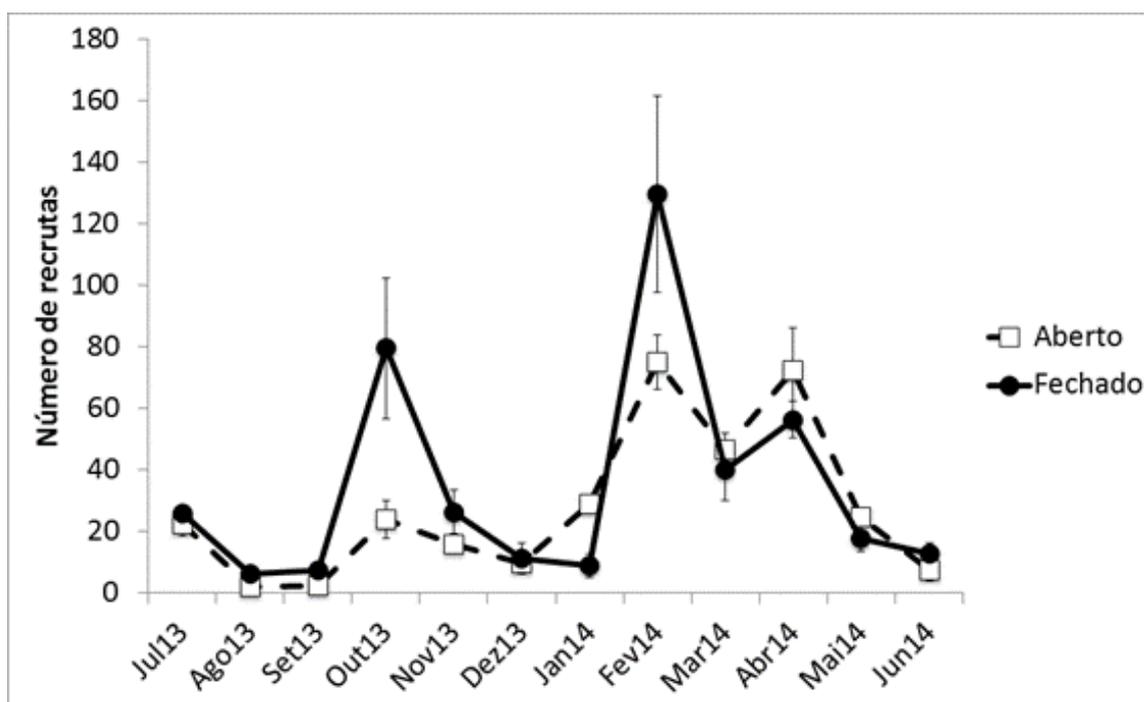
Fonte	GL	QM	F	P
Tratamento	1	158,7	0,339	0,56
Mês	5	3,449,5	7,359	0,01
Tratamento x Mês	5	962,8	2,054	0,08
Erro	108	468,7		

Fonte: Gledson Ferreira

Os poliquetas Spirorbidae recrutaram praticamente durante todo período do experimento, com maior ocorrência para o mês de fevereiro de 2013, assim como entre os meses de outubro de 2013 e abril de 2014, havendo efeito da predação

apenas nos meses de maior recrutamento (outubro de 2013 e fevereiro de 2014) (Fig.7; Tab.5).

Figura 7. Número de recrutas de poliquetas Spirorbidae ao longo do tempo durante o experimento no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE.



Fonte: Gledson Ferreira

Tabela 5. Resultado da ANOVA (análise de variância) testando o efeito do tratamento e mês de amostragem sobre o número de recrutas de Spirorbidae ao longo do ano no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE. GL=Grau de liberdade, QM=Quadrado médio, F=Valor de F, P =Valor de P.

Fonte	GL	QM	F	P
Mês	11	10,37	15,054	0,001
Tratamento	1	0,574	0,834	0,364
Tratamento x Mês	11	1,498	2,174	0,022
Erro	96	0,689		

Fonte: Gledson Ferreira

A estrutura da comunidade de recrutas não variou entre os tratamentos, variando apenas ao longo do tempo (entre os meses) (Tab. 6). Essa diferença se

deve principalmente às diferenças na abundância de *D. psammatoles* ao longo do tempo.

Tabela 6. Resultado da análise PERMANOVA aplicada à estrutura da comunidade para os tratamentos, meses e interação entre os fatores no canal de captação de água da usina termoeleétrica na região portuária de Suape-PE.

GL=Grau de liberdade, SQ= Soma dos quadrados, QM=Quadrado médio, Pseudo-F= Valor de F por permutação, P(perm)= Valor de P por permutação.

Fonte	GL	SQ	QM	Pseudo-F	P(perm)
Tratamento	1	1908,2	1908,2	17,415	0,150
Mês	11	97469	8860,8	80,867	0,001
Tratamento x Mês	11	12616	1146,9	10,467	0,412
Residual	89	97519	1095,7		

Fonte: Gledson Ferreira

5.4 DISCUSSÃO

O recrutamento de *D. psammátodes* ocorre apenas nos meses que correspondem ao período de verão (tempo seco) na região Nordeste do Brasil. Este padrão de recrutamento parece ser comum para outras ascídias da Família Didemnidae, tais como *Didemnum vexillum*, *D. perlucidum* e *D. rodriguesi* Rocha & Monniot F., 1993, onde águas mais quentes do verão estiveram associadas com altas taxas reprodutivas (KREMER et al., 2009; RITZMANN et al., 2009; FLETCHER et al., 2013; MUÑOZ et al., 2015). A temperatura é um dos mais importantes fatores físicos que controlam o ciclo de vida dos organismos marinhos (BHAUD et al., 1995) e está diretamente correlacionada com outros processos oceânicos, como o aumento da disponibilidade de recursos no plâncton. Apesar da região Nordeste do Brasil apresentar menor variação da temperatura ao longo do ano do que as regiões subtropicais do litoral brasileiro, diferente do que foi observado por Kremer et al. (2009) para *D. perlucidum* no Paraná, *D. psammátodes* não recrutou durante o período de inverno (tempo chuvoso), sugerindo que a grande dominância dessa espécie deve estar associada à capacidade da mesma em crescer assexuadamente e sobreviver ao longo de um ano.

Gama et al. (2006) estudando o recrutamento e colonização de ascídias em rochas da região entre-marés na praia de Cabo Branco no Estado da Paraíba, observaram *D. psammátodes* recrutando durante praticamente todo o ano, relacionando aos meses de maior mortalidade de recrutas ao período chuvoso. Provavelmente a diminuição do recrutamento de *D. psammátodes* no inverno observado em Suape, esteve relacionada às altas taxas de precipitação pluviométrica ocorridas na região, que apresentou uma média de 320.57mm de chuvas (APAC, 2016). Estas chuvas transportam um grande volume de sedimento e água doce para o estuário do rio Ipojuca, reduzindo a salinidade que durante a baixa mar apresenta média de 23 (LINS et al., 2003). Estes níveis de salinidade são pouco toleráveis para ascídias (MILLAR, 1971).

Os recrutas de *D. psammátodes* mostraram ser suscetíveis à predação, durante o período de maior recrutamento. A ascídia *D. psammátodes* parece não ter algum tipo de estratégia de defesa contra predadores, diferente do que ocorre em outros representantes da Família Didemnidae (STOECKER, 1980; PISUT e PAWLIK, 2002). Sua túnica não possui propriedades ácidas como em outras

ascídias (PARRY, 1984), assim como possui pouca quantidade de espículas diluídas ou ausentes em alguns espécimes (KOTT, 2001).

Uma estratégia observada por recrutas de *D. psammátodes* para ocupação do substrato foi a fusão de colônias de recrutas, que assentaram de forma agregada na mesma placa do experimento. Esta característica também foi visualizada por Ritzmann et al., (2009) para *D. rodriguési*, afirmando que fusões de colônias de *D. rodriguési* foram constantes ao longo do ano, resultando em mudanças rápidas no tamanho da colônia. A fusão de ascídias coloniais pode ocorrer sob dois tipos: podem fundir colônias de mesma constituição gênica por um processo chamado fusão isogênicas, ou pode ocorrer com colônias de constituição gênica diferentes, formando quimeras (fusão alogênica) (RINKEVICH e FIDLER, 2014). O estudo da fusão de colônias foi testado em laboratório pelos autores acima citados, para a ascídia invasora *D. vexillum*, ao verificarem que diferentes genótipos desta ascídia, podiam fundir e formar quimeras estáveis, explicando seu rápido padrão de crescimento nos substratos disponíveis. Ritzmann et al. (2009) mencionam que a fusão de colônias pode reduzir a probabilidade de predação, uma vez que colônias maiores podem escapar da predação se apenas parte da colônia é removida pelo predador. Faz-se necessário, portanto, realizar estudos para entender o processo de fusão para as colônias de *D. psammátodes*.

Foi observado que o recrutamento de *D. psammátodes* pode ter sido influenciado pelo recrutamento da cianofíceia *Trichodesmium erythraeum*. Nos meses de julho a outubro de 2013, assim como janeiro de 2014, ocorreu uma predominância da cobertura de recrutas da cianofíceia que, possivelmente, inibiu o recrutamento da ascídia. No mês de fevereiro de 2014, houve inversão desse recrutamento, ou seja, quando a cobertura da cianofíceia foi menor, houve um aumento do assentamento dos recrutas de *D. psammátodes*.

A cianofíceia (cianobactéria) *T. erythraeum* é conhecida por ser um importante organismo fixador de carbono e nitrogênio em águas marinhas oligotróficas, principalmente durante os períodos de inverno, ocorrendo grandes florações que ocasionam um “bloom”, causando extensas manchas de coloração marrom nas águas (CAPONE et al., 1998; CARVALHO et al., 2008). No entanto, esta cianofíceia produz cianotoxinas capazes de inibir o crescimento de outros organismos fitoplanctônicos e pode causar completa exclusão do zooplâncton, devido à natureza de suas toxinas (NARAYANA et al., 2014). Os autores anteriormente citados

realizaram um experimento usando o extrato de *T. erythraeum* e aplicaram em indivíduos de *Artemia salina*, como resultado observaram que o extrato exibiu um efeito tóxico capaz de provocar a mortalidade de até 40% após 48 horas de exposição. Da mesma forma, os recrutas de *D. psammatores* podem ter sido inibidos pela cianotoxina produzida por *T. erythraeum* durante os meses de maior cobertura.

Em suma, os resultados obtidos aqui sugerem que o recrutamento de *D. psammatores* é altamente localizado no tempo. Uma vez que a região estudada apresenta grande estabilidade da temperatura é possível que a variação no assentamento esteja mais relacionada ao regime de chuvas diferenciado no ano e à interação com outras espécies de organismos. Esses resultados sugerem que estratégias para minimizar o impacto de *D. psammatores* nas comunidades do costão rochoso, caso sejam necessários, devem ser estabelecidas durante a época chuvosa, uma vez que deve facilitar o controle do crescimento da espécie.

REFERÊNCIAS:

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (Apac). **Monitoramento pluviométrico, Cabo de Santo Agostinho, Barragem de Suape**. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php> Acesso em 13 de Maio de 2016.

BHAUD, M.; CHA, J. H.; DUCHÊNE, J. C.; NOZIAS, C. Influence of temperature on the marine fauna: what can be expected from a climatic change. **Journal of thermal Biology**, v. 20, n. 1 - 2, p. 91-104, 1995.

BULLARD, S.G.; LAMBERT, G.; CARMAN, M.R.; BYRNES, J.; WHITLATCH, R. B.; RUIZ, G.; MILLER, R. J.; HARRIS, L.; VALENTINE, P. C.; COLLIE, J. S.; PEDERSON, J.; MCNAUGHT, D. C.; COHEN, A. N.; ASCH, R. G.; DIKSTRA, J.; HEINONEN, K. The colonial ascidian *Didemnum* sp. A: current distribution, basic biology, and potential threat to marine communities of the northeast and west coasts of North America. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 342, n.1, p. 99 - 108, 2007.

CAPONE, D.G.; SUBRAMANIAM, A.; MONTOYA, J. P.; VOSS, M.; HUMBOR, C.; JOHANSEN, A. M.; IEFERT4, R. L.; CARPENTERS, E. J.; An extensive bloom of the N₂ fixing cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* in the central Arabian Sea. **Marine ecology progress series**, Oldendorf, v. 172, p. 281-292, 1998.

CARVALHO, M.; GIANESELLA, S. M. F.; SALDANHA, F. M. P. *Trichodesmium erythraeum* Bloom on the Continental Shelf off Santos, Southeast Brazil. **Brazilian journal of oceanography**, São Paulo, v. 56, n.4, 2008.

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**, London, v. 93, n.1, p. 273–282, 2013.

FARRAPEIRA, C. M. R. Análise da biota portuária estuarina do nordeste brasileiro para detecção de espécies introduzidas. **Tese** (Doutorado em Oceanografia), Departamento de Oceanografia, UFPE, Recife, 209 p., 2011.

FLETCHER, L. M.; FORREST, B. M.; BELL, J. J. Natural dispersal mechanisms and dispersal potential of the invasive ascidian *Didemnum vexillum*. **Biological Invasions**, New York, v. 15, p. 627 - 643, 2013.

FORREST, B. M.; FLETCHER, L. M.; ATALAH, J.; PIOLA, R. F.; HOPKINS, G. A. Predation Limits Spread of *Didemnum vexillum* into Natural Habitats from Refuges on Anthropogenic Structures. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n.12: e82229, 2013. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0082229>>

GAMA, P.B.; LEONEL, R. M. V.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; MOTHEs, B. Recruitment and colonization of colonial ascidians (Tunicata: Ascidiacea) on intertidal rocks in Northeastern Brazil. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 96, n.2, p.165-172, 2006.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, MACÊDO, S. J. Impactos da construção do porto de Suape sobre a comunidade fitoplanctônica no estuário do Rio Ipojuca (Pernambuco-Brasil). **Acta botanica brasílica**, v. 16, n. 4, p. 407-420, 2002.

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**, v.12, n. 6, p. 1581–1590, 2009.

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 and Geosciences**, v. 32, n. 9, p. 1259-1269, 2006.

KOTT, P. The Australian Ascidiacea, part 4, Aplousobranchia (3), Didemnidae. **Memoirs of the Queensland Museum**, v.47, p. 1-407, 2001.

LAMBERT, G. Adventures of a sea squirt sleuth: unraveling the identity of *Didemnum vexillum*, a global ascidian invader. **Aquatic invasions**, Saint Petersburg, v. 4, n. 1, p. 5-28, 2009.

LAMBERT, G. Ecology and natural history of the protochordates. **Canadian journal of zoology**, Ottawa, v. 83, p. 34 – 50, 2005.

LAMBERT, G. Invasive sea squirts: a growing global problem. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 342, p. 3–4, 2007.

LAMBERT, G. Nonindigenous ascidians in tropical waters. **Pacific science**, Honolulu, v. 56, n. 3, p. 291-298, 2002.

LINS, P.; MEDEIROS, C.; ROLLNIC, M. Forçantes hidrodinâmicos e variabilidade espaço temporal dos campos de salinidade e obs no estuário do Rio Ipojuca, PE-Brasil. 2003. In: **IX Congresso da associação brasileira de estudos do quaternário/II Congresso do quaternário de países de línguas ibéricas/II Congresso sobre planejamento e gestão da zona costeira dos países de expressão portuguesa**. Recife, 2003. Publicação em CD Rom. São Paulo, Associação Brasileira de Estudos do Quaternário.

LODGE, D. M. Biological invasions: Lessons for ecology. **Trends in ecology and evolution**, Amsterdam, v. 8, p. 133–137, 1993.

LOTUFO, T. M. C. Ascidiacea (Chordata: Tunicata) do litoral tropical brasileiro. **Tese** (Doutorado em Zoologia). Instituto de biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil, 2002.

MILLAR, R. H. The biology of ascidians. **Advances in marine biology**, London, v. 9 p.1–100, 1971.

MINCHIN, D.; GOLLASCH, S.; COHEN, A. N.; HEWITT, C. L.; OLENIN, S. Characterizing Vectors of Marine Invasion. In: RILOV, G.; CROOKS, J. A. (eds.)

Biological invasions in marine ecosystems. Ecological Studies 204. Berlin: Springer-Verlag, p. 109-116, 2009.

MOONEY, H. A.; CLELAND, E. E. The evolutionary impact of invasive species. **PNA**, v. 98, n. 10, 5446 – 5451, 2001.

MUÑOZ, J.; PAGE, M.; MCDONALD, J. I.; BRIDGWOOD, S. D. Aspects of the growth and reproductive ecology of the introduced ascidian *Didemnum perlucidum* (Monniot, 1983) in Western Australia. **Aquatic invasions**, Saint Petersburg, v. 10, n. 3, p. 265–274, 2015.

NARAYANA, S.; CHITRA, J.; TAPASE, S. R.; THAMKE, V.; KARTHICK, P.; RAMESH, CH.; MURTHY, K. N.; RAMASAMY, M.; KODAM, K. M.; MOHANRAJU, R. Toxicity studies of *Trichodesmium erythraeum* (Ehrenberg, 1830) bloom extracts, from Phoenix Bay, Port Blair, Andamans. **Harmful algae**, v. 40, p. 34–39, 2014.

OLIVEIRA FILHO, R. R. Caracterização das ascídias em regiões portuárias do Ceará. **Dissertação**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 111 p., 2010.

OREN, U.; BENAYAHU, Y. Didemnid ascidians: rapid colonizers of artificial reefs in Eilat (Red Sea). **Bulletin of marine science**, Miami, v. 63, n. 1, p. 199 – 206, 1998.

ORENSANZ, J.M.; SCHWINDT, E.; PASTORINO, G.; BORTOLUS, A.; CASAS, G.; DARRIGRAN, G.; ELÍAS, R.; GAPPA, J.J.L.; OBENAT, S.; PASCUAL, M.; PENCHASZADEH, P.; PIRIZ, M.L.; SCARABINO, F.; SPIVAK, E.D.; VALLARINO, E.A. No longer the pristine confines of the world ocean: a survey of exotic marine species in the southwestern Atlantic. **Biological invasions**, New York, v. 4, p. 115-143, 2002.

PARRY, D. L. Chemical properties of the test of ascidians in relation to predation. **Marine ecology progress series**, Oldendorf, v. 17, p. 279-282, 1984.

PISUT, D. P.; PAWLIK, J. R. Anti-predatory chemical defenses of ascidians: secondary metabolites or inorganic acids? **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 270, p. 203 – 214, 2002.

RAMSAY, A.; DAVIDSON, J.; LANDRY, T.; ARSENAULT, G. Process of invasiveness among exotic tunicates in Prince Edward Island, Canada. **Biological invasions**, New York, v. 10, n. 8, p. 1311-1316, 2008.

RITZMANN, N. F.; ROCHA, R. M.; ROPER, J. J. Sexual and asexual reproduction in *Didemnum rodriguesi* (Asciacea, Didemnidae). **Iheringia, série zoologia**, Porto Alegre, v. 99, n. 1, 2009.

RINKEVICH, B.; FIDLER, A. E. Initiating laboratory culturing of the invasive ascidian *Didemnum vexillum*. **Management of biological invasions**, New York, v. 5, n. 1, p. 55–62, 2014.

RODRIGUES, S. A.; ROCHA, R. M. Littoral Compound Ascidians (Tunicata) from São Sebastião, estado de São Paulo, Brazil. **Proceedings of the Ecological Society of Washington**, Washington, v. 106, n.4, p. 728-739, 1993.

STOECKER, D. Chemical Defenses of Ascidians Against Predators. *Ecology*, v. 61, n. 6, p. 1327–1334, 1980.

SEPHTON, D.; VERCAEMER, B.; NICOLAS, J. M.; KEAYS, J. Monitoring for invasive tunicates in Nova Scotia, Canada (2006-2009). **Aquatic invasions**, Saint Petersburg, v. 6, n. 4, p.391–403, 2011.

ZHAN, A.; BRISKI, E. ; BOCK, D. G.; GHABOOLI, S.; MACISAAC, J. H. Ascidians as models for studying invasion success. **Marine biology**, Berlin, v. 162, p. 2449–2470, 2015.

CAPÍTULO II

ESTRUTURA DA COMUNIDADE INCRUSTANTE COM ÊNFASE NA INFLUÊNCIA DA POPULAÇÃO DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum psammatodes* (CHORDATA: ASCIDIACEA) NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE.

6. CAPÍTULO II

ESTRUTURA DA COMUNIDADE INCRUSTANTE COM ÊNFASE NA POPULAÇÃO DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum psammatores* (CHORDATA: ASCIDIACEA) NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE.

6.1. INTRODUÇÃO

É cada vez mais frequente o registro de espécies não nativas ao redor do mundo, este fenômeno está relacionado principalmente ao transporte não intencional de organismos vivos de uma região a outra por meio de embarcações de transporte de cargas internacionais, intra-regionais, ou mesmo pelo transporte de organismos marinhos cultiváveis (CARLTON e HODDER, 1995; COHEN et al., 1996; GOLLASCH et al., 2000; FARRAPEIRA et al., 2007; FARRAPEIRA et al., 2010; DAVIDSON e SIMKANIN, 2012). Este fenômeno tem ocorrido pela influência das atividades humanas por centenas de anos, porém, tem sido acelerado nas últimas décadas pelo uso de novas tecnologias e aumento da conectividade (RIVELOV e CROOKS, 2009). Os principais problemas decorrentes da introdução acidental ou deliberada das espécies não nativas são a exclusão das espécies nativas, modificação dos habitats e homogeneização da biota (PAULAY et al. 2002; CROOKS e SUAREZ, 2006; VITULE e POZENATO, 2012). Tais fatores desfavorecem os organismos nativos e promovem a ambientação de organismos oportunistas proporcionando sua introdução (RILOV e CROOKS, 2009).

As ascídias constituem um dos grupos mais bem sucedidos no estabelecimento e proliferação, quando introduzidas em um novo ambiente, pois são fortes competidores por espaço, crescem e atingem a maturidade sexual rapidamente, podem persistir por muito tempo no substrato, tornando-se membros dominantes da nova comunidade (NANDAKUMAR et al., 1993; OSMAN e WHITLATCH, 1995; LAMBERT, 2002, 2007; LAMBERT e LAMBERT, 2003; SHENKAR e SWALLA, 2011).

As ascídias da Família Didemnidae estão entre as de maior sucesso na colonização de comunidades, principalmente por apresentam forte poder competitivo e sua presença no substrato pode inibir o crescimento de outros organismos (OREN

e BENAYAHU, 1998; KREMER et al., 2010). Espécies desta família estão entre as que alcançam maiores taxas de ocupação e colonização de novos habitats, principalmente por sua plasticidade reprodutiva, sendo hermafroditas com fecundação cruzada, alcançando rápida maturação sexual, além de apresentarem uma grande capacidade de regenerar a partir de pequenos fragmentos de colônias (BULLARD et al., 2007; LAMBERT, 2007; OSMAN e WHITLATCH, 2007; STEFANIAK e WHITLATCH, 2014). Essa variedade de formas reprodutivas proporcionaram aos didemnídeos uma distribuição mais abrangente quando associadas ao transporte antropogênico, ampliando assim sua área de distribuição e estabelecimento em novos ambientes (FLETCHER et al., 2012; MURRAY et al., 2012).

Algumas espécies possuem uma distribuição bastante ampla, justificada pela facilidade com que são transportadas em cascos de embarcações, podendo causar prejuízos econômicos e ecológicos. A ascídia *Didemnum vexillum* Kott, 2002 é considerada uma das mais nocivas espécies de organismos marinhos, ocorrendo em diversas regiões do litoral norte-americano e europeu, onde aumenta os custos com a manutenção de cascos de navios e diminui a produtividade de fazendas de mexilhões (GRIFFITH et al., 2009; FLETCHER et al., 2013). Apesar de terem o potencial de dominar o substrato em comunidades incrustantes, didemnídeos são altamente susceptíveis à predação, sendo predados tanto por micro, quanto macropredadores e ficando frequentemente restritos a locais onde a predação é pouco intensa (OSMAN et al., 1992; VIEIRA et al., 2012).

Outra espécie que apresenta ampla distribuição é *Didemnum psammotodes* (Sluiter, 1895), originalmente, foi descrita para o Norte da Austrália e Indo-Pacífico (CARLTON e ELDREDGE, 2009), atualmente apresenta distribuição mundial e possivelmente foi introduzida no Atlântico pelo Canal do Panamá (FOFONOFF et al., 2003). No Brasil, foi registrada pela primeira vez por Rodrigues e Rocha (1993) no canal de São Sebastião-SP e hoje existem registros ao longo de toda a costa brasileira, desde o Estado do Ceará até São Paulo (GAMA et al., 2006; FARRAPEIRA et al., 2007; TAKEARA et al., 2007; DIAS et al., 2013). Trata-se de uma espécie que não apresenta especificidade de substrato, tendo sido reportada para ambientes marinhos e estuarinos, onde há uma quantidade relativamente grande de sedimento em suspensão e fixada a raízes de mangues (ELLISON e FARNSWORTH, 1992), leitões de fanerógamas marinhas (ELDREDGE, 1966;

MONNIOT e MONNIOT, 2001), na superfície inferior de rochas (FARRAPEIRA et al., 2009) e abundantes em substratos artificiais (GOODBODY, 2003).

Apesar de sua ampla distribuição, a influência de *D. psammatoedes* nos ambientes onde se estabelece, e como se comporta perante os fatores ecológicos tais como, predação e competição na sucessão ecológica da comunidade incrustante, ainda não é conhecida. Sabendo que a predação tem o potencial de controlar a invasão, uma vez que predadores podem remover recrutas de espécies invasoras, ou ainda diminuir a área ocupada por organismos clonais como *D. psammatoedes*, o objetivo deste trabalho foi avaliar ao longo do tempo o efeito da predação sobre a ascídia colonial *D. psammatoedes* em placas experimentais e avaliar sua influência sobre a comunidade incrustante na região portuária de Suape, Cabo de Santo Agostinho, Nordeste do Brasil.

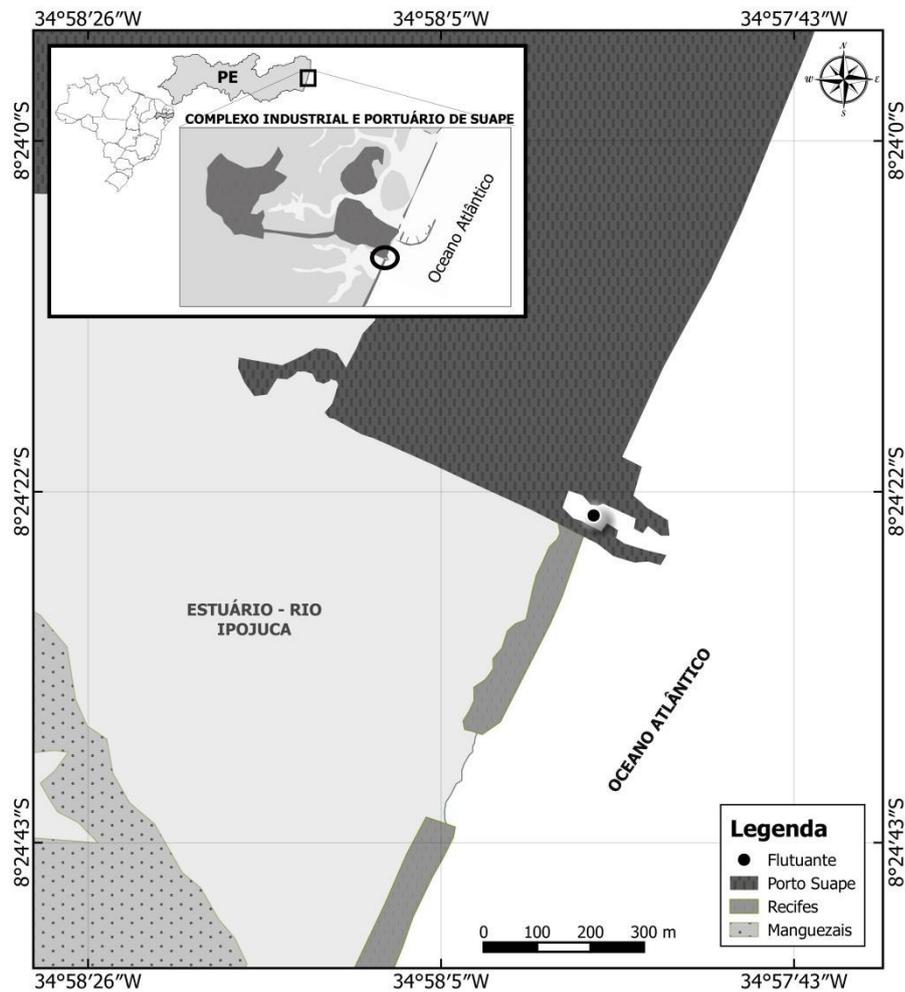
6.2. MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na região portuária de Suape, localizado ao sul do litoral pernambucano, aproximadamente 40 km da Cidade do Recife, abrangendo os municípios de Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca. O experimento foi conduzido em um canal artificial rochoso, localizado na área externa ao porto, nas instalações da planta de uma usina termoelétrica ao lado do estuário do Rio Ipojuca (Fig. 1).

Esta região é caracterizada pela presença do Complexo Portuário de Suape que, por meio de suas constantes obras de ampliação, vem causando alterações significativas nos ecossistemas do seu entorno. Trata-se de uma área que apresenta um complexo estuarino lacunar, com presença de importantes ecossistemas tais como manguezais, ambientes recifais, bancos de fanerógamas marinhas e o único afloramento de costão rochoso do litoral do Estado de Pernambuco.

Figura 1. Região Portuária de Suape. Localização da área de instalação do flutuante com placas experimentais no canal de captação de água da usina termoeletrica.

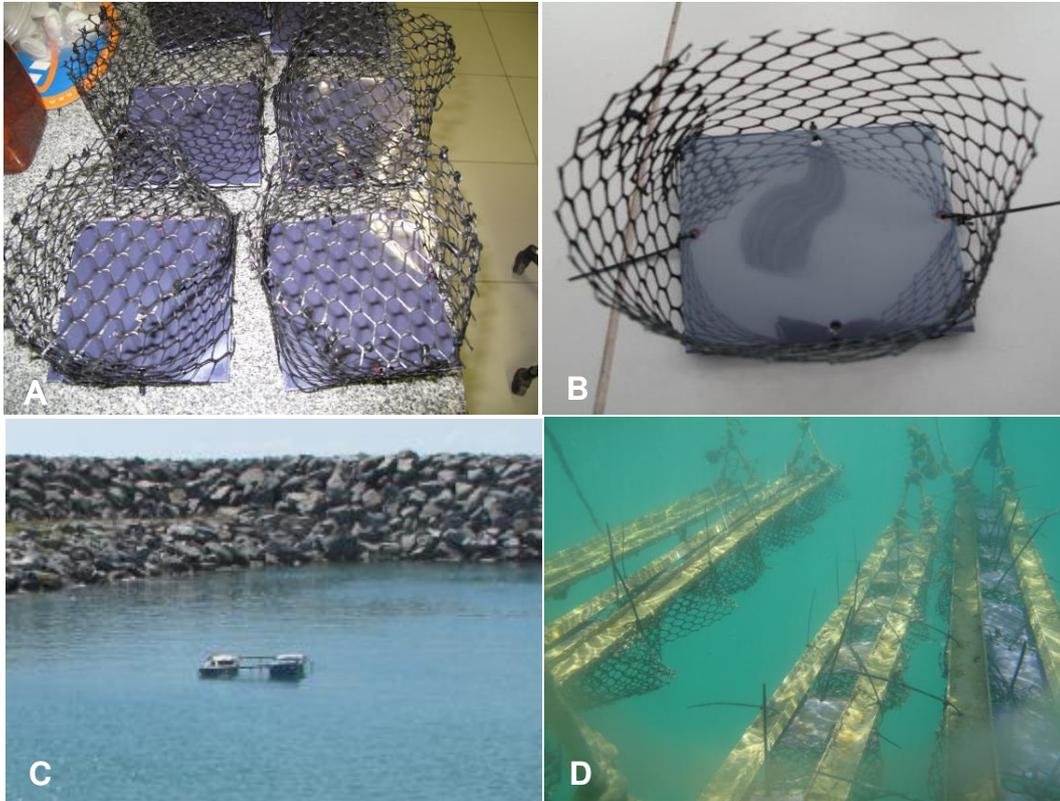


Fonte: Gledson Ferreira

6.2.2 Desenho experimental e protocolo de amostragem

Para avaliar o efeito da predação foram utilizados 24 placas de PVC (12 x 12 cm) divididos em três tratamentos, oito com telas totalmente fechadas (malhas de 1 cm) impedindo a presença do predador, oito com telas nas laterais das placas e aberta na extremidade e oito placas controles sem tratamentos de telas (Fig. 2 A, B). As placas foram presas em uma estrutura metálica, suspensas em um flutuante (Fig. 2 C) a uma profundidade de 1,5 m, tendo sido posicionadas na horizontal (Fig. 2 D). A localização de cada placa nas estruturas foi aleatória pelo sorteio de cada tipo de tratamento.

Figura 2. Estrutura experimental com placas instaladas no canal de captação de água na termelétrica de Pernambuco, Suape. A- telas fechadas, B- placa com tela aberta, C- flutuante que sustenta as placas, D- placas submergidas presas nas estruturas.



Fonte: Gledson Ferreira

Mensalmente, cada placa foi retirada do flutuante, colocada em cuba com água, fotografada e devolvida ao seu local de origem. As fotografias foram feitas usando a câmera apoiada em um monopé adaptado para que as fotos fossem tomadas sempre na mesma distância. As telas de proteção contra predadores foram limpas mensalmente com escovas para a retirada do excesso de incrustantes de forma a não afetar o assentamento nas placas.

As fotografias foram analisadas no Software CPCe 4.1 "*Coral point count extension for excel*". Para cada imagem analisada foram traçados 100 pontos aleatórios em uma área central de 12 x 12 cm e registrados os organismos incrustantes sob cada ponto, para estimar o percentual de cobertura por cada uma das espécies encontradas. Os táxons conhecidos foram identificados nas fotografias e aqueles de difícil identificação foram amostrados nas proximidades das placas e identificados em laboratório. Inicialmente o experimento foi conduzido em dois

períodos de seis meses (180 dias) cada, sendo o primeiro período iniciado em agosto de 2013 e finalizado em janeiro de 2014, e o segundo período iniciado em março de 2014 e finalizado em agosto do mesmo ano. Para os períodos estudados foram analisados os regimes de chuvas da região com dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (<http://www.apac.pe.gov.br/>), tomando como posto de observação a barragem do Porto de Suape.

6.2.3. Análises estatísticas

Para avaliar como a exposição da comunidade à predação pode afetar a dominância de *D. psammátodes*, foi utilizado ANOVA de medidas repetidas (POTVIN et al., 1990) tendo o tempo como um fator dentro dos grupos (repetido), o tratamento como variável resposta e a área de cobertura de *D. psammátodes* como variável resposta. A homogeneidade da variância foi avaliada usando o índice corretor de Épsilon Greenhouse–Geisser e Huynh–Feldt (QUINN e KEOUGH, 2002). As análises foram realizadas usando o software Systat 12. Como a predação pode diminuir a dominância de *D. psammátodes* e com isso afetar a riqueza, o mesmo teste foi realizado levando em consideração a riqueza de espécies como variável resposta.

A partir de uma matriz de cobertura por espécie x tratamento, foram avaliadas diferenças na estrutura das comunidades sujeitas aos três tratamentos através de uma análise multivariada de variância permutacional (PERMANOVA) (ANDERSON, 2001) usando a distância Bray-Curtis entre amostras no programa Primer 6.0. Foi utilizado o teste SIMPER para detectar quais táxons foram os mais importantes na diferenciação entre tratamentos e para similaridade de comunidades sujeitas ao mesmo tratamento (CLARKE, 1993).

Para avaliar como a pluviosidade no mês anterior e o período de amostragem afetaram a abundância de *D. psammátodes*, foi feita uma análise de covariância onde a pluviosidade e o período são variáveis preditoras e a área de cobertura de *D. psammátodes* foi a variável resposta.

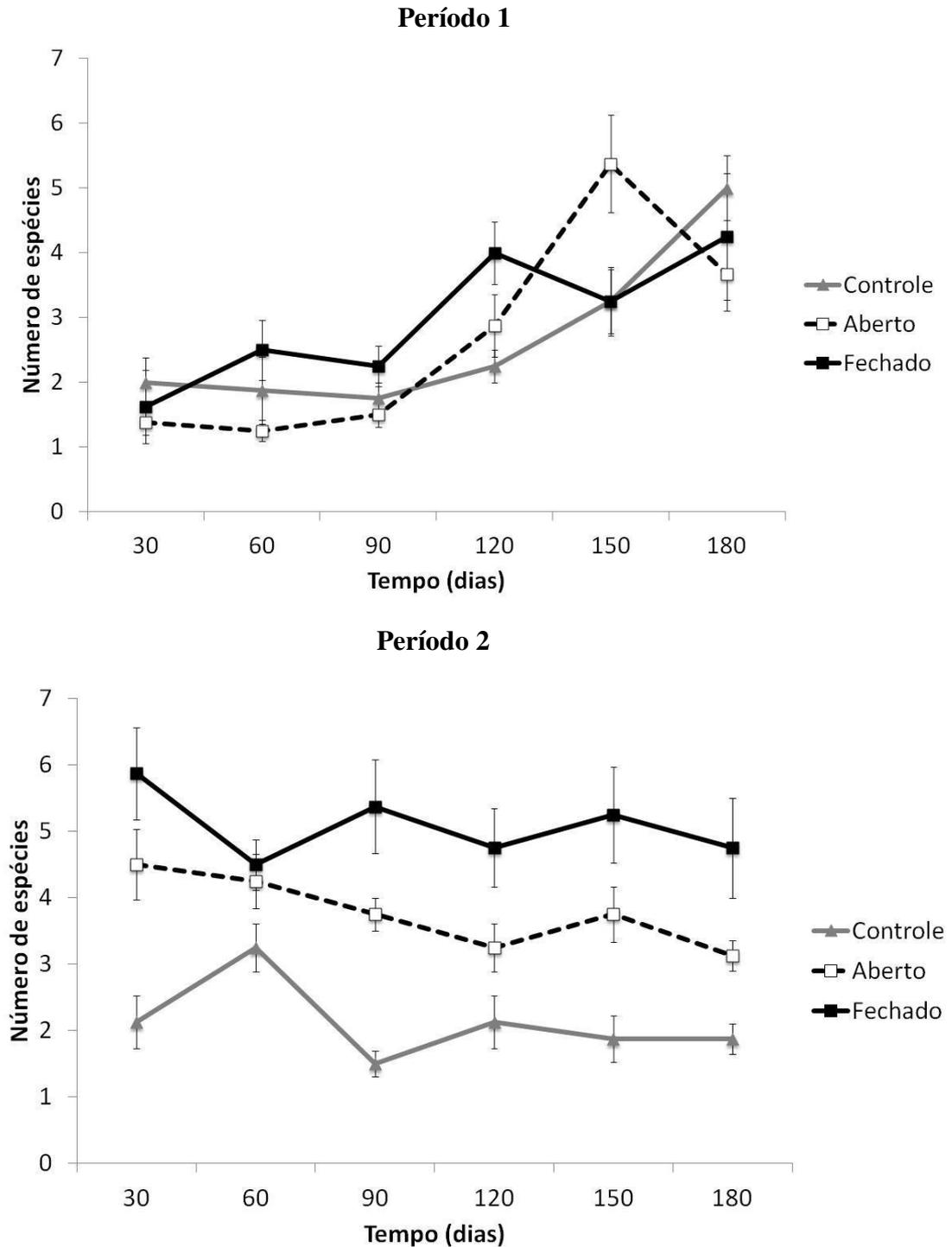
6.3. RESULTADOS

Durante o presente estudo, 12 espécies sésseis foram identificadas nas placas. Destacam-se: as ascídias solitárias, *Ascidia curvata* (Traustedt, 1882) e *Herdmania pallida* (Heller, 1878); ascídias coloniais *Didemnum psammatoedes* (Sluiter, 1895), *D. perlucidum* Monniot, 1983, *Symplegma rubra* Monniot C., 1972, *S. brakenhielmi* (Michaelsen, 1904) e *Botryllus* sp. Outros organismos sésseis também foram encontrados, como o briozoário arborescente *Savignella lafontii* (Audouin, 1826), um briozoário incrustante não identificado, poliquetas das famílias Spirorbidae, cirripédios juvenis e *Balanus trigonus* (Darwin, 1854). Além desses animais, também foram observadas incrustações de algas calcárias e da cianofícea *Trichodesmium erythraeum* (Ehrenberg, 1830). Foram observados nas placas o decápode *Mithrax hispidus* (Herbst, 1790) andando sobre o substrato, poliquetas da Família Nereididae e uma única ocorrência do turbelário *Thysanozoon brocchi* (Risso, 1818) conhecido por predação de ascídias da Família Didemnidae. Durante os mergulhos para as amostragens foi possível observar a presença de peixes ao redor do experimento, os mais comuns foram o *Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758), *Acanthurus coeruleus* (Bloch & Schneider, 1801) e *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837); este último sempre associado às placas controle e aberta, sendo que, em algumas ocasiões, este peixe depositou seus ovos nestas placas.

No primeiro período amostrado, as comunidades foram compostas por um máximo de seis organismos incrustantes, que ocorreu pela dominância de algumas espécies, resultando em baixa riqueza de espécies. Em geral, as placas foram inicialmente colonizadas por uma ou duas espécies durante os 90 dias iniciais, a partir daí, a riqueza começou a aumentar e diferenciar entre os tratamentos. Após 120 dias houve menor riqueza de espécies nas placas expostas à predação (controle e aberta), enquanto que as placas protegidas contra os predadores apresentaram maior riqueza, sugerindo que houve efeito da ação de predadores. Entretanto essa diferença desapareceu após 150 dias, quando a riqueza foi maior nas placas abertas, em detrimento aos outros tratamentos. Aos 180 dias foi a placa controle que apresentou maior riqueza do que as placas fechadas e abertas, sugerindo não haver influência do uso das gaiolas, portanto as diferenças não estiveram relacionadas com a predação e provavelmente relacionada presença das telas (Fig.3, Tab. 1).

Já no segundo período amostrado, ao longo de quase todo o experimento, as comunidades protegidas de predadores apresentaram maior riqueza (cinco a seis espécies) do que as comunidades de placas abertas (três a quatro espécies), enquanto que, as placas controle, raramente atingiram três espécies. Esse resultado sugere que as diferenças encontradas para a riqueza não são influenciadas pela predação, uma vez que, placas abertas e controle foram consistentemente diferentes, uma vez que a presença da tela pode causar redução da hidrodinâmica nas placas protegidas, permitindo um maior sucesso no assentamento e conseqüentemente a ocorrência de um maior número de espécies (Fig. 3, Tab. 1).

Figura 3. Riqueza de espécies durante 180 dias nos 3 tratamentos (controle, aberto e fechado) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE durante os períodos 1 e 2.



Fonte: Gledson Ferreira

Tabela 1. Resultado da ANOVA de medidas repetidas mostrando as diferenças na riqueza entre tratamentos (fechada, aberta e controle), tempo (180 dias) e períodos (1 e 2) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE. GL=Grau de liberdade, QM=Quadrado médio, F=Valor de F, P =Valor de P.

Variáveis	GL	QM	F	P
Entre grupos				
Tratamentos	2	63,378	17,323	0,001
Períodos	1	55,125	15,067	0,001
Tratam X Período	2	43,448	11,875	0,001
Erro	42	3,659		
Dentro dos grupos				
Tempo	5	10,647	7,102	0,001
Tempo x Tratamento	10	3,016	2,012	0,034
Tempo X Período	5	25,167	16,787	0,001
Tempo X Tratam X Período	10	4,127	2,753	0,003
Erro	210	1,499		

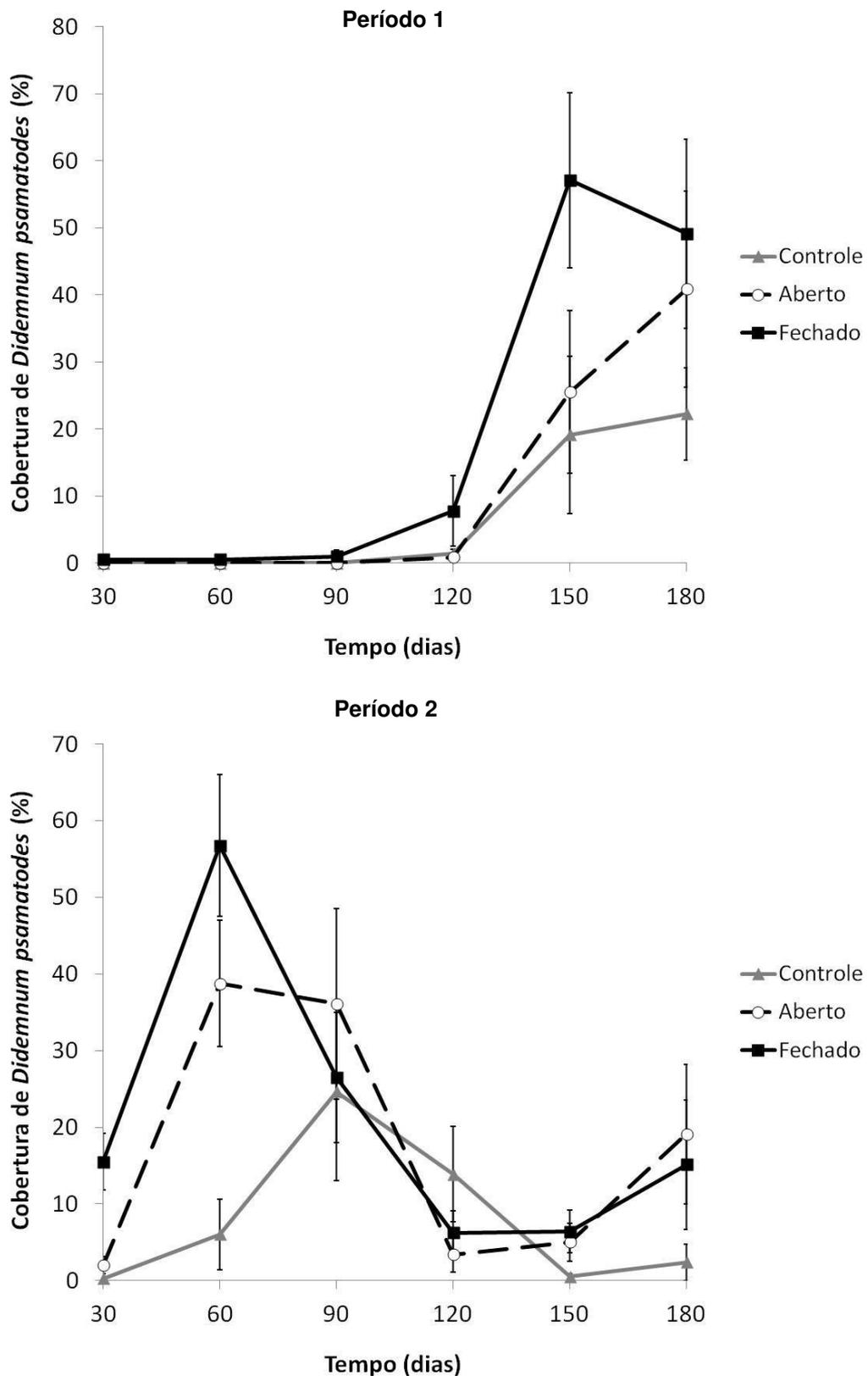
Fonte: Gledson Ferreira

A espécie *Didemnum psammatoles* foi rara durante os 90 dias iniciais do primeiro período experimental em todos os tratamentos. A cobertura só aumentou a partir de 120 dias sendo que esta espécie foi mais abundante em comunidades protegidas contra os predadores, ocupando em média 57% da área disponível em placas fechadas, enquanto que placas abertas e controle tiveram respectivamente 24% e 19% da placa recoberta por *D. psammatoles*. Após 150 dias a cobertura de *D. psammatoles* estabilizou em placas protegidas, mas continuou a crescer em comunidades expostas à predação de forma que a cobertura de *D. psammatoles* igualou entre os tratamentos após 180 dias (Fig. 4 e 5) (Tab. 2).

Diferente do primeiro período experimental, no segundo período *D. psammatoles* apresentou a maior cobertura nos primeiros 60 dias nos tratamentos fechado e aberto, 57% e 39% respectivamente, enquanto que o controle apresentou

uma cobertura menor 6%. Após os 90 dias, a cobertura diminuiu totalmente nos três tratamentos até o fim do experimento, sugerindo assim a ausência da predação e maior influência do artefato da proteção nos tratamentos.

Figura 4. Cobertura de *D. psammatus* nos três tratamentos (controle, aberto e fechado) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE durante os períodos 1 e 2.



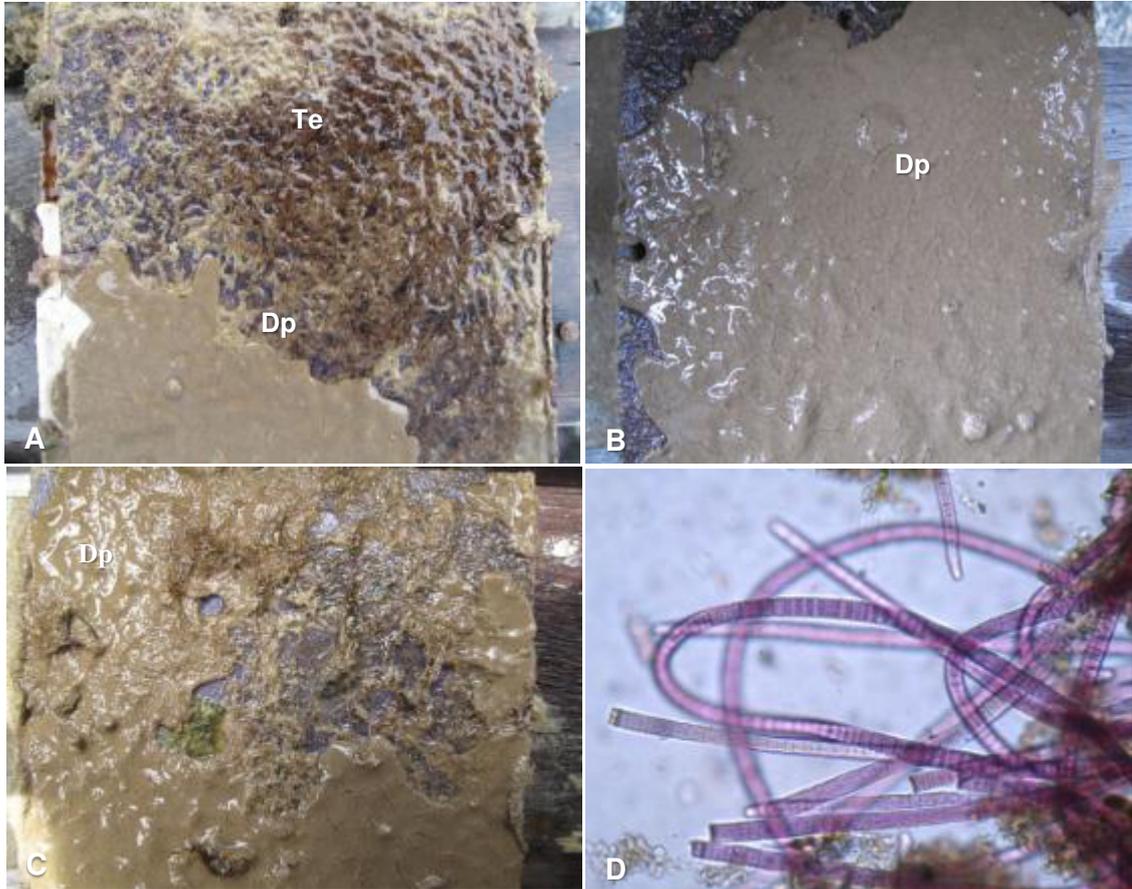
Fonte: Gledson Ferreira

Tabela 2. Resultado da ANOVA de medidas repetidas mostrando as diferenças na cobertura de *D. psammatoles* entre os tratamentos (fechado, aberto e controle), tempo (180 dias) E períodos (1 e 2) no canal de captação de água da usina termoelétrica na região portuária de Suape-PE durante os períodos 1 e 2.

Variáveis	GL	QM	F	p
Entre Grupos				
Tratamento	2	63,378	17,323	0,001
Período	1	55,125	15,067	0,001
Tratam X Período	2	43,448	11,875	0,001
Erro	42	3,659		
Dentro dos grupos				
Tempo	5	10,647	7,102	0,001
Tempo X Tratam	10	3,016	2,012	0,034
Tempo X Período	5	25,167	16,787	0,001
Tempo X Tratam X Período	10	4,127	2,753	0,003
Erro	210	1,499		

Fonte: Gledson Ferreira

Figura 5. Imagens dos três tratamentos no 5º mês do experimento mostrando a cobertura de *D. psammatores* e *T. erythraeum*. A – Placa controle, B – Placa com tela aberta, C – Placa com tela fechada, D - Fotografia microscópica de *T. erythraeum*. (Dp- *D. psammatores*, Te- Colônias de *T. erythraeum*).



Fonte: Gledson Ferreira

Analisando a cobertura da comunidade incrustante foi observado que a estrutura da comunidade nas placas foi distinta entre os três tratamentos, mas essa diferença variou entre os meses e períodos amostrados (Tab. 3). No primeiro período de experimentação as comunidades só diferiram entre tratamentos nos meses finais, enquanto no segundo período essa diferença entre tratamentos se manifestou principalmente no início do processo de colonização.

Tabela 3. Resultado da análise de PERMANOVA aplicada à estrutura da comunidade para os tratamentos, períodos, meses e interação entre os fatores.

	GL	MQ	Pseudo-F	P
Tratamento	2	10825	3,3972	0,006
Período	1	19474	1,4632	0,199
Mês (Pe)	10	13319	10,545	0,001
Tratamento x Período	2	8035,9	2,5218	0,015
Tratamento x Mês (Pe)	20	3189,8	2,5253	0,001
Residual	248	1263,1		
Total	283			

Fonte: Gledson Ferreira

Em comunidades expostas a predadores (controle e aberto) a cianofícea *Trichodesmium erythraeum* foi dominante, contribuindo respectivamente com 81,8% e 72,6% da similaridade entre amostras, enquanto que *D. psammatoedes* contribuiu respectivamente com apenas 9,2% e 14,6% da similaridade. No tratamento com exclusão de predadores (fechado) *T. erythraeum* diminuiu a contribuição em 54,9%, enquanto que *D. psammatoedes* contribuiu com 25,76%. Nesta composição é possível observar a competição entre *T. erythraeum* e *D. psammatoedes* e a presença do artefato tela favorecendo o aumento de *D. psammatoedes* e diminuição de *T. erythraeum* (Tab. 4).

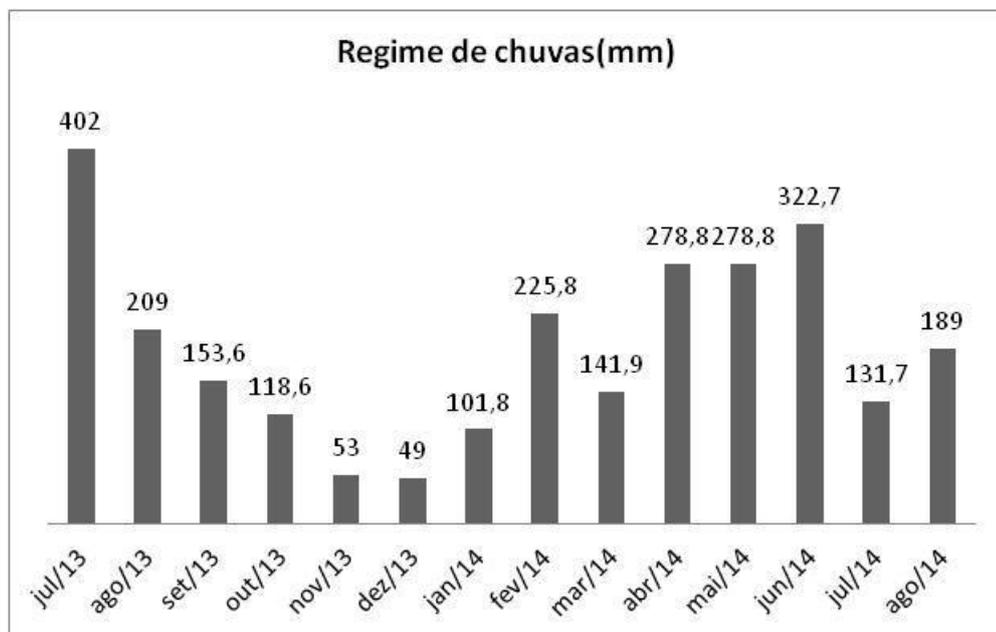
Tabela 4. Espécies que contribuíram na composição da comunidade nos três tratamentos nos dois períodos (SIMPER).

Espécies (%)	Tratamentos		
	Controle	Aberto	Fechado
<i>T. erythraeum</i>	81,79	72,65	54,9
<i>D. psammatoedes</i>	9,18	14,62	25,76
<i>D. perlucidum</i>			3,55
Briozoa incrustante		3,59	3,64

Fonte: Gledson Ferreira

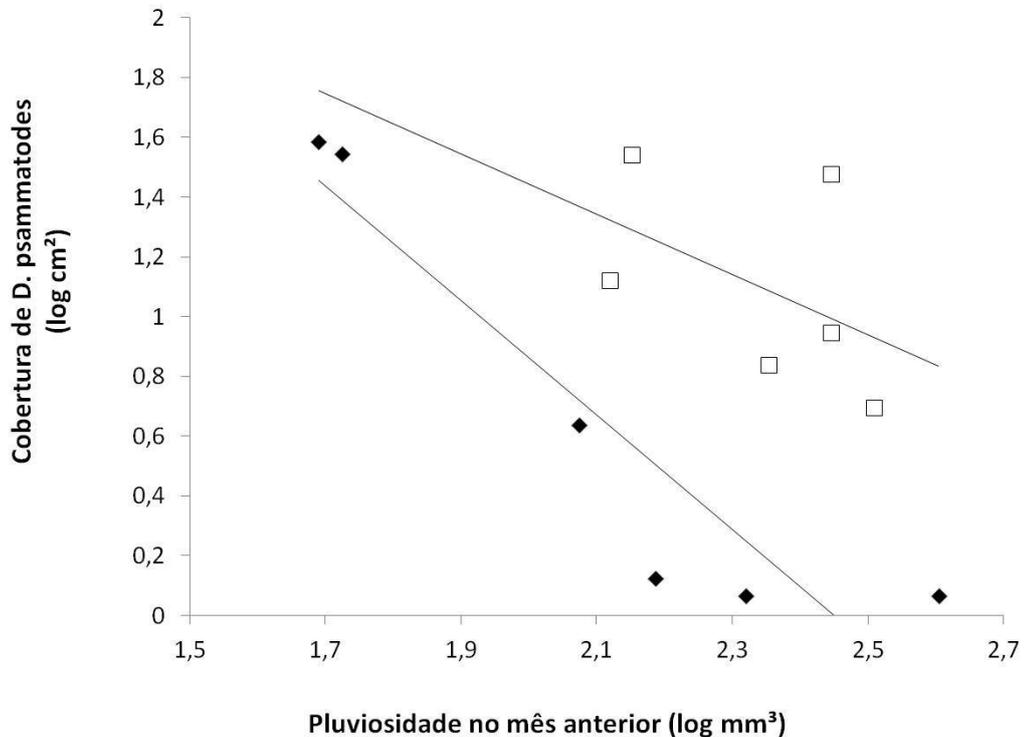
A alta taxa de cobertura de *T. erythraeum* e as baixas taxas de cobertura de ascídias, em relação aos dois períodos, foi influenciada pelo regime de chuvas da região durante o período do experimento. Nos três primeiros meses do primeiro período, houve altos índices de precipitação pluviométrica, que pode ter influenciado o aumento de nutrientes e conseqüentemente as maiores coberturas de algas retardando a ocupação por *D. psammátodes*. As chuvas em excesso baixam a salinidade da água e o ambiente torna-se menos propício ao crescimento da ascídia (Fig. 6). O segundo período foi iniciado com alta precipitação pluviométrica no mês de julho, uma diminuição no mês de agosto e sucessivos aumentos nos meses seguintes, ocasionando uma diminuição da cobertura de *D. psammátodes* após os 60 dias iniciais (Fig. 4 e 6). Isto resultou em uma correlação negativa durante os dois períodos, mostrando que, quanto maior a precipitação pluviométrica, menor a cobertura desta ascídia nos tratamentos analisados (Fig. 7, Tab. 5).

Figura 6. Precipitação pluviométrica para a região de Suape para o período do experimento.



Fonte: APAC (Agência Pernambucana de Águas e Clima).

Figura 7. Correlação entre a cobertura de *D. psammatotodes* e a pluviosidade do mês anterior nos dois períodos no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape - PE.



Fonte: Gledson Ferreira

Tabela 5. Análise de covariância entre os períodos, pluviosidade e período x pluviosidade no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE.

	GL	QM	F	P
Período	1	0,031	0,308	0,594
Pluviosidade	1	0,945	9,299	0,016
Período x Pluviosidade	1	0,091	0,891	0,373
Erro	8	0,102		

Fonte: Gledson Ferreira

6.4. DISCUSSÃO

Apesar de ser considerada fundamental para controlar o crescimento de espécies não nativas, a predação não limitou a ocorrência e a dominância de *D. psammátodes*, sendo que a abundância dessa ascídia ao longo do estudo esteve diretamente relacionada com o regime de chuvas pretérito. As diferenças entre tratamentos quanto à riqueza, cobertura de *D. psammátodes* e composição da comunidade se deram provavelmente por modificações na hidrodinâmica geradas pelo uso das gaiolas. Locais mais protegidos, como dentro da gaiola fechada, normalmente resultaram em comunidades mais ricas e maior dominância por *D. psammátodes*.

Diferente de outras ascídias não nativas, *D. psammátodes* não produz em sua túnica substâncias ácidas que possam desencorajar predadores, sendo dessa forma mais suscetíveis à predação (PARRY, 1984). Embora não possa se proteger contra predação, esta espécie utiliza diferentes estratégias reprodutivas na ocupação dos espaços disponíveis. Havendo as condições ideais elas podem continuar crescendo rapidamente, recobrando outros organismos, alcançar rápida maturação sexual e lançar suas larvas no ambiente, como já demonstrado também para outras espécies congênicas (OREN e BENAYAHU, 1998; DIAS et al., 2008; KREMER et al., 2010). Esta habilidade de invadir e ocupar rapidamente o substrato por reprodução assexuada recebeu o nome de "eficiência ecológica" (CHRISTEN e BRACONNOT, 1998) e este fenômeno pode ser visto em muitas ascídias coloniais (LAMBERT, 2005). No presente estudo, foram observadas duas condições distintas dependendo do período de amostragem. Enquanto no primeiro período *D. psammátodes* demorou a ocupar o substrato disponível, no segundo momento o substrato foi prontamente ocupado. Entretanto, para ambas as situações, a dominância de *D. psammátodes* não perdurou por muito tempo tendo seu crescimento estimulado ou limitado por fatores ambientais.

A alta habilidade competitiva da ascídia *D. psammátodes* e da cianobactéria *T. erythraeum* inibiu o crescimento de outros organismos na comunidade, resultando sempre em uma baixa diversidade. Em todos os tratamentos observou-se dominância da cianofíceia, provavelmente por ela ser capaz de produzir toxinas que inibiram o desenvolvimento da ascídia e outros possíveis competidores pelo espaço disponível. O gênero *Trichodesmium* foi citado pela primeira vez em águas

brasileiras por Darwin (1834) na costa da Bahia, quando ele descreveu o crescimento de *T. erythraeum*. Anos depois, esta espécie foi citada ao longo da costa de Pernambuco e foi associada a intoxicações que causava nas pessoas, que ficou conhecida como a febre de Tamandaré “*Tamandaré Fever*” (SATÔ et al., 1963). A toxicidade destas cianofíceas sobre invertebrados marinhos foi estudada por Proença et al., (2009), e observaram que o papel de substâncias tóxicas em *Trichodesmium* spp. está relacionado principalmente com as funções alelopáticas, pois estes organismos vivem em ambientes com baixa disponibilidade de nutrientes indicando que a concorrência para este recurso pode ser elevada. Portanto, substâncias alelopáticas podem ser de importância evolutiva. Da mesma forma, os compostos tóxicos podem limitar ou restringir a pastagem em *Trichodesmium*, assim como reduzir taxas de diversidade nos locais em que ocorrem sendo considerada uma espécie oportunista (r-estrategista) (KOENING et al., 2009).

No período estudado, observaram-se altos índices de precipitação pluviométrica e o local de estudo está localizado ao lado do Rio Ipojuca, que pode ter carregado nutrientes para área estudada, influenciando no maior crescimento e recobrimento da cianofíceas. Além disso, as fortes chuvas e a proximidade do rio reduziram a salinidade, determinando uma baixa cobertura inicial de *D. psammatoedes*. Um comportamento semelhante foi visto por Gama et al. (2006), durante o inverno no litoral paraibano. A densidade de recrutas dos didemnídeos *D. duplicatum* Monniot F., 1983 e *D. psammatoedes* foi significativamente afetada pela intensa pluviosidade. Em geral, as ascídias não suportam ambientes de baixas salinidades e, especificamente as da Família *Didemnidae*, têm preferência por salinidade e temperaturas mais altas, quando crescem mais rápido e ocupam melhor o substrato (VALENTINE et al., 2007; AUKER e OVIATT, 2008). Desta forma, na área estudada, a combinação de fatores bióticos (competição com *T. erythraeum*) e abióticos (aumentos das chuvas baixando a salinidade) limitaram a ocorrência de *D. psammatoedes*. Portanto, pode-se inferir que, havendo diminuição das chuvas e a permanência de um verão mais prolongado, pode levar às condições ideais para a dominância desta espécie e, conseqüentemente, diminuição da riqueza nos habitats aonde ela venha a se estabelecer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AUKER, L. A.; OVIATT, C. A. Factors influencing the recruitment and abundance of *Didemnum* in Narragansett Bay, Rhode Island. **ICES Journal of marine science**, Oxford, v. 65, p. 765–769, 2008.

BULLARD, S. G.; SEDLACK, B.; REINHARDT, J. F.; LITTY, C.; GAREAU, K.; WHITLATCH, R. B. Fragmentation of colonial ascidians: differences in reattachment capability among species. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 342, p. 166-168, 2007.

CARLTON, J. T.; HODDER, J. Biogeography and dispersal of coastal marine organisms: experimental studies on a replica of a 16th-century sailing vessel. **Marine biology**, Berlin, v. 121, p. 721-730, 1995.

CARLTON, J. T.; ELDREDGE, L. Marine bioinvasions of Hawaii: The introduced and cryptogenic marine and estuarine animals and plants of the Hawaiian archipelago. **Bishop Museum Bulletin in Cultural and Environmental Studies**, v. 4, p. 1-202, 2009.

CHRISTEN, R.; BRACONNOT, J. C. Molecular phylogeny of tunicates. A preliminary study using 28S ribosomal RNA partial sequences: Implications in terms of evolution and ecology. p. 265-271. In: BONE, Q. (Ed.) **The biology of pelagic tunicates**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian journal ecology**, v.18, p.117–143, 1993.

CROOKS, J. A.; SUAREZ, A. Hyperconnectivity, invasive species, and the breakdown of barriers to dispersal. p. 451-478. In: CROOKS, K.R.; SANJAYAN, M. A. (eds). **Connectivity conservation: maintaining connections for nature**. Cambridge University, New York, 2006.

COHEN, A. N.; CARLTON, J. T. **Nonindigenous aquatic species in a United States estuary: a case study of the biological invasions of the San Francisco Bay and Delta.** United States Fish and Wildlife service, Washington D.C. & the National Sea Grant College Program, Connecticut Sea Grant (NOAA Grant Number NA36RG0467), 1–218, 1996.

DAVIDSON, I. C. SIMKANIN, C. The biology of ballast water 25 years later. **Biological invasions**, New York, v. 14, p. 9–13, 2012.

DIAS, G. M.; DELBONI, C. G. M.; DUARTE, L. F. L. Effects of competition on sexual and clonal reproduction of a tunicate: the importance of competitor identity. **Marine ecology progress series**, Amelinghausen, v. 362, p.149-156, 2008.

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.** London, v. 93, n. 1, p. 273–282, 2013.

ELDREDGE, L. G. Taxonomic review of Indo-Pacific didemnid ascidians and descriptions of twenty-three central Pacific species. **Micronesica**, v. 2, p. 161-261, 1996.

ELLISON, A. M.; FARNSWORTH, E. J. The ecology of Belizean mangrove-root fouling communities: patterns of epibiont distribution and abundance, and effects on root growth. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 247, p. 87-98, 1992.

FARRAPEIRA, C. M. R.; FERREIRA, G. F. A.; TENORIO, D. O. Intra-regional transportation of a tugboat fouling community between the ports of Recife and Natal, Northeast Brazil. **Brazilian journal oceanography**, São Paulo, v.58, n. spe 3, p. 1-14, 2010.

FARRAPEIRA, C M. R.; MELO, A. V. O. M.; BARBOSA, D. F.; SILVA, K. M. E. Ship hull fouling in the port of Recife, Pernambuco, Brazilian. **Brazilian journal of oceanography**, São Paulo, v. 55, p. 207-221, 2007.

FARRAPEIRA, C. M. R.; RAMOS, C. A. C.; BARBOSA, D. F.; MELO, A. V. O. M.; PINTO, S. L.; VERÇOSA, M. M.; OLIVEIRA, D. A. S.; FRANCISCO, J. A.; Zonación vertical del macrobentos de sustratos sólidos del estuario del río Massangana, Bahía de Suape, Pernambuco, Brasil. **Biota neotropica**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 87-100, 2009.

FLETCHER, L. M.; FORREST, B. M.; BELL, J. J. Natural dispersal mechanisms and dispersal potential of the invasive ascidian *Didemnum vexillum*. **Biological invasions**, New York, v. 15, p. 627–643, 2012.

FLETCHER, L. M.; FORREST, B. M.; BELL, J. J. Impacts of the invasive ascidian *Didemnum vexillum* on green-lipped mussel *Perna canaliculus* aquaculture in New Zealand. **Aquaculture environment interactions**, v. 4, p. 17–30, 2013

FOFONOFF, P.W.; RUIZ, G. M.; STEVES, B.; CARLTON, J. T. **National exotic marine and estuarine species information system**. 2003. Acesso em 29/01/2015, disponível em: <<http://invasions.si.edu/nemesis/>>

GAMA, P. B.; LEONEL, R. M. V.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; MOTHESS, B. Recruitment and colonization of colonial ascidians (Tunicata: Ascidiacea) on intertidal rocks in Northeastern Brazil. **Iheringia, Series zoologia**, Porto Alegre, v. 96, p. 165-172, 2006.

GOLLASCH, S.; LENZ, J.; DAMMER, M.; ANDRES, H. Survival of tropical ballast water organisms during a cruise from the Indian Ocean to the North Sea. **Journal of plankton research**, v. 22, n. 5 p. 923–937, 2000.

GOODBODY, I.; WEBBER, M. Biodiversity of Jamaican mangrove areas, volume 3, mangrove biotype II: the ascidians, 3. **Environmental foundation of Jamaica, Kingston**, 2003.

GRIFFITH, K.; MOWAT, S.; HOLT, R. H.F.; RAMSAY, K.; BISHOP, J. D.D.; LAMBERT, G.; JENKINS, S. R. First records in Great Britain of the invasive colonial

ascidian *Didemnum vexillum* Kott, 2002. **Aquatic invasions**, Saint Petersburg, v. 4, n. 4, p. 581-590, 2009.

KOENING, M. L.; WANDERLEY, B. E.; MACEDO, S. J. Microphytoplankton structure from the neritic and oceanic regions of Pernambuco State – Brazil. **Brazilian journal biology**. v. 69, n. 4, p. 1037-1046, 2009.

KREMER, L. P.; ROCHA, R. M.; ROPER, J. J. An experimental test of the colonization ability in the potentially invasive *Didemnum perlucidum* (Tunicata, Ascidiacea). **Biological invasions**, New York, v. 12, p. 1581–1590, 2010.

LAMBERT, C. C.; LAMBERT, G. Persistence and differential distribution of nonindigenous ascidians in harbors of the Southern California Bight. **Marine ecology progress series**, Ameltinghausen , v. 259, p. 145–161, 2003.

LAMBERT, G. Ecology and natural history of the protochordates. **Canadian journal zoology**, Ottawa, v. 83, p. 34–50, 2005.

LAMBERT, G. Invasive sea squirts: A growing global problem. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 342, p. 3–4, 2007.

LAMBERT, G. Nonindigenous ascidians in tropical waters. **Pacific science**, Honolulu, v. 56, n. 3, p. 291–298, 2002.

MONNIOT, C.; MONNIOT, F. Ascidians from the tropical western Pacific. **Zoosystema**, v. 23, p. 201-383, 2001.

MURRAY, C. C.; THERRIAULT, T. W.; MARTONE, P. T. Adapted for invasion? Comparing attachment, drag and dislodgment of native and nonindigenous hull fouling species. **Biological invasions**, New York, v. 4, p. 1651–1663, 2012.

NANDAKUMAR, K.; TANAKA, M.; KIKUCHI, T. Interspecific competition among fouling organisms in Tomioka Bay, Japan. **Marine ecology progress series**, Amelinghausen , v. 94, p. 43–50, 1993.

OREN, U.; BENAYAHU, Y. Didemnid ascidians: Rapid colonizers of artificial reefs in Eilat (Red Sea). **Bulletin of marine science**, Miami, v. 63, n. 1, p. 199–206, 1998.

OSMAN, R. W.; WHITLATCH, R. B. Predation on early ontogenetic life stages and its effect on recruitment into a marine epifaunal community. **Marine ecology progress series**, Amelinghausen , v. 117, p. 111-126, 1992.

OSMAN, R. W.; WHITLATCH, R. B. The influence of resident adults on recruitment: a comparison to settlement. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 190, p. 169–198, 1995.

OSMAN, R. W.; WHITLATCH, R. B. Variation in the ability of *Didemnum sp.* to invade established communities. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 342, p. 40–53, 2007.

PAULAY, G.; KIRKENDALE, L.; LAMBERT, G.; CHRIS, C. M. Anthropogenic biotic interchange in a coral reef ecosystem: A case study from Guam. **Pacific science**, Honolulu, v. 56, n. 4, p. 403-422, 2002 .

PARRY, D. Chemical properties of the test of ascidians in relation to predation. **Marine ecology progress series**, Amelinghausen, v. 17, p. 279-282, 1984.

POTVIN, C.; LECHOWICZ, M. J.; TARDIF, S. The statistical analysis of ecophysiological response curves obtained from experiments involving repeated measures. **Ecology**, v. 71, p. 1389–1400, 1990.

PROENÇA, L. A. O.; TAMANAHA, M. S.; FONSECA, R. S. Screening the toxicity and toxin content of blooms of the cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* (Ehrenberg) in northeast Brasil. **Journal of venomous animals and toxins including tropical diseases**, v.15, n. 2, p. 205-215, 2009.

QUINN, G.; KEOUGH, M. **Experimental design and data analysis for biologists**. New York, Cambridge University Press, 557p, 2002.

RILOV, G.; CROOKS, J. A. Marine bioinvasions: conservation hazards and vehicles for ecological understanding. p. 03-12. In: RILOV, G.; CROOKS, J. A. **Biological invasions in marine ecosystems**. Ecological studies 204. Springer. New York, Cambridge University Press, 2009.

RODRIGUES, S. A.; ROCHA, R. M. Littoral compound ascidians (Tunicata) from São Sebastião, Estado de São Paulo, Brazil. **Proceedings of the ecological society of Washington**. v.106, n. 4, p. 728-739, 1993.

SATÔ, S.; PARANAGUÁ, M. N.; ESKINAZI, E. On the mechanism of red tide of *Trichodesmium* in the Recife, northeastern Brazil, with some considerations of the relation to the human disease, "Tamandaré Fever", **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 5/6, p. 7- 49, 1963.

STEFANIAK, L. M.; WHITLATCH, R. Life history attributes of a global invader: factors contributing to the invasion potential of *Didemnum vexillum*. **Aquatic biology**, v. 21, p. 221–229, 2014.

TAKEARA, R.; LOPES, J. L. C.; LOPES, N. P.; JIMENEZ, P. C.; COSTA-LOTUFO, L. V.; LOTUFO, T. M. C. Constituintes químicos da ascídia *Didemnum psammatodes* (Sluiter, 1895) coletada na costa cearense. **Química nova**, v. 30, n. 5, p. 1179-1181, 2007.

VALENTINE, P. C.; CARMAN, M. R.; BLACKWOOD, D. S.; HEFFRON, E. J. Ecological observations on the colonial ascidian *Didemnum* sp. in a New England tide pool habitat. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 342, p. 109–121, 2007.

VIEIRA, E. A.; DUARTE, L. F.; DIAS, G. M. How the timing of predation affects composition and diversity of species in a marine sessile community? **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 412, p. 126–133, 2012.

VITULE, J. R. S.; POZENATO, L. P. Homogeneização biótica: Misturando organismos em um mundo pequeno e globalizado. **Estudos de biologia: Ambiente e diversidade**, v. 34, n. 83, p. 239-245, 2012.

CAPÍTULO III

INFLUÊNCIA DA POPULAÇÃO DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum psammatodes* (SLUITER, 1985) (TUNICATA: ASCIDIACEA) SOBRE A COMUNIDADE INCRUSTANTE EM PLACAS EXPERIMENTAIS NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE.

7. CAPÍTULO III

INFLUÊNCIA DA POPULAÇÃO DA ASCÍDIA COLONIAL *Didemnum psammatodes* (SLUITER, 1985) (TUNICATA: ASCIDIACEA) SOBRE A COMUNIDADE INCRUSTANTE EM PLACAS EXPERIMENTAIS NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SUAPE-PE.

7.1. INTRODUÇÃO

A comunidade bentônica incrustante desempenha importante papel ecológico no ambiente marinho, principalmente na disputa dos diversos organismos pela ocupação do substrato (AGIUS, 2007; FREESTONE et al., 2011; VIEIRA et al., 2012). Trata-se de um nicho ocupado por espécies r-estrategistas, pois apresentam alta capacidade de colonização (investem na reprodução), têm prole grande, tamanho corporal pequeno, possuem curto período de vida e se aproveitam dos recursos disponíveis no ambiente (BEGON et al., 2008; ODUM e BARRETT, 2008; ZAIKO et al., 2014).

Dentre os organismos incrustantes, as ascídias são aqueles com alto poder competitivo, dependem do substrato duro para crescerem, reproduzirem e utilizam diferentes estratégias reprodutivas (sexuadas e assexuadas) na disputa por sua ocupação (LAMBERT, C., 2005; LAMBERT, G., 2005; AGIUS, 2007; LINDEYER e GITTEBERGER, 2011). Apesar de serem organismos sésseis e de baixa capacidade de dispersiva, algumas espécies de ascídias apresentam distribuição bastante ampla, sendo possível encontrar a mesma espécie em diferentes oceanos, podendo ter sido transportada de forma acidental por intervenção humana (JOHNSTON, et al., 2009). São conhecidas cerca de 3.000 espécies de ascídias e os representantes da família Didemnidae apresentam o maior número de espécies conhecidas, com cerca de 580 espécies (SHENKAR e SWALLA, 2011). Algumas apresentam distribuição bastante ampliada como é o caso da espécie *Didemnum vexillum* Kott, 2001, uma ascídia que tem se alastrado por quase todo o mundo, ocupando extensas faixas de substratos naturais e artificiais. Esta espécie foi transportada e introduzida acidentalmente e tem causado sérios impactos econômicos e ecológicos nos ecossistemas em que foi introduzida (VALENTINE et al., 2007; LAMBERT, 2009; FLETCHER et al., 2013).

A introdução de espécies não nativas é uma das principais causas da diminuição da diversidade, sendo responsáveis em alguns ambientes pela homogeneização biótica (MCKINNEY e LOCKWOOD, 1999; OLDEN, 2006; KIMBRO et al., 2013). A homogeneização biótica descreve o processo pelo qual as invasões de espécies e extinções aumentam a semelhança genética, taxonômica ou funcional de dois ou mais biotas ao longo de um intervalo de tempo especificado (OLDEN, 2006). Portanto, é de fundamental importância conhecer o papel ecológico de espécies não nativas nos ecossistemas em que estejam inseridas, a fim de desenvolver métodos adequados para a prevenção, detecção para que possa ser realizado o manejo adequado dos ecossistemas afetados (MCKENZIE et al., 2016).

Neste contexto, outra espécie de Didemnidae tem despertado especial atenção no que se refere ao conhecimento de sua ecologia, trata-se da ascídia colonial *Didemnum psammatores* (Sluiter, 1895). Esta espécie apresenta uma ampla distribuição nos oceanos tropicais, não apresenta especificidade de substrato e, até o momento, não se conhecem os potenciais impactos de seu estabelecimento nos habitats em que foi introduzida (FOFONOFF et al., 2003).

Apesar de se conhecer importantes aplicabilidades científicas como ação antibacteriana e antimicrobiana de *D. psammatores* (KARTHIKEYAN et al., 2009; MOHAMED e ANANTHAN, 2009) não é possível encontrar informações ecológicas suficientes para saber qual o impacto de sua introdução nas comunidades onde foi inserida. Por tanto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar qual a influência de *D. psammatores* na comunidade incrustante, verificar se sua presença pode causar redução da diversidade e conseqüentemente uma possível homogeneização biótica no ambiente analisado.

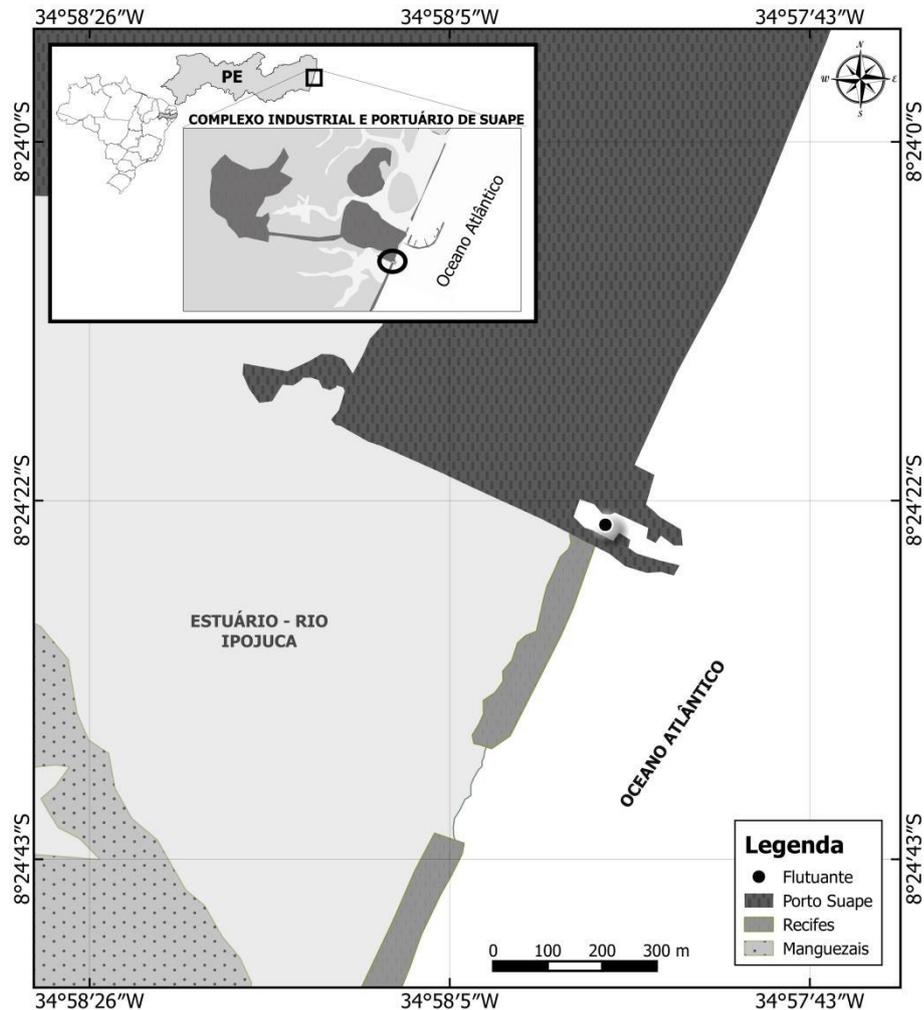
7.2. MATERIAL E MÉTODOS

7.2.1. Trabalho de campo

O presente trabalho foi realizado no canal de captação de água da termoelétrica de Pernambuco, na região Portuária de Suape, localizada na cidade de Ipojuca, litoral Sul do Estado de Pernambuco, distante cerca de 40 km da Cidade do Recife, capital pernambucana (Fig.1).

Para avaliar a influência de *D. psammátodes*, sobre a comunidade incrustante foi montando um experimento utilizando placas de PVC instaladas em um flutuante e dispostas a 1,5m da superfície da água dentro do canal de captação de água da termoelétrica. Para tanto foram instaladas 12 placas medindo 12 x 12 cm na posição horizontal. Seis delas foram manipuladas quinzenalmente para retirada de colônias de *D. psammátodes* enquanto que em outras seis não foram retiradas colônias desta ascídia, como placas controle, permitindo seu crescimento e competição com os organismos nas placas, para avaliar seu impacto sobre a riqueza dos organismos.

Figura 1. Região Portuária de Suape. Localização da área de instalação do flutuante com placas experimentais no canal de captação de água da usina termoeletrica.



Fonte: Gledson Ferreira

As amostragens foram não destrutivas, onde cada placa experimental foi retirada mensalmente do flutuante colocada em uma cuba plástica com água do mar, fotografada e depois reconduzida ao flutuante para ser fixada e analisada no mês posterior. As imagens obtidas em campo eram então transferidas ao computador e analisadas utilizando o Software CPCe 4.1 "*Coral point count extension for excel*", que computou o número de indivíduos cobrindo uma área previamente selecionada das imagens, as quais foram lançados 100 pontos aleatórios para cada foto analisada. Os táxons conhecidos foram identificados nas fotografias em cada ponto analisado e aqueles de difícil identificação foram amostrados em campo e identificados em laboratório. O experimento foi conduzido durante o período de seis meses (180 dias) entre os meses de outubro de 2014 a

março de 2015. Para os períodos estudados foram analisados os regimes de chuvas da região com dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (<http://www.apac.pe.gov.br/>), tomando como posto de observação a barragem do Porto de Suape.

7.2.2. Análise Estatística

Para avaliar como a remoção de *D. psammátodes* afetaria a riqueza de espécies na comunidade incrustante foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) de amostras repetidas para comparar a riqueza de espécies entre o controle e o tratamento ao longo dos seis meses de amostragem. Valores de p foram corrigidos pela correção de Greenhouse-Geisser para reduzir eventuais desvios da premissa de esfericidade.

Durante o mês de maior cobertura por *D. psammátodes* também foi testado, para as placas controle, como a cobertura de *D. psammátodes* afetaria a riqueza de espécies, através de uma regressão linear simples.

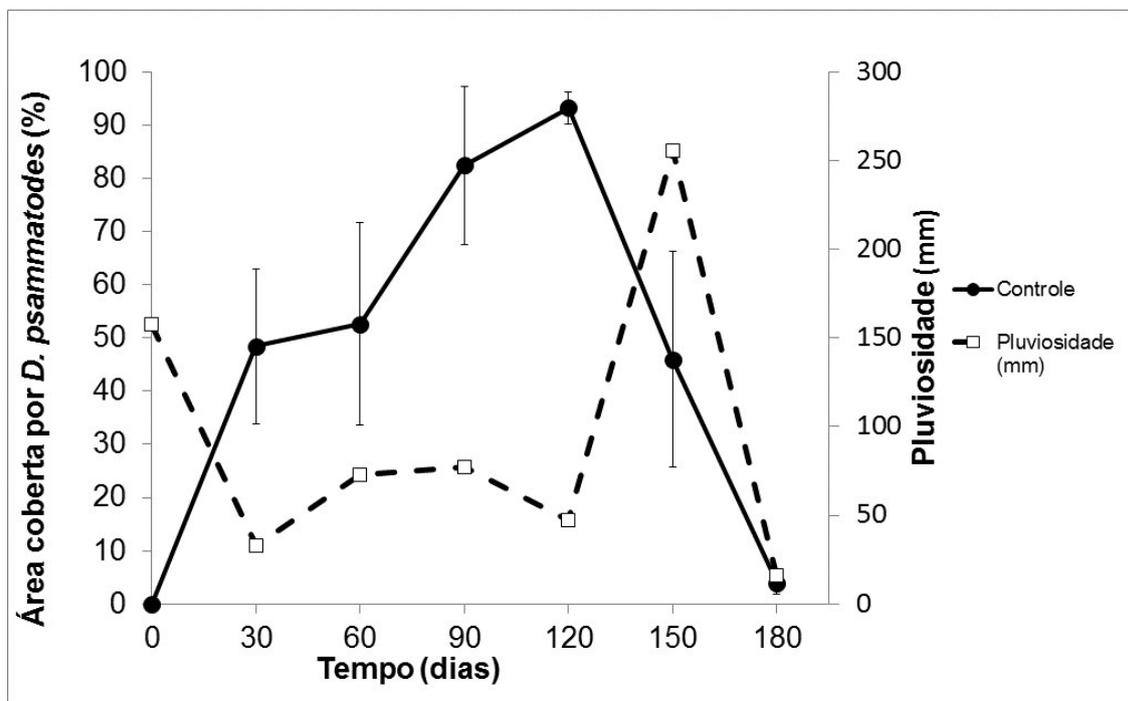
Para avaliar como a remoção de *D. psammátodes* afetaria a estrutura da comunidade, a partir do percentual de cobertura de cada espécie por unidade amostral transformando para o arco-seno da raiz quadrada, foi montada uma matriz de similaridade entre amostras utilizando distância de Bray-Curtis e um teste de análise de variância permutacional (PERMANOVA) com 999 permutações, usando o tratamento (manipulada ou controle) como variável preditora.

7.3. RESULTADOS

A comunidade incrustante que assentou nas placas foi composta pelas ascídias *Didemnum psammatoles* (Sluiter, 1885), *Didemnum perlucidum* Monniot, 1983, *Symplegma rubra* Monniot C., 1972, *Didemnum cineraceum* (Sluiter, 1898), pelo octocoral *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860), poliquetas Spirorbidae, cirripédios *Balanus trigonus* (Darwin, 1854), pólipos do coral *Favia gravida* (Verril, 1868), recrutas de esponja, briozoários arborescentes *Savignella lafontii* (Audouin, 1826), uma espécie de briozoário incrustante não identificada, algas calcárias e a cianofíceia *Trichodesmium erythraeum* (Ehrenberg, 1830).

A área ocupada por *D. psammatoles* aumentou ao longo do experimento, apresentando uma rápida cobertura, com a espécie recobrando 50% do substrato disponível após 60 dias e até 93% da área disponível após 120 dias. Entretanto, após os 120 dias houve uma rápida redução da cobertura das colônias de *D. psammatoles* associada ao aumento da precipitação pluviométrica na região de Suape (Fig.2).

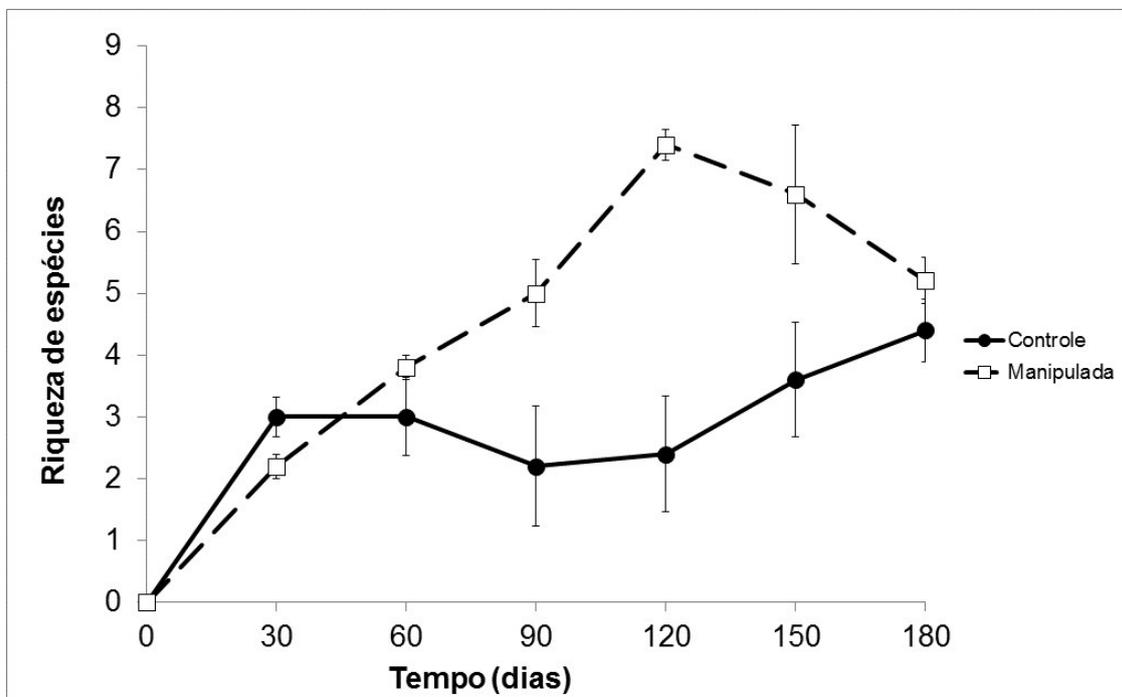
Figura 2. Percentual de cobertura de *D. psammatoles* e pluviosidade no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE.



Fonte: Gledson Ferreira

Quando se avaliou o efeito da dominância de *D. psammatoles* sobre a riqueza da comunidade incrustante, observou-se que a ascídia limitou a riqueza de espécies nas placas controle após 90 e 120 dias. Nesses períodos, as comunidades nas quais as colônias de *D. psammatoles* não foram removidas, suportaram uma média de 2,2 e 2,4 espécies respectivamente, enquanto que as placas em que foram removidas (manipuladas) suportaram uma maior riqueza de espécies, apresentando em média 5,0 e 7,4 espécies (Fig.3) (Tab. 1).

Figura 3. Riqueza de espécies nos dois tratamentos (manipulado e controle) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE.



Fonte: Gledson Ferreira

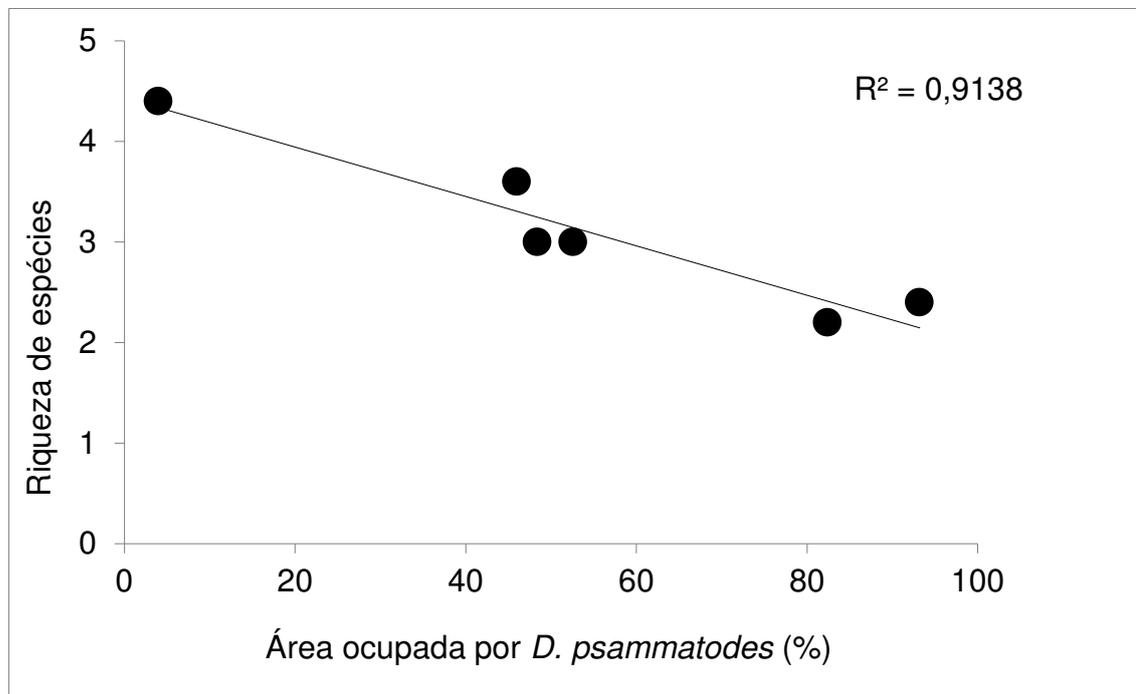
Tabela 1. Resultado da análise de variância de medidas repetidas (ANOVA) mostrando as diferenças na riqueza de espécies nos dois tratamentos (manipulado e controle) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE. GL=Grau de liberdade, QM=Quadrado médio, F=Valor de F, P =Valor de P.

Fonte	GL	QM	F	P
Tratamento	1	48,6	19,375	0,002
Erro	8	2,5		
Tempo	5	9,3	4,259	0,023
Tempo x Tratamento	5	11,8	5,411	0,010
Erro	40	2,19		

Fonte: Gledson Ferreira

Após 120 dias, foi observado que quanto maior a cobertura de *D. psammátodes*, menor a riqueza de espécies (Fig. 4).

Figura 4. Regressão entre a área ocupada por *D. psammátodes* e a riqueza de espécies após 120 dias no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE.



Fonte: Gledson Ferreira

O efeito de *D. psammátodes* sobre a comunidade variou no tempo (dias), uma vez que apenas após 30 dias ($p < 0,032$), 90 ($p < 0,009$) e 120 dias ($p < 0,01$) as comunidades manipuladas e controle diferiram em suas estruturas. Após 150 e 180

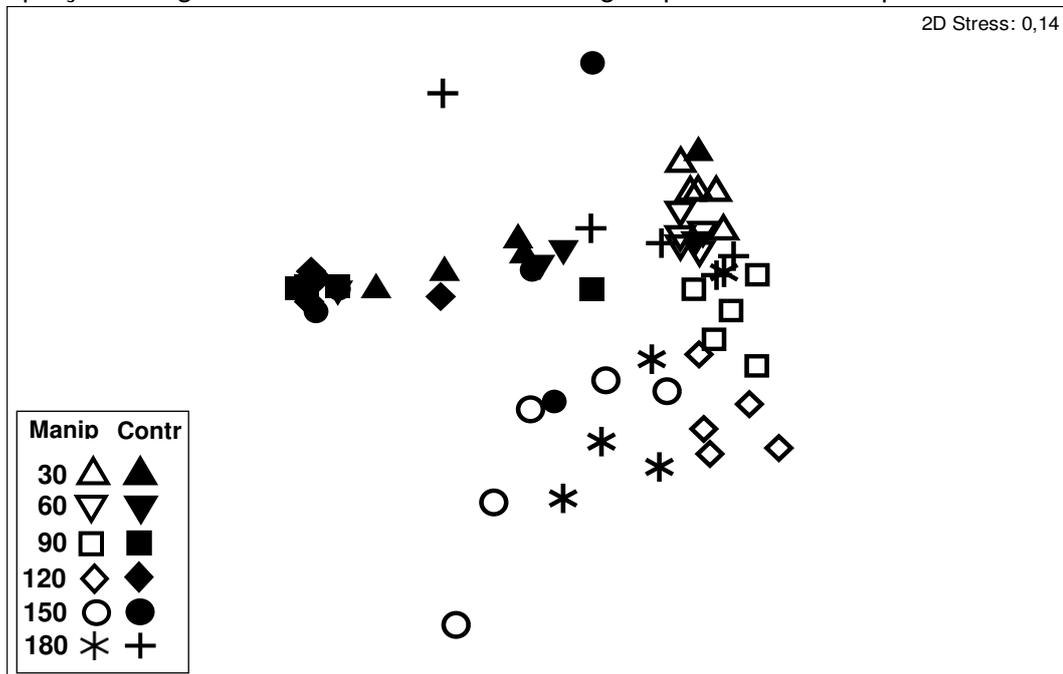
dias, período após a intensa chuva, os dois tratamentos não diferiram quanto à estrutura da comunidade (Tab. 2) (Fig. 5).

Tabela 2. PERMANOVA mostrando as diferenças na comunidade ao longo do tempo e tratamentos no canal de captação de água da usina termoeétrica na região portuária de Suape - PE.

Fonte	GL	QM	Pseudo-F	P
Tempo	5	5404,3	4,72	0,001
Tratamentos	1	3842,1	33,53	0,001
Tempo x tratamentos	5	3794,5	3,31	0,001
Residual	48	1145,6		

Fonte: Gledson Ferreira

Figura 5. Escalonamento multidimensional não métrico (nmDS) representando amostras das placas controle e manipuladas ao longo de 180 dias no canal de captação de água da usina termoeétrica na região portuária de Suape-PE.



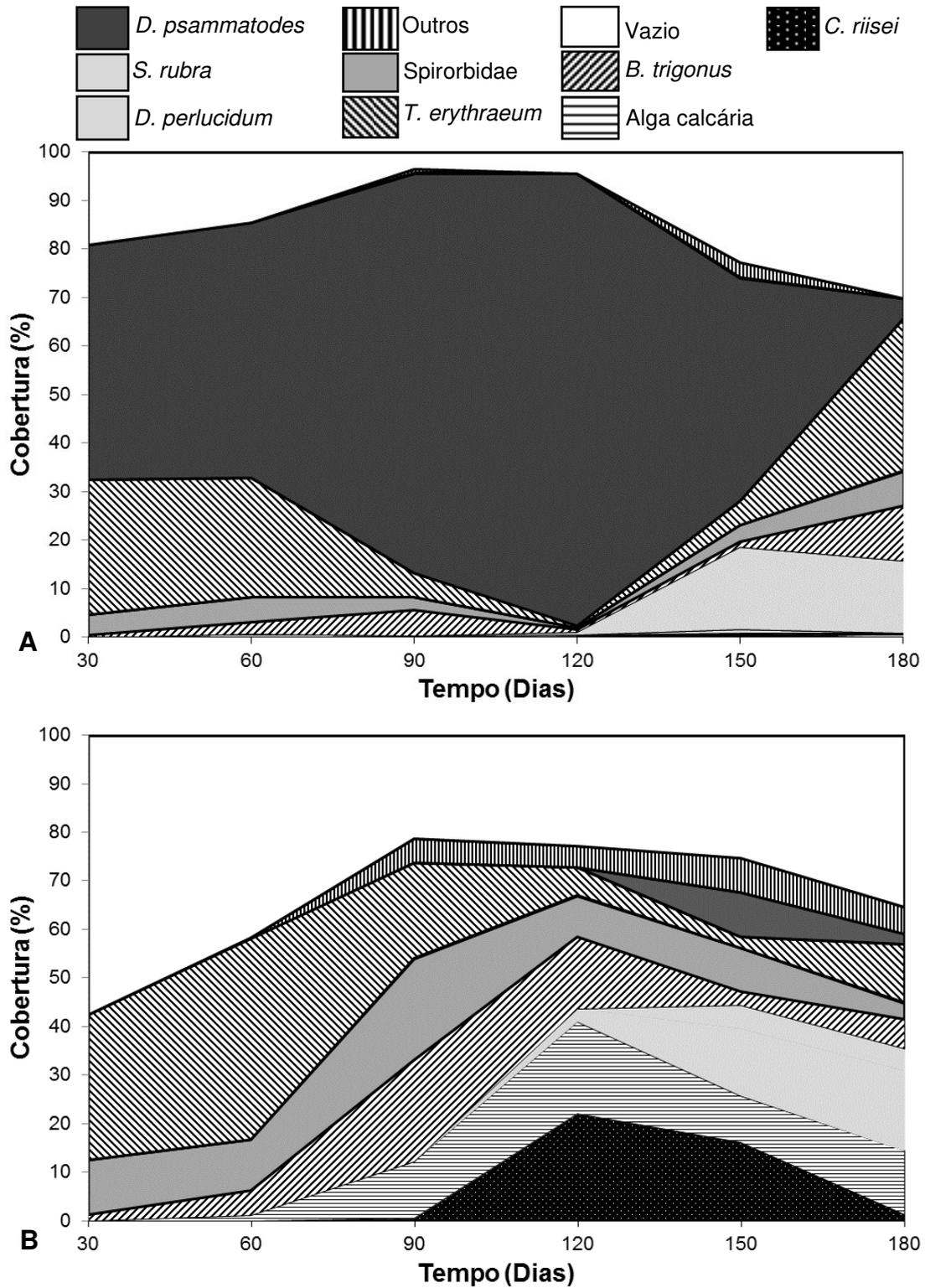
Fonte: Gledson Ferreira

A espécie *D. psammotodes* apresentou um rápido recobrimento inicial, dominando 48% do substrato nas placas controle desde nos primeiros 30 dias de experimento. Competiu inicialmente pelo espaço com a cianofícea *Trichodesmium*

erythraeum que recobriu em média 28% do substrato disponível. A cobertura de *D. psammatores* aumentou após 60, 90 até 120 dias, quando houve maior monopolização do substrato, com a espécie recobrindo em média 95% do substrato (Fig. 5). Após esse período houve um acentuado declínio na área recoberta por *D. psammatores*, a qual recobriu apenas 4% do substrato no final do experimento. Esta rápida redução das colônias resultou na abertura de espaços vazios, facilitando a ocorrência de espécies mais tolerantes a essa alteração ambiental, tais como as ascídias coloniais *Symplegma rubra* e *D. perlucidum*, o octocoral *Carijoa riisei*, o cirripédio *B. trigonus*, poliquetos Spirorbidae e a cianofíceia *T. erythraeum* (Fig. 6A).

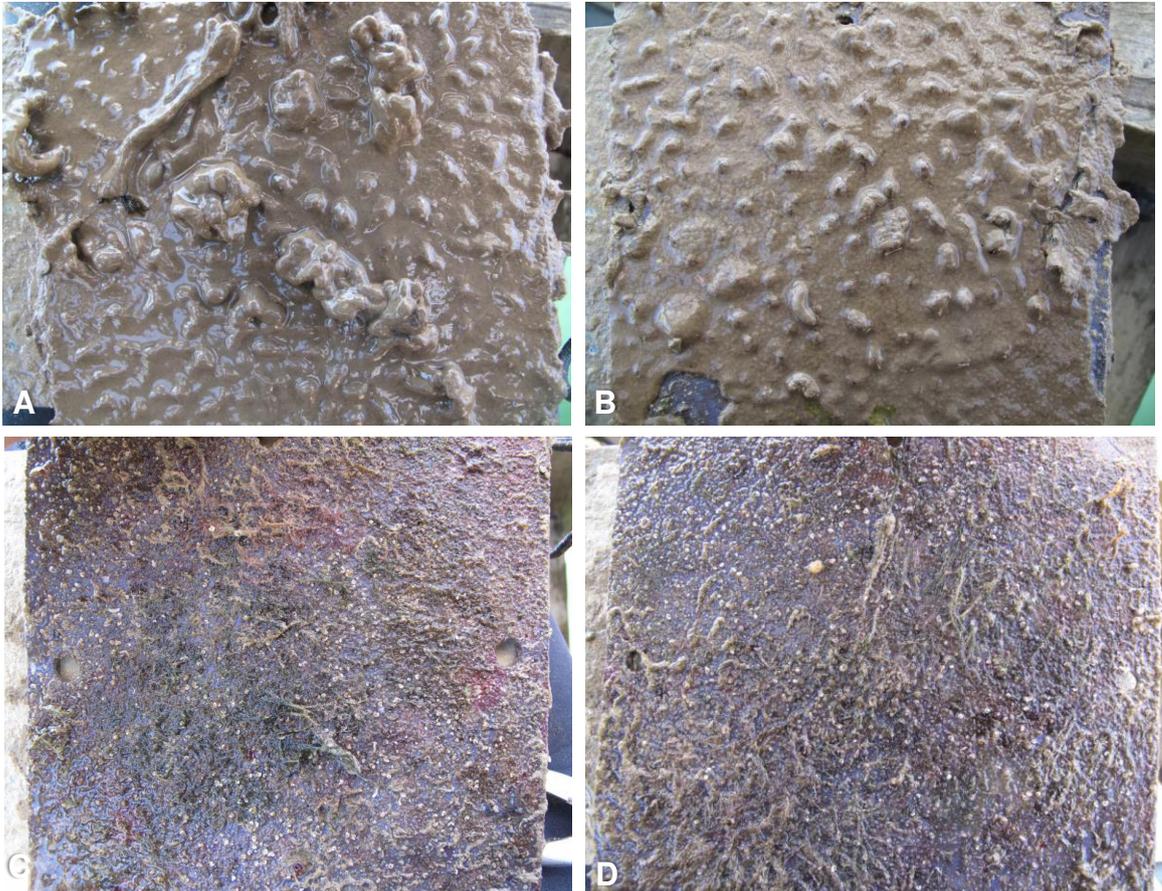
As comunidades, nas quais *D. psammatores* foi removido, mostraram-se diferentes daquelas em que *D. psammatores* dominou, apresentando além de uma maior riqueza após 90 e 120 dias (Fig. 3), também uma ocupação mais equitativa dos organismos ao longo de todo estudo, estando menos sujeitas a variações abruptas em sua organização (Fig.6B).

Figura 6. Cobertura dos organismos para os tratamentos de placas controle (A) e manipuladas (B) no canal de captação de água da usina termoeletrica na região portuária de Suape-PE.



Fonte: Gledson Ferreira

Figura 7. Imagens da cobertura dos organismos em 120 dias de imersão para os tratamentos de placas controle (A e B, cobertas por *D. psammatores*) e manipuladas (B e C) no canal de captação de água da usina termoelétrica na região portuária de Suape - PE.



Fonte: Gledson Ferreira

7.4. DISCUSSÃO

Existe uma grande preocupação com o potencial que as ascídias do gênero *Didemnum* possuem para se tornarem invasoras, o que resulta em parte de traços ecológicos compartilhados com outros invasores marinhos, como a capacidade de cobrir outras espécies, altas taxas reprodutivas e de crescimento, capacidade de se distribuir por fragmentação, tolerância a uma vasta gama de condições ambientais, aparente falta de predadores e a capacidade de sobreviver nos habitats dominados por humanos (LODGE, 1993). Essas características foram observadas na ascídia colonial *D. psammátodes*, que se mostrou ser uma espécie monopolizadora do substrato das placas controle, com potencial para dominar a cobertura e limitar a riqueza de espécies no substrato em que se estabeleceu. Comportamentos semelhantes foram observados por Oliveira Filho (2010) e Farrapeira (2011) que observaram uma elevada biomassa de *D. psammátodes* recobrando vários organismos em pilastras portuárias, causando a mortalidade de muitos incrustantes suspensívoros e filtradores, tais como esponjas, bivalves, poliquetos e cirrípedes que ocupavam a faixa do mediolitoral até 2 metros de profundidade.

Outra característica interessante observada por Jaffar et al. (2016) em seus estudos, foi o fato de *D. psammátodes* demonstrar não ter preferência em relação ao substrato, ocupando tanto os substratos naturais (algas, pedaços de corais, conchas de moluscos, esponjas, banco de mexilhões) bem como estruturas feitas pelo homem (rochas de construção, caixas de criação de ostras, casco de embarcações, blocos de cimento, entre outros). Além disso, Jaffar et al. (2016) averiguaram parâmetros hidrológicos como salinidade, temperatura e mostraram que parâmetros ambientais não afetavam a ocorrência de *D. psammátodes*, apresentando salinidades que variaram entre mínima de 30,1 e máxima 34,5. Diferente de Jaffar et al. (2016), no presente trabalho foi verificado que nos meses estudados, os fatores hidrológicos (precipitação pluviométrica) limitaram a cobertura de *D. psammátodes*, permitindo assim um aumento da riqueza nas placas controle. A região chegou a receber mais de 250 mm de chuvas após os 150 dias, o que ocasionou o carreamento de um grande aporte de água doce para a região do Rio Ipojuca (rio localizado ao lado do local do experimento), onde a salinidade pode alcançar 25,4 nos períodos de chuvas fazendo com que as colônias praticamente desaparecessem das placas nos dias após chuvas. Segundo Lambert (2003),

fatores ambientais podem promover um crescimento ou um declínio de populações não nativas, fazendo com que sejam mais persistentes no ambiente, aguardando as condições ideais para seu restabelecimento.

O sucesso do estabelecimento de espécies não nativas durante cenários de mudanças climáticas tem sido amplamente discutido e tem levantado preocupação na comunidade científica do mundo, pois, além dos impactos produzidos por mudanças no clima, predições sobre o impacto das invasões biológicas demonstram que pode haver um declínio da biodiversidade mundial ou até mesmo o colapso em vários ecossistemas marinhos (DUKES e MOONEY, 1999; STACHOWICZ, 2002; OCCHIPINTI-AMBROGI, 2007; HOEGH-GULDBERG et al., 2008; WILLIS et al., 2010). Portanto, neste cenário de mudanças climáticas, já mencionado por muitos autores, caso ocorram longos períodos de estiagem, poderá favorecer o maior desenvolvimento de *Didemnum psammatoedes*, uma vez que demonstrou ser dominante neste período.

Deste modo, no presente estudo o fator ambiental, foi o único limitante para inibir o crescimento de *D. psammatoedes*, capaz de realizar seu controle até que inicie um novo período de estiagem, assim, reiniciando o sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGIUS, B. P. Spatial and temporal effects of pre-seeding plates with invasive ascidians: Growth, recruitment and community composition. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 342, p. 30–39, 2007.

JAFFAR, H. A.; AKRAM, A. S.; ARSHAN, M. L. K.; SIVAKUMAR, V.; TAMILSELVI, M. Distribution and invasiveness of a colonial ascidian, *Didemnum psammathodes*, along the southern Indian coastal water. **Oceanologia**, v.58, n. 3, p. 212-220, 2016.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia. De Indivíduos a Ecossistemas**. 4ª ed, Porto Alegre, Artmed, 2007.

DUKES, J. S.; MOONEY, H. A. Does global change increase the success of biological invaders? **Trends in ecology e evolution**, Amsterdam, v. 14, n. 4, p. 135–139, 1999.

FARRAPEIRA, C. M. R. Análise da biota portuária estuarina do Nordeste brasileiro para detecção de espécies introduzidas. **Tese** (Doutorado em Oceanografia), UFPE, 209 p., Recife, 2011.

FLETCHER, L. M.; FORREST, B. R.; BELL, J. J. Natural dispersal mechanisms and dispersal potential of the invasive ascidian *Didemnum vexillum*. **Biological invasions**, New York, v. 15 n.3, p. 627-643, 2013.

FOFONOFF, P.W.; RUIZ, G.M.; STEVES, B.; CARLTON, J. T. **National exotic marine and estuarine species information system**. 2003. Disponível em: <<http://invasions.si.edu/nemesis/>> Acesso em: 10/05/2016.

FREESTONE, A. I.; OSMAN, R. W.; RUIZ, G. M.; TORCHIN, M. E. Stronger predation in the tropics shapes species richness patterns in marine Communities. **Ecology**, Tempe, v. 92, n. 4, p. 983–993, 2011.

HOEGH-GULDBERG, O.; HUGHES, L.; MCINTYRE, S.; LINDENMAYER, D. B.; PARMESAN, C.; POSSINGHAM, H. P.; THOMAS, C. D. Assisted colonization and rapid climate change. **Journal science**, Washington, v. 321, n. 5887, p. 345-346, 2008.

JOHNSTON, E. L.; PIOLA, R. F. GRAEME, F. C. The role of propagule pressure in invasions success, p.133-151. In: RILOV, G.; CROOKS, J. A. (Eds). **Biological invasions in marine ecosystems**: Ecological, management and geographic perspectives. Vol. 204, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 2009.

KARTHIKEYAN, M. M.; ANANTHAN, G.; BALASUBRAMANIAN, T. Antimicrobial Activity of crude extracts of some ascidians (Urochordata: ascidiacea), from Palk Strait, (Southeast Coast of India). **World journal of fish and marine sciences**, v. 1 n. 4, p. 262-267, 2009.

KIMBRO, D. L.; CHENG, B. S.; GROSHOLZ, E. D. Biotic resistance in marine environments. **Ecology letters**, v.16, p. 821–833, 2013.

KOTT, P. M. The Australian Ascidiacea. Part 4: Aplousobranchia (3), Didemnidae. **Memoirs Queensland Museum**, v. 47, n. 1, p. 1–407, 2001.

LAMBERT, C.; LAMBERT, G. Persistence and differential distribution of nonindigenous ascidians in harbors of the Southern California Bight. **Marine ecology progress series**, Amelinghausen, v. 259, p. 145-161, 2003.

LAMBERT, C. Historical introduction, overview, and reproductive biology of the protochordates. **Canadian journal of zoology**, Ottawa, v. 83, p. 1–7, 2005.

LAMBERT, G. Adventures of a sea squirt sleuth: unraveling the identity of *Didemnum vexillum*, a global ascidian invader. **Aquatic invasions**, Saint Petersburg, v. 4, n. 1, p. 5-28, 2009.

LAMBERT, G. Ecology and natural history of the protochordates. **Canadian journal of zoology**, Ottawa, v. 83, n. 1, p. 34–50, 2005.

LINDEYER, F.; GITTENBERGER, A. Ascidians in the succession of marine fouling communities. **Aquatic invasions**, Saint Petersburg, v. 6, n. 4, p. 421–434, 2011.

LODGE, D. M. Biological invasions: Lessons for ecology. **Trends in ecology & evolution**, Amsterdam, v. 8, n. 4, p.133-137, 1993.

MCKENZIE, C. H.; MATHESON, K.; CAINES, S.; WELLS, T. Surveys for non-indigenous tunicate species in Newfoundland, Canada (2006 – 2014): a first step towards understanding impact and control. **Management of biological invasions**, v. 7, n. 1, p. 21–32, 2016.

MCKINNEY, M. L.; LOCKWOOD, J. L. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. **Trends in ecology & evolution**, Amsterdam, v. 14, n.11, 1999.

MOHAMED, H. S.; ANANTHAN, G. Antimicrobial activity of the crude extracts of compound ascidians, *Didemnum candidum* and *Didemnum psammathodes* (Tunicata: Didemnidae) from Mandapam (South East Coast of India). **Current research journal of biological sciences**, v.1, n. 3, p. 168-171, 2009.

OCCHIPINTI-AMBROGI, A. Global change and marine communities: Alien species and climate change. **Marine pollution bulletin**, Oxford, v. 55, n. 7–9, p. 342–352, 2007.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. 4^a ed, São Paulo: Cengage Learning. 612 p, 2008.

OLDEN, J. D. Biotic homogenization: a new research agenda for conservation biogeography. **Journal of biogeography**, v. 33, n. 12, p. 2027-2030, 2006.

OLIVEIRA FILHO, R. R. Caracterização das ascídias em regiões portuárias do Ceará. **Dissertação**, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 111 p., 2010.

SHENKAR, N.; SWALLA, B.J. Global Diversity of Ascidiacea. **Plos One**, San Francisco, v. 6, n. 6, 2011.

STACHOWICZ, J. J.; TENWINS, J. R.; WHITLATCH, R. B.; OSRNANN, R. W. Linking climate change and biological invasions: Ocean warming facilitates nonindigenous species invasions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, n. 24, p. 15497-15500, 2002.

VALENTINE, P.C.; CARMAN, M. R.; BLACKWOOD, D. S.; HEFFRON, E. J. Ecological observations on the colonial ascidian *Didemnum* sp. in a New England tide pool habitat. **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 342, p. 109–121, 2007.

VIEIRA, E. A.; DUARTE, L. F. L.; DIAS, G. M. How the timing of predation affects composition and diversity of species in a marine sessile community? **Journal of experimental marine biology and ecology**, Amsterdam, v. 412, p. 126–133, 2012.

WILLIS, C. G.; RUHFEL, B. R.; PRIMACK, R. B.; MILLER-RUSHING, A. J.; LOSOS, J. B.; DAVIS, C. C. Favorable climate change response explains non-native species' success in Thoreau's Woods. **Plos one**, San Francisco, v. 5, n. 1, e8878, 2010.

ZAICO, A.; MINCHIN, D.; OLENIN, S. "The day after tomorrow": anatomy of an 'r' strategist aquatic invasion. **Aquatic invasions**, Saint Petersburg, v. 9, n. 2, p. 145–155, 2014.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos objetivos traçados e dos resultados encontrados, pode-se elencar as seguintes considerações:

O recrutamento de *D. psammátodes* ocorreu no período de verão, entre os meses de outubro de 2013 e maio de 2014. Durante o estudo foi possível verificar que a predação apresentou efeito no recrutamento e a estratégia observada para assentar e se manter no substrato foi o agregamento e fusão de colônias. A competição com a cianofícea tóxica *Trichodesmium erythraeum* e o aporte de água doce são dois possíveis limitantes para o recrutamento de *D. psammátodes*.

A estrutura da comunidade incrustante na região portuária de Suape foi fortemente influenciada pela ascídia *D. psammátodes* que foi dominante nos meses de maior estiagem, enquanto que no período de maiores precipitações esta espécie não foi dominante. Além disso, o grande desenvolvimento da cianofícea *T. erythraeum* nesses meses chuvosos, recobrando as placas, limitou seu crescimento. Foi constatado que a predação não controla o crescimento das colônias de *D. psammátodes* já estabelecidas, apenas as precipitações pluviométricas, com consequente aumento da colonização da cianofícea, foram capazes de limitar seu crescimento e domínio na comunidade incrustante.

A ascídia *D. psammátodes* foi capaz de monopolizar o substrato reduzindo a riqueza de espécies nas comunidades, consequentemente, podendo causar um grande impacto na biodiversidade da área através da exclusão competitiva sobre os organismos autóctones.

Pensando-se em uma estratégia de controle desta espécie, o momento ideal para o desenvolvimento de ações que possam controlar seu crescimento, seria durante os períodos chuvosos, onde há um grande declínio da população. Sua remoção do substrato poderia impedir um aumento dessas colônias com o retorno da estação seca, devido a sua persistência no ambiente após o estresse hidrológico.