



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

LAIANNE DOS SANTOS PROTASIO

**INFLUÊNCIA DA COMUNIDADE INCRUSTANTE NO
RECRUTAMENTO DE *HETEROPIA* SP., UMA ESPONJA
EXÓTICA NO LITORAL BRASILEIRO.**

Salvador
2018

LAIANNE DOS SANTOS PROTASIO

**INFLUÊNCIA DA COMUNIDADE INCRUSTANTE NO
RECRUTAMENTO DE *HETEROPIA SP.*, UMA ESPONJA
EXÓTICA NO LITORAL BRASILEIRO.**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof.^aDr.^a Fernanda Fernandes Cavalcanti

Salvador
2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus porque sei que cheguei até aqui graças a Ele. Aos meus pais, que sempre me apoiaram, acreditaram em mim e me incentivaram em toda minha vida a buscar o melhor. Esse trabalho e os futuros eu dedico a eles, Levy e Marilda.

A minha irmã, Larissa, que incrivelmente fala tudo que preciso ouvir. Obrigada por sempre estar comigo.

A minha família é o meu alicerce, então agradeço a todos eles. Em especial, à minha avó Marize, por todas as orações e amor em toda minha vida. E à minha prima Rayara por todo o apoio e ajuda no meu trabalho.

A minha orientadora Fernanda Cavalcanti, que aceitou me orientar e realmente pude conhecer o real significado disso. Obrigada pelas reuniões, pela escuta, esclarecimentos, e todo conhecimento compartilhado durante a construção desse trabalho.

Ao meu tutor, Cleslei, pela paciência e ajuda. Obrigada por todo apoio para que eu conseguisse encerrar esse ciclo tão importante.

A Socicam e ao Terminal Turístico Náutico da Bahia, que permitiram a realização do experimento. A toda equipe da operadora de mergulho Shark Dive pelo apoio logístico na triagem das placas. A FAPESB pelo financiamento do projeto e a Sergio Lobo do TTNB que ficou “de olho” em minhas placas.

Aos meus professores de graduação, pelos ensinamentos ao longo da minha vida acadêmica. Agradeço em especial a Hebe Queiroz, Guilherme Lessa, Vanessa Hatje, José Maria Landim e Miguel Accioly.

Ao LABESP, pela família que se tornaram para mim. Nesse laboratório todos comemoram o sucesso do outro e realmente todos se ajudam. Em especial agradeço ao pessoal da noite, que me fizeram companhia. E desconheço um laboratório que mais realiza festas de aniversário.

As minhas amigas Karina, Ludmila, Giovanna, e Lorena pelo apoio em todos os momentos.

A minha amiga que a faculdade me presenteou Rebeca, que esteve comigo em toda minha graduação. A nossa amizade nos momentos de aflição tornava tudo mais fácil.

E a turma de 2013, pela união. É tão inacreditável que pessoas tão diferentes se tornaram tão unidas. Mas provamos o incrível! Acredito que todos serão grandes profissionais e sei que cada um seguirá seu caminho, mas com certeza permaneceremos nos encontrando.

*"O coração do sábio adquire o conhecimento, e
o ouvido do sábio busca a ciência."*

Provérbios 18:15

RESUMO

A habilidade das larvas na seleção do substrato durante a colonização é essencial para o sucesso dos invertebrados bentônicos sésseis. E diversos fatores como a predação, a competição por espaço, o distúrbio por eventos bióticos e abióticos e interações ecológicas, criam um conjunto de elementos em que os organismos se esforçarão para crescer e reproduzir. Nos últimos anos foi verificado a presença da esponja *Heteropia* sp. uma espécie introduzida no litoral brasileiro, pois não era observada em Salvador e passou a ser encontrada em substratos artificiais no Terminal Turístico Náutico da Bahia (TTNB), característico de espécies introduzidas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a habilidade de colonização da *Heteropia* sp. em substratos artificiais previamente colonizados e virgens. Foram imersas no TTNB, placas de recrutamento com três tipos de tratamentos (tratamento Triadas – substrato previamente colonizado e do qual todas as Calcareas foram removidas, tratamento Virgens – substrato virgem e Controle - permaneceram todo o tempo imersas e não foram triadas). E após a imersão fotografias foram tiradas para verificação da área de cobertura de todos grandes grupos de organismos, com o intuito de analisar possíveis influências no recrutamento das esponjas. Nossos resultados não tiveram diferenças significativas entre os tratamentos para a *Heteropia* sp. e também para outras Calcareas. Sugerindo que aparentemente as esponjas da classe Calcarea não tem preferência.

Palavras-chave: Recrutamento; Calcareas; *Heteropia* sp.; Comunidade incrustante; Espécies introduzidas

ABSTRACT

The ability of larvae in substrate selection during colonization is essential for the success of sessile benthic invertebrates. And various factors such as predation, competition for space, disturbance by biotic and abiotic events and ecological interactions, create a set of elements in which organisms will strive to grow and reproduce. In the last years the sponge *Heteropia* sp. a species introduced in the Brazilian coast, since it was not observed in Salvador and was found in artificial substrates in the Bahia Nautical Tourist Terminal (TTNB), characteristic of introduced species. Thus, the objective of this work was to verify the colonization ability of *Heteropia* sp. on previously colonized and virgin artificial substrates. Were immersed in TTNB, recruitment plates with three different treatments (treatment Triates - substrate previously colonized and from which all Calcareae were removed, treatment new - clean substrate and Control - remained all the time immersed and were not sorted). And after the immersion photographs were taken to verify the coverage area of all large groups of organisms, in order to analyze possible influences in the recruitment of sponges. Our results did not show significant differences between treatments for *Heteropia* sp. and also to other Calcareae. Suggesting that apparently the sponges of the Calcarea class have no preference.

Keywords: Recruitment; Calcareae; *Heteropia* sp.; Fouling community; Introduced species

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa do Brasil, evidenciando a BTS e (círculo preto) onde o TTNB localiza-se.....	15
Figura 2. TTNB, onde é mostrado um dos píeres no qual o trabalho foi realizado.....	16
Figura 3. Imagens das placas de recrutamento antes de serem postas na água.....	17
Figura 4. Representação esquemática do desenho experimental durante o período do estudo.....	17
Figura 5. a) Placas de recrutamento do Controle e do tratamento Triadas. b) Placas de recrutamento com adição do tratamento Virgens.....	18
Figura 6. Média e desvio padrão de outras esponjas Calcareas, sem os valores para a Heteropia sp.....	19
Figura 7. Média e desvio padrão de Heteropia sp.....	20
Figura 8. Média e desvio padrão da porcentagem de cobertura para as placas do tratamento Virgens.....	21
Figura 9. Média e desvio padrão da porcentagem de cobertura para as placas do tratamento Triadas.....	21
Figura 10. Média e desvio padrão da porcentagem de cobertura para as placas do tratamento Controle.....	22
Figura 11. a) Placa de recrutamento do Controle. b) Placa de recrutamento para tratamento Triadas. c) Placa de recrutamento para tratamento Virgens.....	22

Sumário

Introdução	10
Material e Métodos	14
1. Área de estudo	14
2. Caracterização do experimento.....	16
3. Análise dos dados	18
Resultados	19
Discussão	22
1. Recrutamento entre os diferentes tratamentos.....	22
2. Comunidade incrustante.....	25
Referências Bibliográficas	26

Introdução

A dispersão de larvas pode ser definida como a propagação desde a origem (local de liberação) ao local de colonização (Pineda et al., 2007). Segundo Tromeur et al. (2016), a dispersão é um processo ecológico chave que permite as populações locais formarem metapopulações, que são aquelas que formam sistemas espacialmente estendidos (Tromeur et al. 2016) ligadas pela dispersão (MacArthur e Wilson, 1967). A dispersão de larvas pelágicas entre metapopulações e a sobrevivência à reprodução são essenciais para a manutenção das comunidades marinhas (Pineda et al., 2010).

De acordo com Coelho et al. (2016), apesar de muitos dos fatores biológicos que influenciam na dispersão larval já serem identificados, para a maioria das espécies bentônicas eles ainda não são conhecidos. A quantidade de larvas que se estabelecem e contribuem para a população adulta se reflete nas mudanças ao longo do tempo e também nas interações entre as espécies (Pineda et al., 2010). Constantemente as comunidades aquáticas são expostas a chegada de novos organismos que ao se estabelecerem a longo prazo são capazes de modificar o curso da sucessão através de interações positivas ou negativas (Connell e Slatyer, 1977), possuindo assim o potencial de alterar as taxas de assentamento larval e de mortalidade pós-assentamento na comunidade (Osman, 1995; Frascetti et al., 2003; Lu e Wu, 2007; Picaud e Petit, 2007). As populações parentais locais, por exemplo, são capazes de influenciar as taxas e os padrões de reposição em outros lugares, uma vez que os seus propágulos são transportados para longe. Além disso, eles são também grandemente influenciados pelo recrutamento de propágulos produzidos em outros lugares por outras populações (Shanks et al., 2003).

A habilidade das larvas para a escolha de substratos durante a colonização tem um papel importante para o sucesso dos invertebrados bentônicos sésseis (von der Meden et al., 2015). Isso porque o local em que a larva irá selecionar se tornará o lar definitivo do organismo adulto (Bullard et al., 2004). E após o assentamento, os estágios pós-larvais interagem no substrato onde a predação, a competição por espaço, o distúrbio por eventos bióticos e abióticos e interações ecológicas, dentre outros, geram um conjunto de

elementos específicos em que os indivíduos se esforçarão para crescer e reproduzir (Pineda et al., 2009).

Desde quando a larva de um organismo sésil é capaz de buscar o substrato para a fixação, seleciona-o e fixa-se nele, sofre metamorfose, passa a participar do conjunto da população bentônica (Gama et al., 2009), e passa a ser visualizado pelo pesquisador (Rodriguez et al., 1993) é definido como recrutamento. Ele pode ser afetado por processos abióticos e bióticos. Osman (2015), por exemplo, observou diferenças significativas na dominância das espécies e na diversidade entre painéis virados para e cima e para baixo, sendo que os painéis voltados para baixo apresentaram maior quantidade de espécies. Foi visto também por Bellou et al. (2012) que a orientação do substrato atua significativamente na formação de comunidades microbianas. Trabalhos a respeito do tipo de substrato também observaram que este fator influencia no recrutamento: Skinner et al. (2005) encontraram um maior número de cracas assentadas em substratos onde a heterogeneidade/rugosidade era maior; já Chase et al. (2016) observaram variação no assentamento de duas espécies de ascída em diferentes materiais.

A hidrodinâmica e a luminosidade também são fatores importantes (Ackerman, 2013). No trabalho de Quinn e Ackerman (2015), eles relacionaram o transporte de gametas/larvas com a rugosidade do fundo para compreender como parâmetros físicos podem atuar nos processos biológicos, inclusive no recrutamento. Já em Mundy e Babcock (1998), o efeito da intensidade e da qualidade espectral da luz no assentamento de seis espécies de corais com distribuições verticais distintas foi analisado. Os resultados mostraram que das seis espécies cinco dependeram da luz para assentar, bem como os padrões de colonização de todas as espécies foram consistentes com os padrões de distribuição vertical dos adultos no campo. Outros fatores abióticos que influenciam no recrutamento são a qualidade da água, nível de nutrientes, carga de sedimento e profundidade (Birrell et al. 2005; Tsemel et al. 2006; Bellou et al. 2012).

Processos bióticos também são importantes, como a atração ou inibição química vista por Ribeiro et al. (2017). Nesse trabalho, verificou-se que o octocoral *Phyllogorgia dilatata* exercia influência no estabelecimento de espécies

bentônicas, sendo alguns efeitos atribuídos aos metabolitos secundários desse coral. A reprodução sazonal, disponibilidade larval, modo de reprodução e características da história de vida também são capazes de afetar o recrutamento (Benayahu & Loya, 1987; Reyes & Yap, 2001; Kremer et al. 2010; Kuklinski et al., 2013). Benayahu e Loya (1987), por exemplo, acompanharam por 12 anos o recrutamento de corais moles. Eles verificaram que a colonização de *Xenia macrospiculata* nas placas foi similar a cobertura dela no recife circundante, sugerindo que sua população atingiu o potencial máximo de ocupação do substrato recém disponível. Em um exemplo de estudo que avaliou o reflexo da história de vida do organismo nas taxas de recrutamento e colonização, o potencial de invasão de *Didemnum perlucidum* pôde ser estimado (Kremer et al., 2010). O esforço reprodutivo, o recrutamento e a ocupação espacial dessa espécie foram comparados entre placas nuas e previamente ocupadas pela comunidade. Os resultados mostraram que *D. perlucidum* reproduziu continuamente (mas com uma reprodução maior em alguns meses), e apesar do número de recrutas ter sido maior em placas nuas, ela colonizou placas ocupadas também (Kremer et al., 2010), o que é característico de espécies introduzidas.

Assim como visto no trabalho anterior, em Lana et al. (2014) foi verificado um alto esforço reprodutivo e contínuo para uma esponja *Calcarea (Paraleucilla magna)* com variação inter-individual e inter-anual em suas densidades de elementos reprodutivos, sendo considerada uma espécie com forte potencial invasivo. Para essa mesma espécie foi visto em Padua et al. (2013) que ela recrutou ao longo de dois anos, com uma maior taxa de recrutamento no primeiro ano estudado. E em Cavalcanti et al. (2013) essa espécie apresentou uma preferência de habitat (locais abrigados) devido a luz e possivelmente ao hidrodinamismo e, foi a primeira esponja *Calcarea* a recrutar o substrato disponível tornando-se rapidamente abundante.

Espécies introduzidas, exóticas, ou não nativas são aquelas que ocorrem em uma área diferente do seu limite natural (Silva, 2011), devido a introdução por ação antropogênica acidental ou intencional (CDB, 1992). Existem ainda espécies criptogênicas, que segundo Carlton (1996) são aquelas que não são nem comprovadamente nativas, nem introduzidas. Quando a espécie introduzida

passa a se reproduzir e formar populações auto-sustentáveis com grande probabilidade de sobrevivência, passa a ser denominada estabelecida (Leão et al., 2011). Uma vez estabelecidos em novos habitats atingindo negativamente a biodiversidade nativa e o uso humano de recursos naturais são chamados de espécies exóticas invasoras (NOAA, 2018). As espécies invasoras possuem características que permitem seu sucesso no novo ambiente (Rocha et al., 2010), como crescimento rápido e reprodução rápida (Thomson et al., 2015), alta capacidade de dispersão (NOAA, 2018), falta de predadores naturais (Ferreira et al., 2015), capacidade de sobrevivência em diversas condições ambientais (Marques et al. 2013), capacidade de deslocar espécies nativas utilizando recursos limitados de forma mais eficiente (NOAA, 2018), tolerância a um gradiente de salinidade (Schofield et al., 2015) entre outros. A bioinvasão diz respeito ao crescimento não planejado de uma população de espécies exóticas frequentemente considerado como prejudicial (Grant, 1998), e têm sido facilitada através do transporte de espécies em água de lastro e bioincrustação anexados ao exterior de cascos (Ruiz et al., 2000; Coutts et al., 2004; Coutts et al., 2007; por exemplo Schimanski et al. 2017), condutor que transmite diversos organismos incrustantes como hidróides, vermes tubulares, cracas, mexilhões, briozoários, algas e esponjas (Canning-Clode, 2013).

Nos últimos anos, trabalhos de campo no Terminal Turístico Náutico da Bahia (TTNB) revelaram a presença da esponja *Heteropia* sp. uma espécie introduzida no litoral brasileiro. Isto porque antes ela não era observada na região de Salvador e passou a ser encontrada no TTNB e, especificamente em substratos artificiais, característico de espécies introduzidas. Estudos sobre o potencial invasor de *Heteropia* sp. vem sendo realizados no TTNB, e como resultado vem demonstrando uma elevada taxa de fecundidade, um baixo recrutamento praticamente ao longo do ano todo e, apesar de não ter sido encontrado uma preferência significativa entre diferentes tipos de substrato ela recrutou em todos (cabo náutico, concreto, PVC, alumínio e madeira) (Batista, 2017; Chagas, 2017; Bahiana, dados não publicados). Neste trabalho, verificaremos a habilidade de colonização (número de indivíduos) da esponja *Calcarea Heteropia* sp. em substratos com tratamentos distintos (livres de

qualquer colonização e previamente colonizados pela comunidade incrustante), agregando informações a respeito da biologia desta espécie exótica.

Material e Métodos

1. Área de estudo

A Baía de Todos os Santos (BTS) está localizada a 12°50'S de latitude e 38°38'W de longitude, compreendendo uma das principais cidades metropolitanas do Brasil, Salvador, e um grande complexo petroquímico (Centro Petroquímico de Camaçari) (Cirano e Lessa, 2007). A BTS abriga dez terminais portuários de grande porte, um canal de entrada naturalmente navegável e canais internos profundos, o que vem propiciando o crescimento da região (Hatje et. al., 2009). Isto porque o Porto de Salvador é um dos maiores movimentadores de contêineres do Brasil (ANTAQ, 2017), desempenhando um papel decisivo para a economia baiana, destacando-se na movimentação de cargas gerais, como trigo, celulose e frutas.

Dentre os terminais da BTS e próximo ao Porto de Salvador temos o Terminal Turístico Náutico da Bahia (TTNB) onde o trabalho foi desenvolvido. Ele está localizado na região metropolitana da capital Salvador (12°58'17" S e 38°30'57" W) (Figura 1) e faz parte do sistema hidroviário do estado, apresentando embarcações que saem diariamente da capital baiana para diversas ilhas da BTS. O TTNB possui também uma marina para embarcações particulares de esporte e lazer. Assim, se tornando de grande importância para a navegação marítima da Bahia e constituindo uma das mais fundamentais infraestruturas náuticas acessíveis a população.

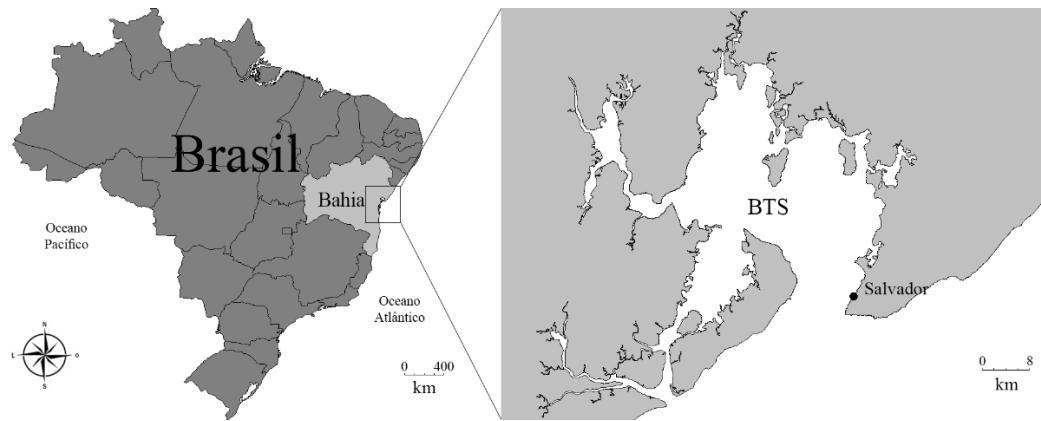


Figura 1. Mapa do Brasil, evidenciando a BTS e (círculo preto) onde o TTNB localiza-se.

A marina do Terminal Turístico Náutico da Bahia possui dois píeres flutuantes feitos de concreto e capacidade de 127 vagas para as embarcações, chegando a quatro metros de profundidade máxima (Figura 2). Recentemente o TTNB abrigou a 13ª edição da Transat Jacques Vabre, principal regata transatlântica do mundo e que reuniu cerca de 40 barcos. Os participantes saíram de Le Havre na França, cruzaram o oceano do hemisfério Norte ao Sul e tiveram como ponto de chegada o TTNB. A dispersão acidental de espécies exóticas pode ser facilitada por atividades como esta, ocasionando ou não a bioinvasão através da bioincrustação.



Figura 2. TTNB, onde é mostrado um dos píeres no qual o trabalho foi realizado.

2. Caracterização do experimento

Para o experimento, um cabo náutico de (polietileno) foi cortado em fragmentos e tais fragmentos foram aderidos com a utilização de abraçadeiras para formarmos placas de 10 X 15 cm (largura e comprimento) (Figura 3). Em um primeiro momento, em maio de 2017, apenas 20 placas foram submersas (Figura 4). Dessas, 10 placas foram destinadas ao Controle e as outras 10 destinadas ao tratamento que denominamos “Triadas”, que seria das placas a serem colonizadas e triadas futuramente.

Três meses depois, em agosto de 2017, essas 10 placas que já se encontravam submersas foram triadas e delas foram retiradas todas as esponjas Calcareas. Elas retornaram para a água imediatamente após a triagem. Ao mesmo tempo, mais 10 placas novas foram adicionadas (do tratamento denominado “Virgens”) (Figuras 4 e 5). Assim, o mês de agosto foi o nosso tempo zero (inicial) a partir do qual disponibilizamos placas de diferentes condições para o recrutamento de *Heteropia*: tratamento Triadas – substrato previamente colonizado e do qual todas as Calcareas foram removidas, tratamento Virgens – substrato virgem e Controle - permaneceram todo o tempo imersas e não foram triadas.

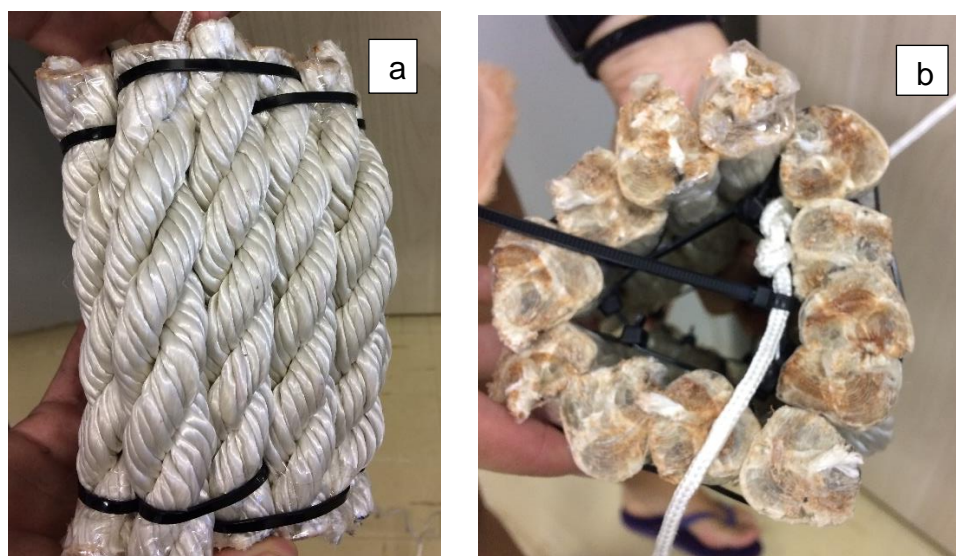


Figura 3. Imagens das placas de recrutamento antes de serem postas na água.

As placas ficaram imersas como um conjunto de 3 placas. Cada trio possuía placas com dois tratamentos diferentes, mais o controle. Os trios de placas foram presos em cabos guias, e estes dispostos no píer com distância entre eles de um metro e um metro de profundidade. Os cabos foram amarrados a poitas de garrafa PET cheias de areia para não boiarem.

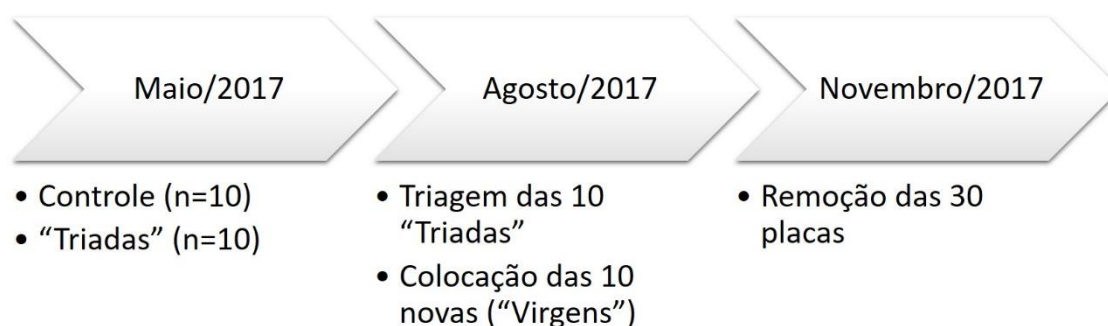


Figura 4. Representação esquemática do desenho experimental durante o período do estudo.

Em novembro de 2017 todas as placas foram retiradas da água (somente um trio foi perdido). Elas foram fixadas em etanol 80% e triadas em laboratório,

sendo realizada a quantificação de todas as Heteropias e outras esponjas calcareas também para verificação das taxas de recrutamento.

Quando as placas saíram da água, fotografias foram tiradas e a partir delas foi verificada a área de cobertura de todos os grandes grupos de organismos. Isso foi feito para que posteriormente pudéssemos verificar os taxons que poderiam estar influenciando no recrutamento das esponjas de cada tratamento. Essa etapa foi feita com o software ImageJ.



Figura 5. a) Placas de recrutamento do Controle e do tratamento Triadas. b) Placas de recrutamento com adição do tratamento Virgens.

3. Análise dos dados

A partir dos dados obtidos para as taxas de recrutamento, análises estatísticas foram realizadas com a utilização do programa GraphPad Prism 6. Testes de normalidade (D'Agostino & Pearson omnibus normality test e Shapiro-Wilk normality test) foram realizados, e os dados tiveram uma distribuição normal, sendo feito posteriormente uma ANOVA unifatorial.

Resultados

Foram encontrados nas placas: 0,1 ($\pm 0,3$) indivíduos pertencentes à classe Calcarea no Controle, 0,6 ($\pm 1,4$) indivíduos no tratamento Triadas e 1,1 ($\pm 1,9$) indivíduos no tratamento Virgens (Figura 6). As análises mostraram que não houve diferença significativa ($F = 0,4321$; $GL = 2$; $P = 0,6541$). O número de recrutas de Heteropia também foi pequeno: em média 0,4 ($\pm 1,3$) e 0,1 ($\pm 0,3$) indivíduos foram encontrados no Controle e no tratamento Virgens (Figura 7), respectivamente, não havendo diferenças significativas ($F = 0,7647$; $G = 2$; $P = 0,4765$).

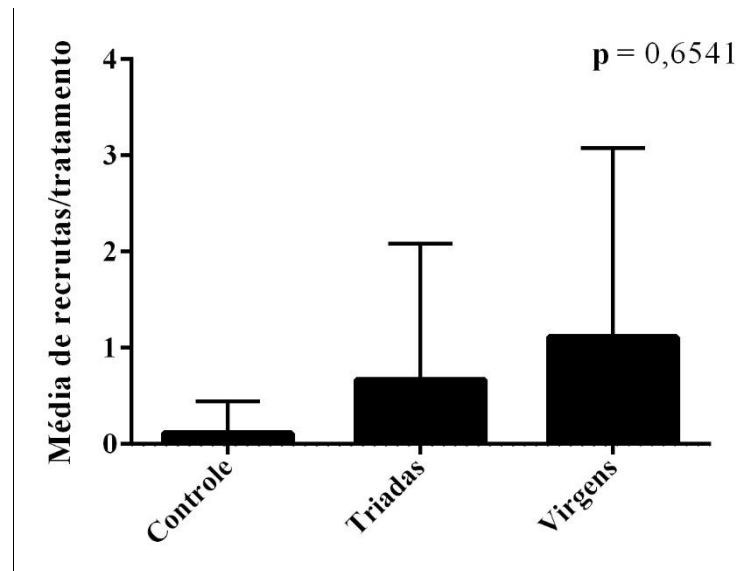


Figura 6. Média e desvio padrão de outras esponjas Calcareaas, sem os valores para a *Heteropia* sp.

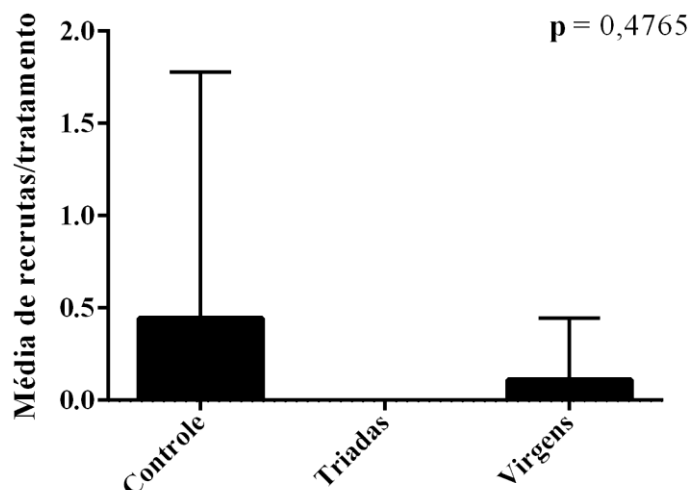


Figura 7. Média e desvio padrão de *Heteropia* sp.

A quantidade de recrutas encontrado foi um resultado que chamou atenção neste trabalho. De todo o tempo do experimento (6 meses em imersão para o tratamento Controle e Triadas, e 3 meses para o tratamento Virgens), apenas 22 indivíduos da classe Calcarea recrutaram. Dentre esses para as outras Calcareas, o tratamento Controle foi o que obteve a menor quantidade de recrutas ($0,1 \pm 0,3$), seguido das Triadas ($0,6 \pm 1,4$), sendo esses os que permaneceram por mais tempo imersos. O tratamento Virgens, que permaneceu menor tempo imerso, obteve o maior número de recrutas em comparação aos outros tratamentos ($1,1 \pm 1,9$). E ainda entre esses indivíduos, em relação as Heteropias somente ocorreram recrutas para os tratamentos Controle ($0,4; \pm 1,3$) e Virgens ($0,1; \pm 0,3$).

Todas as esponjas Calcareas encontradas são da subclasse Calcaronea. A maioria das outras Calcareas recrutaram nas extremidades das placas, diferentemente das Heteropias que foram encontradas principalmente ao longo da superfície exposta da placa e próximas as ascídias. Foi observado também que existiam recrutas nos lados das placas que não foram triados (aqueles que estavam voltados para dentro do conjunto de 3 placas).

Para a área de cobertura, sete grupos foram analisados por tratamento – Algas + Briozoa não incrustante, Briozoa incrustante, Ascídia, Biofilme,

Demosponja, Craca e Bivalve. Em todas as comunidades encontradas nas placas, foram observadas diversas espécies de Ascídias (coloniais e solitárias), Demosponjas e Briozoas, mas todas as espécies ocorriam em todos os tratamentos.

Para o tratamento Virgens que permaneceu imerso por menos tempo (3 meses) foi verificado o domínio de Algas + Briozoa (43,7%) (Figuras 8 e 11), enquanto que todos os outros grupos tinham uma porcentagem menor. Para os tratamentos Controle e Triadas que permaneceram imersos por mais tempo (6 meses), observou-se maior porcentagem da cobertura de Ascídias (33,3% e 29,8% respectivamente) (Figuras 9 a 11), enquanto que os demais grupos apresentaram uma porcentagem inferior.

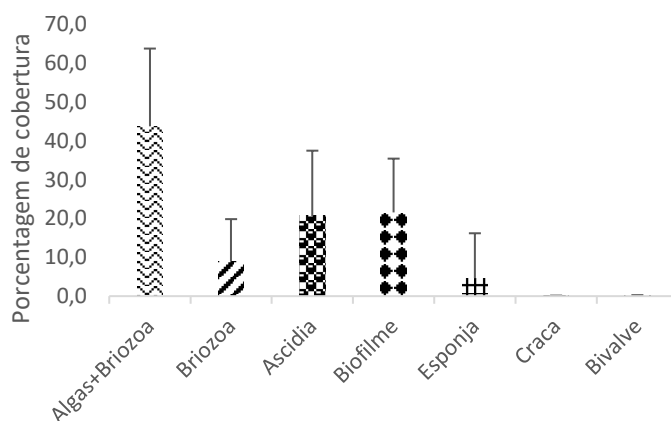


Figura 8. Média e desvio padrão da porcentagem de cobertura para as placas do tratamento Virgens.

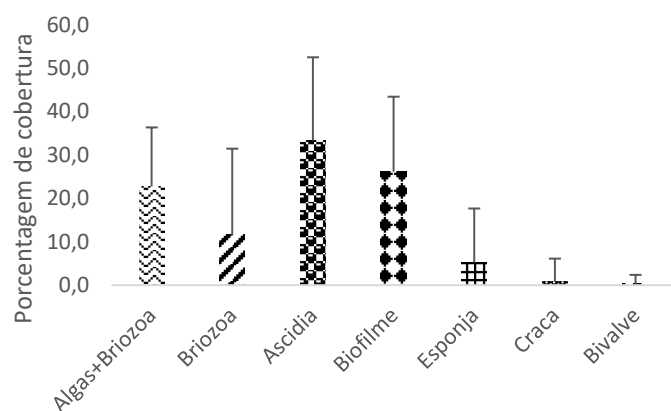


Figura 9. Média e desvio padrão da porcentagem de cobertura para as placas do tratamento Triadas.

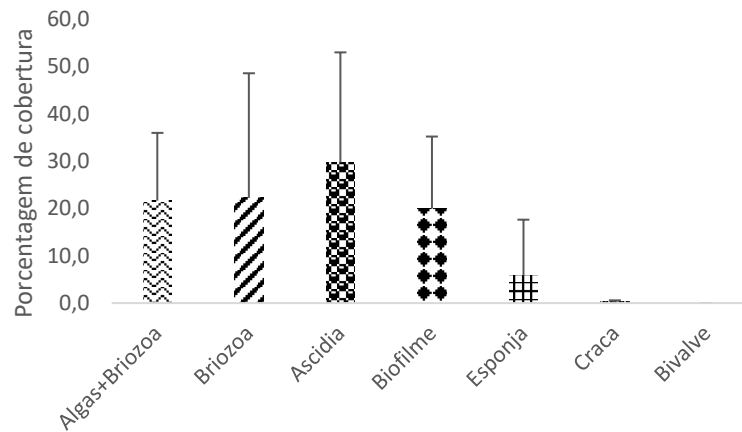


Figura 10. Média e desvio padrão da porcentagem de cobertura para as placas do tratamento Controle.

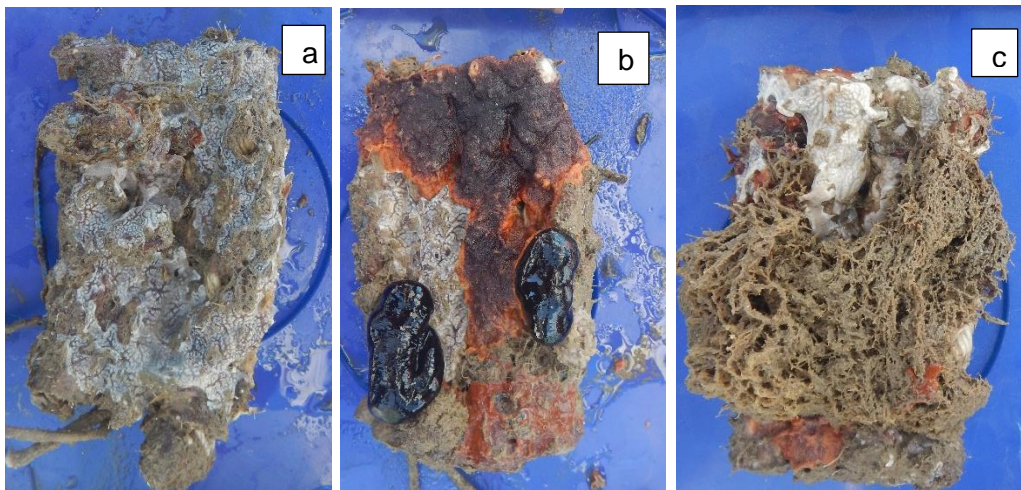


Figura 11. a) Placa de recrutamento do Controle. b) Placa de recrutamento para tratamento Triadas. c) Placa de recrutamento para tratamento Virgens.

Discussão

1. Recrutamento entre os diferentes tratamentos

Estudos recentes sobre a habilidade de colonização de larvas em substratos artificiais virgens e/ou previamente ocupados por comunidades bentônicas são escassos (por exemplo Bullard et al., 2004; von der Meden et al., 2015; Kremer et al., 2010). Mesmo considerando os poucos trabalhos mais

antigos, como o de Grosberg (1981) e de Young & Chia, (1981), nenhum é relacionado a esponjas calcareas.

No estudo de Bullard et al. (2004) observou-se que as larvas dos organismos sesséis bentônicos apresentaram maior taxa de recrutamento nos substratos com colônias estabelecidas de tunicados quando comparados a substratos sem esses organismos. Semelhante a este estudo, von der Meden et al. (2015) também observaram que para *Perna perna* e *Mytilus galloprovincialis* (espécies de mexilhões) a presença de outros organismos não influenciou as escolhas de assentamento larval, pois os substratos que apresentavam maior porcentagem de outros organismos foram os de maior taxa de recruta das espécies de mexilhões analisados. Esses resultados diferem dos evidenciados em nosso estudo, sendo que não encontramos diferença significativa na taxa de recrutamento entre os tratamentos testados. Possivelmente a diferença nos resultados pode estar relacionada à biologia das espécies. Segundo Fava et al. (2016) espécies de acídias preferem substratos com fauna mais estruturada, o que justifica os resultados obtidos por Bullard et al. (2004). Adicionalmente os mexilhões são característicos de serem espécies pioneiras, com alta taxa de reprodução, alta dispersão larval e crescimento rápido (Fava et al., 2016). Porém, os mexilhões no trabalho de Von der Meden et al. (2015) são espécies exóticas, não seguindo o padrão apresentado por Fava et al. (2016) para espécies pioneiras.

No presente trabalho, embora o número de recruta de *Heteropia* sp. nos tratamentos tenha sido pequeno, elas ocorreram nas placas Controle e nas placas Virgens, sendo o maior número nas placas Controle ($0,4 \pm 1,3$) em relação as placas Virgens ($0,1 \pm 0,3$). Este resultado, apesar de não ter sido significativo, nos revela que possivelmente a *Heteropia* sp. está sem distinção para a colonização, sendo encontrada tanto em substratos livres como em substratos com uma comunidade já instalada.

Considerando as outras esponjas Calcareas (Figura 6), apesar de também não ter ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos, foi no tratamento Virgens que tiveram maior quantidade bruta de recruta ($1,1 \pm 1,9$), o que era esperado por ser característico de espécies pioneiras e que são tradicionalmente consideradas inferiores na competição. Esse resultado é similar

ao encontrado em Grosberg (1981), onde verificou que as larvas de invertebrados marinhos competitivamente inferiores (no caso, o poliqueta *Spirorbis* sp. e os briozoários *Cryptosula pallasiana* e *Schizoporella errata*) evitavam se estabelecer em substratos onde tinha uma grande chance de morte devido ao competidor espacial superior (a ascídia *Botryllus*). Isso foi visto também por Young & Chia, (1981), em que as larvas demonstraram evitar o assentamento perto de adultos concorrentes superiores já estabelecidos.

Neste mesmo local onde nosso trabalho foi desenvolvido, um estudo recente relacionou o recrutamento de esponjas Calcareaas com alguns fatores, entre eles a temperatura (Chagas, 2017). Foi observado que as taxas de recrutamento para as Heteropias foram baixas ao longo dos anos estudados, com um pico no número de recrutas entre os meses de fevereiro a abril (verão e início do outono) (somente 5 recrutas), e para os meses similares ao nosso estudo (maio a novembro) as taxas foram ainda menores. A temperatura é um elemento importante na regulação do recrutamento para a maioria dos invertebrados marinhos (Zea, 1993; Sokolowski et al., 2017), particularmente para as esponjas na sua atividade reprodutiva (Gaino et al., 2010; Di Camillo et al., 2012). Este pode ter sido um dos motivos que contribuíram para o pequeno número de recrutas encontrados. Outros fatores que possivelmente estariam relacionados a esse número baixo de recrutas seriam (1) a habitual limpeza de cordas e embarcações realizados pelo TTNB, reduzindo o número de Calcareaas no local, e (2) o tempo de imersão distinto dos trabalhos anteriores.

Em Padua et al. (2013), foi verificado que para uma espécie de esponja calcarea exótica (*Paraleucilla magna*) sua maior taxa de recrutamento ocorreu no verão do primeiro ano estudado, e no ano seguinte essa taxa foi visivelmente menor. Foi sugerido que essa diferença entre os anos no recrutamento pode ter sido devido a flutuações naturais específicas desta espécie ou por sua adaptação a um novo habitat. De acordo com Keough (1982), o recrutamento acontece de modo casuístico, sem um padrão para as comunidades, podendo assim justificar essas flutuações encontradas por Padua et al. (2013) e por este trabalho em comparação com os resultados de Chagas (2017).

2. Comunidade incrustante

A respeito das comunidades estabelecidas, foi observado neste estudo que ocorreu o domínio de Ascídia para os tratamentos Triadas e Controle (Figuras 8 e 9), que foram os tratamentos que por 6 meses permaneceram imersos. Já no tratamento Virgens ocorreu o domínio de Algas + Briozoários, e este foi o tratamento em que as placas permaneceram 3 meses imersas. Portanto, sendo verificada uma predominância distinta sobre as comunidades entre os tratamentos com diferenças no tempo de imersão.

As maiores taxas de recrutas de outras Calcareas ocorreram nas placas Virgens, onde observamos uma menor colonização da maioria dos grupos e, as menores taxas de recrutas foi visto nas placas Controle e Triadas, que obtiveram uma maior colonização para maioria dos grupos. Um competidor dominante é capaz de inibir o crescimento de uma espécie e favorecer outra, assim o resultado dessas interações biológicas podem depender das diversas características entre os táxons, afetando o padrão geral da comunidade (Chang et al., 2016).

Por fim, com os resultados analisados foi visto que não houve diferenças significativas no recrutamento da *Heteropia* sp. em substratos artificiais previamente colonizados e virgens. Na literatura existem poucos trabalhos sobre este assunto, sendo que em Bullard et al. (2004) e Von der Meden et al. (2015) verificou-se que para diferentes organismos bentônicos a presença de outros não influenciava na escolha de assentamento. De modo diferente, em Grosberg (1981), Young & Chia (1981) e Kremer et al. (2010), diferentes espécies evitavam se estabelecer próximos a competidores espaciais superiores. Estes últimos estudos foram então similares aos nossos resultados em relação as outras Calcareas, apesar de também não ter sido encontrado diferenças significativas. Portanto, diferente do que é relatado na literatura, as esponjas Calcareas do nosso estudo não podem ser caracterizadas como táxons pioneiros (os primeiros a colonizar os substratos) pois não encontramos diferenças entre os tratamentos, sugerindo que aparentemente as demais esponjas da classe Calcarea não tem preferência por substrato virgem ou previamente colonizado, assim como ocorreu para a *Heteropia* sp.

Referências Bibliográficas

- Ackerman, J. D. (2013). Role of fluid dynamics in dreissenid mussel biology. *Quagga and Zebra Mussels: Biology, Impacts, and Control*, 471.
- ANTAQ, Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Disponível em: < <http://portal.antaq.gov.br/>> Acesso em: Jun. 2017
- Bahiana, B. (2018). Existe influência do tipo de substrato no recrutamento da esponja calcarea exótica *Heteropia* sp. na Baía de Todos os Santos. Trabalho de conclusão de curso – Instituto de biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador
- Batista, V. P. S. (2017). Biologia reprodutiva de uma espécie de esponja potencialmente introduzida na costa do Brasil: *Heteropia* sp. (Porifera, Calcarea). Dissertação (Programa de pós-graduação em Diversidade Animal) – Instituto de biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Bellou, N., Papathanassiou, E., Dobretsov, S., Lykousis, V., & Colijn, F. (2012). The effect of substratum type, orientation and depth on the development of bacterial deep-sea biofilm communities grown on artificial substrata deployed in the Eastern Mediterranean. *Biofouling*, 28(2), 199-213.
- Benayahu, Y., & Loya, Y. (1987). Long-term recruitment of soft-corals (Octocorallia: Alcyonacea) on artificial substrata at Eilat (Red Sea). *Marine Ecology Progress Series*, 161-167.
- Birrell, C. L., McCook, L. J., & Willis, B. L. (2005). Effects of algal turfs and sediment on coral settlement. *Marine Pollution Bulletin*, 51(1-4), 408-414.
- Bullard, S. G., Whitlatch, R. B., & Osman, R. W. (2004). Checking the landing zone: Do invertebrate larvae avoid settling near superior spatial competitors?. *Marine Ecology Progress Series*, 280, 239-247.
- Canning-Clode, J., Fofonoff, P., McCann, L., Carlton, J. T., & Ruiz, G. (2013). Marine invasions on a subtropical island: fouling studies and new records in a recent marina on Madeira Island (Eastern Atlantic Ocean). *Aquatic Invasions*, 8(3), 261-270.

- Carlton, J. T. (1996). Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology*, 77(6), 1653-1655.
- Cavalcanti, F. F., Skinner, L. F., & Klautau, M. (2013). Population dynamics of cryptogenic calcarean sponges (Porifera, Calcarea) in Southeastern Brazil. *Marine Ecology*, 34(3), 280-288.
- CDB, (1992). Convenção da diversidade biológica.
- Chang, C.-Y.; Marshall, D. J., (2016). Spatial pattern of distribution of marine invertebrates within a subtidal community: do communities vary more among patches or plots?. *Ecology and Evolution*, 6: 8330–8337. doi: 10.1002/ece3.2462
- Chagas, C., Barros, F., Cavalcanti, F. (2017). Evaluation influence of biotic and abiotic factors in the variation of recruitment rate of calcareous sponges (Porifera, Calcarea) Brazilian Tropical Coast. Dissertação (Programa de pós-graduação em Diversidade Animal) – Instituto de biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Chase, A. L., Dijkstra, J. A., & Harris, L. G. (2016). The influence of substrate material on ascidian larval settlement. *Marine pollution bulletin*, 106(1-2), 35-42.
- Cirano M., Lessa G. C., (2007). Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica* 25(4): 363-387
- Coelho, M. A., & Lasker, H. R. (2016). Larval behavior and settlement dynamics of a ubiquitous Caribbean octocoral and its implications for dispersal. *Marine Ecology Progress Series*, 561, 109-121.
- Connell, J. H., & Slatyer, R. O. (1977). Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist*, 111(982), 1119-1144.
- Coutts, A. D., & Taylor, M. D. (2004). A preliminary investigation of biosecurity risks associated with biofouling on merchant vessels in New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 38(2), 215-229.

- Coutts, A. D., & Dodgshun, T. J. (2007). The nature and extent of organisms in vessel sea-chests: a protected mechanism for marine bioinvasions. *Marine pollution bulletin*, 54(7), 875-886.
- Di Camillo C. G., Coppari M., Bartolucci I., Bo M., Betti F., Bertolino M., Calcinai B., Cerrano C., De Grandis G., Bavestrello G. (2012). Temporal variations in growth and reproduction of *Tedania anhelans* and *Chondrosia reniformis* in the North Adriatic Sea. *Hydrobiologia* 687:299–313
- Fava F., Ponti M., Abbiati M., (2016). Role of Recruitment Processes in Structuring Coralligenous Benthic Assemblages in the Northern Adriatic Continental Shelf. *PLoS ONE* 11(10): e0163494. doi:10.1371/journal.pone.0163494
- Ferreira, C. E., Luiz, O. J., Floeter, S. R., Lucena, M. B., Barbosa, M. C., Rocha, C. R., & Rocha, L. A. (2015). First record of invasive lionfish (*Pterois volitans*) for the Brazilian coast. *PLoS One*, 10(4), e0123002.
- Fraschetti S., Giangrande A., Terlizzi A., Boero F. (2003). Pre- and post-settlement events in benthic community dynamics. *Oceanologica Acta* 25, 285–295
- Gaino E., Frine C., Giuseppe C., (2010). Reproduction of the Intertidal Sponge *Hymeniacidon perlevis* (Montagu) Along a Bathymetric Gradient. *The Open Marine Biology Journal*, 4, 47-56
- Gama, B. A. P., Pereira, R. C., & Coutinho, R. (2009). Bioincrustação marinha. *Biologia Marinha, 2nd edn. Interciência*, Rio de Janeiro, 299-318.
- Grant, S., (1998). Bio-invasions: breaching natural barriers. *Washington Sea Grant. University of Washington, Seattle, WA. <http://wsg.washington.edu/communications/online/bioinvasions/bioinvasions.pdf>*.
- Grosberg, R.K., (1981). Competitive ability influences habitat choice in marine invertebrates. *Nature* 290, 700–702.
- Hatje, V., Andrade, JB., orgs. (2009). Baía de todos os santos: aspectos oceanográficos [online]. Salvador: EDUFBA, pp. 68-119. ISBN 978-85-232-0597-3.

- Hunt, H. L., & Scheibling, R. E. (1997). Role of early post-settlement mortality in recruitment of benthic marine invertebrates. *Marine Ecology Progress Series*, 269-301.
- Keough, M. J., & Downes, B. J. (1982). Recruitment of marine invertebrates: the role of active larval choices and early mortality. *Oecologia*, 54(3), 348-352.
- Kremer, L. P., Rocha, R. M., & Roper, J. J. (2010). An experimental test of colonization ability in the potentially invasive *Didemnum perlucidum* (Tunicata, Ascidiacea). *Biological Invasions*, 12(6), 1581-1590.
- Kuklinski, P., Berge, J., McFadden, L., Dmoch, K., Zajaczkowski, M., Nygård, H., Piwosz K., & Tatarek, A. (2013). Seasonality of occurrence and recruitment of Arctic marine benthic invertebrate larvae in relation to environmental variables. *Polar Biology*, 36(4), 549-560.
- Lanna, E., Paranhos, R., Paiva, P. C., & Klautau, M. (2015). Environmental effects on the reproduction and fecundity of the introduced calcareous sponge *Paraleucilla magna* in Rio de Janeiro, Brazil. *Marine ecology*, 36(4), 1075-1087.
- Leão, T. C. C, Almeida, W. R., Dechoum, M., Ziller, S. R. (2011). Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas. *Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental*. Recife, PE. 99 p.
- Lu, L., & Wu, R. S. S. (2007). Seasonal effects on recolonization of macrobenthos in defaunated sediment: a series of field experiments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 351(1), 199-210.
- MacArthur, R. H., & Wilson, E. O. (1967). The theory of island biogeography. Princeton university press.
- Marques, A. C., dos Santos Klôh, A., Esteves Migotto, A., Cabral, A. C., Ravedutti Rigo, A. P., Lima Bettim, A., ... & Manzoni Vieira, L. (2013). Rapid assessment survey for exotic benthic species in the São Sebastião Channel, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(2).

- Mundy, C. N., & Babcock, R. C. (1998). Role of light intensity and spectral quality in coral settlement: Implications for depth-dependent settlement?. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 223(2), 235-255.
- NOAA, Aquatic Invaders and Our Coastlines. NOAA Fisheries. Disponível em: <http://www.nmfs.noaa.gov/stories/2012/02/2_24_2012_invasivespecies.html> Acesso em: Jan. 2018
- Osman, R. W., & Whitlatch, R. B. (1995). The influence of resident adults on recruitment: a comparison to settlement. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 190(2), 169-198.
- Osman, R. W. (2015). Regional variation in the colonization of experimental substrates by sessile marine invertebrates: Local vs. regional control of diversity. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 473, 227-286.
- Padua, A., Lanna, E., Zilberberg, C., Paiva, P. C. D., & Klautau, M. (2013). Recruitment, habitat selection and larval photoresponse of *Paraleucilla magna* (Porifera, Calcarea) in Rio de Janeiro, Brazil. *Marine Ecology*, 34(1), 56-61.
- Picaud, F., & Petit, D. P. (2007). Primary succession of Acrididae (Orthoptera): Differences in displacement capacities in early and late colonizers of new habitats. *acta oecologica*, 32(1), 59-66.
- Pineda, J., Hare, J. A., & Sponaugle, S. U. (2007). Larval transport and dispersal in the coastal ocean and consequences for population connectivity. *Oceanography*, 20(3), 22-39.
- Pineda, J., Reynolds, N. B., & Starczak, V. R. (2009). Complexity and simplification in understanding recruitment in benthic populations. *Population ecology*, 51(1), 17-32.
- Pineda, J., Porri, F., Starczak, V., & Blythe, J. (2010). Causes of decoupling between larval supply and settlement and consequences for understanding recruitment and population connectivity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 392(1), 9-21.

- Quinn, N. P., & Ackerman, J. D. (2015). The effect of bottom roughness on scalar transport in aquatic ecosystems: Implications for reproduction and recruitment in the benthos. *Journal of theoretical biology*, 369, 59-66.
- Reyes, M. Z., & Yap, H. T. (2001). Effect of artificial substratum material and resident adults on coral settlement patterns at Danjungan Island, Philippines. *Bulletin of marine science*, 69(2), 559-566.
- Ribeiro F. V., Da Gama B. A. P., Pereira R. C. (2017). Structuring effects of chemicals from the sea fan *Phyllogorgia dilatata* on benthic communities. *PeerJ* 5:e3186; DOI 10.7717/peerj.3186
- Rocha, R. M., Cangussu, L. C., & Braga, M. P. (2010). Stationary substrates facilitate bioinvasion in Paranaguá Bay in southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58(SPE3), 23-28.
- Rodriguez, S. R., Ojeda, F. P., & Inestrosa, N. C. (1993). Settlement of benthic marine invertebrates. *Marine ecology progress series*, 193-207.
- Ruiz, G. M., Fofonoff, P. W., Carlton, J. T., Wonham, M. J., & Hines, A. H. (2000). Invasion of coastal marine communities in North America: apparent patterns, processes, and biases. *Annual review of ecology and systematics*, 31(1), 481-531.
- Schimanski, K. B., Goldstien, S. J., Hopkins, G. A., Atalah, J., & Floerl, O. (2017). Life history stage and vessel voyage profile can influence shipping-mediated propagule pressure of non-indigenous biofouling species. *Biological Invasions*, 19(7), 2089-2099.
- Schofield, P. J., Hüge, D. H., Rezek, T. C., Slone, D. H., & Morris Jr, J. A. (2015). Survival and growth of invasive Indo-Pacific lionfish at low salinities. *Aquatic Invasions*, 10(3).
- Shanks, A. L., Grantham, B. A., & Carr, M. H. (2003). Propagule dispersal distance and the size and spacing of marine reserves. *Ecological applications*, S159-S169.

- Silva, E. C., & Barros, F. (2011). Macrofauna bentônica introduzida do Brasil: Lista de espécies marinhas e dulcícolas e distribuição atual. *Oecologia Australis*, 15(2), 326-344.
- Skinner, L. F., & Coutinho, R. (2005). Effect of microhabitat distribution and substrate roughness on barnacle *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818) settlement. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(1), 109-113.
- Sokołowski, A., Ziółkowska, M., Balazy, P., Plichta, I., Kukliński, P., & Mudrak-Cegiołka, S. (2017). Recruitment pattern of benthic fauna on artificial substrates in brackish low-diversity system (the Baltic Sea). *Hydrobiologia*, 784(1), 125-141.
- Thomson, A. C., York, P. H., Smith, T. M., Sherman, C. D., Booth, D. J., Keough, M. J., Ross D. J., & Macreadie, P. I. (2015). Seagrass viviparous propagules as a potential long-distance dispersal mechanism. *Estuaries and coasts*, 38(3), 927-940.
- Tromeur, E., Rudolf, L., & Gross, T. (2016). Impact of dispersal on the stability of metapopulations. *Journal of theoretical biology*, 392, 1-11.
- Tsemel, A., Spanier, E., & Angel, D. L. (2006). Benthic communities of artificial structures: effects of mariculture in the Gulf of Aqaba (Eilat) on development and bioaccumulation. *Bulletin of Marine Science*, 78(1), 103-113.
- von der Meden, C. E., Cole, V. J., & McQuaid, C. D. (2015). Do the threats of predation and competition alter larval behaviour and selectivity at settlement under field conditions?. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 471, 240-246.
- Young, C. M., & Chia, F. S. (1981). Laboratory evidence for delay of larval settlement in response to a dominant competitor. *International Journal of Invertebrate Reproduction*, 3(4), 221-226.
- Zea, S. (1993). Recruitment of demosponges (Porifera, Demospongiae) in rocky and coral reef habitats of Santa Marta, Colombian Caribbean. *Marine Ecology*, 14(1), 1-21.