



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

MONIQUE DE JESUS SANTOS

**DINÂMICA POPULACIONAL DE ESPONJAS DO
GÊNERO *CINACHYRELLA* DE UMA REGIÃO
ENTREMARÉS EM CONDIÇÕES
DE CLIMA TROPICAL ÚMIDO**

Salvador
2018

MONIQUE DE JESUS SANTOS

**DINÂMICA POPULACIONAL DE ESPONJAS DO
GÊNERO *CINACHYRELLA* DE UMA REGIÃO
ENTREMARÉS EM CONDIÇÕES DE
CLIMA TROPICAL ÚMIDO**

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

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda F. Cavalcanti

Co-orientador: Prof. Dr. Emilio Lanna

Salvador
2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ser o maior patrocinador e motivador dos meus sonhos, teologia seria pouco para explicar imenso amor. Agradeço a minha mãe leulina de Jesus por ser meu porto seguro, por todo seu amor, proteção e educação, por ter me ensinado que é preciso muita garra para enfrentar as barreiras da vida, assim conquistar e saber valorizar o fruto dos nossos sonhos. Meu coração nunca conseguiria agradecer de merecida forma por ser quem és para mim. Mãe é meu tudo!

Agradeço especialmente a minha prima (irmã, amiga), Deborah de Jesus, não conheço ninguém que faria o que fez por mim. Lembro como hoje, o dia em que te contei que passei para segunda fase da UFBA, assim que te falei você sem hesitar falou “vamos estudar”, e foi lindo, pois por mais que eu tivesse passado você ainda não tinha, e isso que torna essa história tão linda, emocionante e motivadora. Então, obrigada por abdicar parte dos seus dias para estudar todo aquele material do vestibular, para que quando eu chegasse em casa, depois de uma jornada longa de trabalho, pudesse me ensinar tudo aquilo que tinha aprendido durante o dia, da forma mais simples e mais linda, e que segunda fase hem?! Meu coração será grato eternamente por tudo! Sei que isso é amor.

A minha Orientadora, Profa. Dra. Fernanda F. Cavalcanti por ter confiado em meu potencial para realização desse grande e magnífico trabalho, muito obrigada! Apreender o que é ciência e crescer como pesquisadora foi gratificante ao seu lado, obrigada por todo conhecimento passado, pelo apoio, paciência e toda atenção prestada. Hoje tenho certeza que bati na porta correta, pois é uma profissional brilhante. Agradeço ao meu Co-orientador Prof. Dr. Emilio Lanna, por todo conhecimento compartilhado, por toda atenção e por estar sempre disposto em me ajudar.

Aos professores do curso de Oceanografia da Universidade Federal da Bahia, muito obrigada por todos os ensinamentos, a vocês deverei parte da profissional que me tornarei. Em especial agradeço aos professores Paulo Mafalda e Landim Domiguez por serem minha inspiração de bons mestres e profissionais.

Agradecerei eternamente a minha família pelo amor incondicional. Em especial aos meus tios Gercon Manoel e Irenildes de Jesus por serem meu porto seguro. Ao irmão mais lindo do mundo, Rafael Mendes, obrigada por ser meu cais. A minha prima (irmã, amiga), Haiane Kezia obrigada por inspirar o melhor de mim e mostrar que sou mais forte do que imagino.

Ela merece um parágrafo inteirinho só dela, minha linda Branca, Jane Karl Nascimento, o que seria de mim sem você aqui amiga?! Digo que de todos os

presentes que a UFBA me trouxe você foi o mais lindo de todos. Obrigada por me ensinar a ser uma pessoa melhor, acreditar tanto em mim quando eu mesma não acreditei. Amiga conseguimos!!! Todas as físicas vencemos! E olha que pensávamos que isso nunca chegaria ao fim (risos). Choramos, rimos, descobrimos, compartilhamos de tudo, fomos lapidadas, e hoje quando olhamos para trás, meu Deus, como mudamos. Digo que sem você aqui, não sei o que seria de mim. Obrigada minha Branca.

A todos os meus amigos (dentro da UFBA e fora dela), obrigada. Agradeço pela linda amizade, companheirismo, irmandade, por todas as conversas, todos os momentos, todo carinho e aconchego. Não listarei nomes, pois se esquecer alguém seria como assinar meu atestado de óbito (risos).

Esse agradecimento é com muitas espículas (risos), aos meus amorecos, obrigada por ter tornado tudo mais leve! Digo que faço parte do melhor laboratório do mundo, vocês são muito especiais para mim. Nosso LABESP é sim a nossa segunda casa, aqui aprendemos juntos, compartilhamos, crescemos e nos divertimos fazendo ciência. Um agradecimento especial ao Cléslei Chagas, por todo apoio, paciência e motivação, obrigada amigo.

Aqueles que me ajudaram durante os 18 meses de coleta (sem esperar nada em troca), esse trabalho não seria possível se não fosse pelo companheirismo de vocês! Obrigada por estarem comigo sem se importarem se o dia seria de chuva ou de Sol, ou que horas precisaríamos começar o trabalho, hoje entendo perfeitamente o significado da palavra equipe. Sendo vocês de extrema importância para realização desse projeto, necessito expor o nome de todos, desta maneira meu coração será eternamente grato a Fernanda Cavalcanti, Cléslei Chagas, Francine Brandão, Bruna Bahiana, Evelyn Fonseca, Rebeca Assis, Laiane Protasio, Keise Aline, Deborah de Jesus, Haiane Kézia, Paloma Goncalves e Jucimara da Silva. Um agradecimento especial a Milena Nervino por ter sido tão gentil em me auxiliar na obtenção de informações extremamente importantes.

Ao Dr. José Marcos de Castro Nunes pela identificação taxonômica das macroalgas *Ulva*, obrigada por todo auxílio.

Agradeço a PROAE pela bolsa de iniciação científica através do programa PERMANECER, concedendo apoio financeiro durante a realização de todo projeto, e assim proporcionando meu crescimento acadêmico.

Gratidão é a palavra de ordem que rege meu coração! E assim, agradeço com todo meu ser a todos aqueles que estiveram junto a mim (perto ou não), enfim acaba-se um ciclo, e vocês fizeram parte dele. Que venham outros mares a desvendar, pois “navegar é preciso”!

RESUMO

A região entremarés é caracterizada como altamente estressante para a biota residente, pois está sujeita a uma variação constante de diversos fatores ambientais. Porém, mesmo com a pressão exercida por todos esses fatores, essa é uma região densamente ocupada por diferentes organismos, adaptados para viver em tal ambiente. O espaço é um fator limitante e de extrema importância para a colonização e o desenvolvimento de organismos sésseis tais como as esponjas (filo Porifera). Apesar de serem comuns no entremarés, a influência dos fatores bióticos e abióticos na dinâmica populacional delas ainda não é totalmente compreendida. O objetivo deste trabalho foi avaliar se a densidade de esponjas do gênero *Cinachyrella* é influenciada pela cobertura de uma macroalga competidora e/ou fatores abióticos (precipitação, fotoperíodo, maré, umidade e temperatura do ar). A área de estudo foi a Praia da Pituba, em Salvador, Bahia, onde duas das espécies existentes no Brasil ocorrem em simpatria- *Cinachyrella apion* e *C. alloclada*. Considerando-se que tais espécies são indistinguíveis visivelmente em campo e por acreditarmos que apresentem características biológicas semelhantes, nesse estudo analisamos populações de *Cinachyrella* sem ênfase a nível específico. O trabalho foi desenvolvido no nível mesolitoral (entremarés), que fica desprotegido no período de baixar-mar, sendo local de grande abundância dessas esponjas e das macroalgas *Ulva*. As coletas de dados foram mensais, em um período de 18 meses. Também avaliamos se o diâmetro do corpo da esponja influencia na produção de brotos. Os nossos resultados mostram que existe uma relação significativa e negativa entre a cobertura de *Ulva* spp. e a densidade de *Cinachyrella* spp. ao longo do tempo. O fotoperíodo se relaciona de forma significativa e negativa com a densidade da *Cinachyrella* spp., já a precipitação e umidade agem de maneira inversa. Para os outros fatores estudados (temperatura do ar e variação de maré), não encontramos relação. Por fim, observamos que quanto maior a esponja maior é o número de brotos produzidos. Destarte, os resultados indicam que o fator biótico – cobertura do competidor – juntamente com fatores físicos, são os responsáveis pela variação observada na densidade de *Cinachyrella* spp. da área estudada.

Palavras-chave: Oceano Atlântico Sul, Porifera, variação temporal, fatores abióticos, *Ulva*.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Área de estudo. Localização geográfica do bairro da Pituba: Mapa do Brasil ressaltando a região da Bahia e em maior detalhe o bairro da Pituba, onde o círculo vermelho mostra a localização aproximada no qual o estudo foi conduzido.....14
- Figura 2.**Imagens panorâmicas da Praia da Pituba (a – e).....15
- Figura 3.** Embasamento do afloramento cristalino da Praia da Pituba coberto por macroalgas do gênero *Ulva*.....16
- Figura 4.** Esquema dos transectos posicionados na plataforma com quadrados dispostos de forma aleatória.....17
- Figura 5.** Modelo do frame.....18
- Figura 6.** Análise dos quadrados em campo. **a.** Processo de remoção da *Ulva* spp. presente dentro do quadrado. **b.** Esponja encontrada após a remoção da *Ulva* spp.....19
- Figura 7.** *Cinachyrella* spp. em campo: **a.** *Cinachyrella* com o corpo coberto por uma camada sedimentar. **b.** *Cinachyrella* com o corpo sem a camada sedimentar.....19
- Figura 8.** Rotina de tratamento dos brotos: **a.** Visualização do broto com a utilização do microscópio; **b.** Retirada do broto do corpo da esponja; **c.** Medida do diâmetro da esponja e **d.** Fixação dos brotos.....20
- Figura 9.** Os gráficos mostram os fatores físicos (bióticos) ao longo do tempo. **a** - Variação de maré (m), no qual os valores apresentados são médias mensais. Dados obtidos através do site da Marinha do Brasil; **b**- Temperatura do ar (°C), no qual os valores apresentados correspondem a médias mensais. Dados obtidos do site do INMET; **c** - Precipitação (m), no qual o eixo y mostra o valor acumulados para cada mês. Dados obtidos do site do INMET; **d**- Umidade (%), no qual os valores apresentados correspondem a médias mensais. Dados obtidos do site do INMET; **e** – Fotoperíodo (min), no qual os valores apresentados correspondem a médias mensais. Dados obtidos do site do Tu Tiemp.....24
- Figura 10.** Densidade de *Cinachyrella* spp. ao longo do tempo por quadrado utilizado (média do nº de indivíduos e desvio padrão). Os * equivalem aos meses que exibem diferença significativa.....26
- Figura 11.** Cobertura da *Ulva* spp. ao longo do tempo (média e desvio padrão). Os * equivalem aos meses que exibem diferença significativa.....28

Figura 12. Densidade de *Cinachyrella* versus a cobertura de *Ulva* sp. Cada círculo preto corresponde à média das réplicas dos quadrados usados de maio/2016 a outubro/2017 (n= 18).....28

Figura 13. Regressão linear da densidade de *Cinachyrella* versus os fatores abióticos estudados. Os círculos pretos correspondem à média das réplicas dos quadrados usados de maio/2016 a outubro/2017 (n= 18). **a - d.** Densidade de *Cinachyrella* spp. versus variação de maré considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (a), março/2016 (b) e fevereiro/2016 (c) ou apenas o período estudado (d); **e - h.** Densidade de *Cinachyrella* spp. versus temperatura do ar considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (e), março/2016 (f) e fevereiro/2016 (g) ou apenas o período estudado (h); **i - l.** Densidade de *Cinachyrella* spp. versus a precipitação considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (i), março/2016 (j) e fevereiro/2016 (k) ou apenas o período estudado (l); **m - p.** Densidade de *Cinachyrella* spp. versus a umidade do ar considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (m), março/2016 (n) e fevereiro/2016 (o), ou apenas o período estudado (p); **q - t.** Densidade de *Cinachyrella* spp. versus o fotoperíodo considerando um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (q), março/2016 (r) e fevereiro/2016 (s) ou apenas o período estudado (t).....31

Figura 14. Regressão linear da cobertura de *Ulva* spp. versus os fatores abióticos estudados. Os círculos pretos correspondem à média das réplicas dos quadrados usados de maio/2016 a outubro/2017 (n= 18). **a - d.** Cobertura de *Ulva* spp. versus variação de maré considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (a), março/2016 (b) e fevereiro/2016 (c) ou apenas o período estudado (d); **e - h.** Cobertura de *Ulva* spp. versus temperatura do ar considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (e), março/2016 (f) e fevereiro/2016 (g) ou apenas o período estudado (h); **i - l.** Cobertura de *Ulva* spp. versus a precipitação considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (i), março/2016 (j) e fevereiro/2016 (k) ou apenas o período estudado (l); **m - p.** Cobertura de *Ulva* spp. versus a umidade do ar considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (m), março/2016 (n) e fevereiro/2016 (o), ou apenas o período estudado (p); **q - t.** Densidade de *Ulva* spp. versus o fotoperíodo considerando um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (q), março/2016 (r) e fevereiro/2016 (s) ou apenas o período estudado (t).....34

Figura 15. Tamanho das esponjas adultas (diâmetro corporal) e número de brotos ao longo do período estudado (média e desvio padrão).....36

Figura 16. Relação do número de brotos produzidos como tamanho das esponjas adultas. Círculos=esponjas.....37

Figura 17. Visão geral da atuação do fator biótico e fatores abióticos sobre a densidade da esponja.....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fatores físicos analisados no estudo.....	21
Tabela 2. Estimativa do número de indivíduos de <i>Cinachyrella</i> na Praia da Pituba (por quadrado utilizado e por m ²).....	26
Tabela 3. Atraso referente aos meses de fevereiro, março e abril de 2016 com relação ao período de estudo da densidade de <i>Cinachyrella</i> spp. ao longo do tempo. Em negrito os resultados significativos.....	32
Tabela 4. Atraso referente aos meses de fevereiro, março e abril de 2016 com relação ao período de estudo para a cobertura de <i>Ulvaspp.</i> no substrato ao longo do tempo.....	35

SUMÁRIO

1. Introdução	9
2. Métodos	13
2.1 Área de estudo.....	13
2.2 Preparo e realização do trabalho de campo.....	16
2.3 Amostragem dos fatores físicos.....	20
2.4 Análise de dados.....	21
3. Resultados	23
3.1 Variabilidade temporal dos fatores abióticos.....	23
3.2 Densidade de <i>Cinachyrella</i> spp. ao longo do tempo e sua relação com os fatores estudados.....	25
3.2.1 Influência da cobertura de <i>Ulva</i>	27
3.2.2 Influência dos fatores abióticos na densidade de <i>Cinachyrella</i>	28
3.3 Cobertura de <i>ulva</i> spp. ao longo do tempo e sua relação com os fatores abióticos.....	33
3.4 Produção de brotos com relação ao tamanho das esponjas.....	36
4. Discussão	37
5. Considerações Finais	42
6. Referências Bibliográficas	43

INTRODUÇÃO

A região entremarés é um dos ecossistemas marinhos mais próximos do continente e por este motivo ele é regulado também por atividades humanas, que a impactam diretamente/indiretamente através, por exemplo, da poluição costeira. Destarte, os organismos bentônicos que habitam esses locais precisam suportar tanto a poluição antropogênica quanto as repentinas mudanças meteorológicas. Juntos, tais fatores tornam o ambiente altamente estressante. Além dos fatores abióticos, os organismos precisam lidar com a forte competição por espaço no substrato, que em conjunto desencadeiam várias interações biológicas. Comumente, cada táxon possui estratégias defensivas de sobrevivência, como a agressiva defesa química, que pode atuar até mesmo na morte do adversário (Wulff, 2006; Coutinho & Zalmanlillana, 2009). Para os organismos que são sésseis como as esponjas, todos esses fatores são ainda mais estressantes. Isso porque pela falta de mobilidade, eles não podem, por exemplo, migrar para outra porção do costão em busca de proteção.

A poluição antrópica tem afetado drasticamente os ecossistemas de forma global (Bannister et al., 2012; Powell et al., 2014). Para regiões tropicais, este fator tem acarretado na diminuição da biodiversidade e domínio de espécies oportunistas (Martinetto et al., 2011; Martins et al., 2012; Kelmo & Hallock, 2013). Quando se trata de organismos filtradores, para muitas espécies, não há benefícios em locais poluídos, que por isso são considerados como inadequados para sua habitação (Bannister et al., 2012; Powell et al., 2014; Singh & Thakur, 2015). Por outro lado, uma das mudanças mais notadas nesses ambientes, é a proliferação de macroalgas verdes devido ao excesso de nutrientes disponíveis.

As macroalgas marinhas são organismos fotossintetizantes importantes, que fazem parte da base da cadeia alimentar. Tratando-se de ambientes saudáveis, ou seja, sem poluição advinda da costa, essas macroalgas interagem de forma positiva com vários organismos numa relação de simbiose

e estruturação da comunidade (Cárdenas et al., 2012). Tais relações são baseadas em função do microhabitat oferecido pelas macroalgas, pois nele os organismos encontram abrigo e proteção contra dessecação (devido ao sombreamento e ao acúmulo de água entre as folhas), impacto das ondas e predação. Além de proteção física, organismos herbívoros alimentam-se dessas algas, dado o valor nutricional oferecido, pois são fontes de nutrientes importantes como fósforo e ferro (Duffy et al., 1994; Ávila et al., 2010; Zamprognio et al., 2013; Cárdenas et al., 2016; Gastaldi et al., 2016).

Existem também macroalgas como *Sargassum* que são utilizadas como substrato por alguns organismos tais como esponjas (Ávila et al., 2010). Já quando macroalgas estão em forma de dossel, eles podem se favorecer utilizando-as como proteção contra predadores e luz. Assim, as algas são de grande importância na estruturação do ambiente marinho, sendo até mesmo consideradas como um dos grandes elementos vitais para ecossistemas rochosos (Cárdenas et al., 2016). Além de todos os serviços ecológicos oferecidos pelas algas, as mesmas possuem grande valor econômico, pois estão sendo inseridas no cardápio alimentar (fonte de polissacarídeos) tanto de humanos quanto de outros animais terrestres (Israelet al., 1995; Santos et al., 2011).

Porém, apesar de todos os seus benefícios às algas podem se tornar um problema. Isso porque, quanto mais eutrofizada for a região, mais elas aumentam em densidade e dominam o ecossistema, desencadeando malefícios para as espécies sensíveis (Hawes et al., 1995; Santos et al., 2011). Muitos dos artifícios utilizados pelas macroalgas no domínio do ambiente bentônico são agressivos a outros organismos. Dentre esses podemos citar as defesas químicas (Zamprognio et al. 2013) e a geração de hipóxia noturna na coluna de água (Martinetto et al., 2011). Além disso, algumas espécies se fixam sobre outros organismos, utilizando-os como substrato, e esse comportamento pode ser ruim ao basibionte, pois as algas competem por nutrientes e danificam suas estruturas externas e internas (Žuljević et al., 2011).

Dentre as macroalgas que são consideradas oportunistas e tolerantes à poluição temos o gênero *Ulva*, que é residente do entremarés em todo mundo (Martins et al., 2012). Pertencente ao filo *Chlorophyta*, a *Ulva* possui rápido

crescimento em ambientes eutrofizados por causa da alta taxa de nitrogênio e carbono presentes nesses locais. Somados com a alta disponibilidade de luz solar, eles favorecem um desenvolvimento acelerado da alga (Israel et al., 1995; Hawes & Smith, 1995; Rivers & Peckol, 1995; Zou et al., 2007; Martins et al., 2012). Assim, não importando as condições e circunstâncias que seriam consideradas precárias para outros organismos, a *Ulva* passa a ter rápido crescimento e aumenta em abundância nesses locais poluídos, mesmo quando comparadas com outros tipos de algas (Israel & Neori, 1995). Grande parte desse sucesso é devido à sua simples morfologia estrutural, que facilita a absorção de nutrientes, e à eficiente capacidade fotossintética (Rivers & Peckol, 1995).

As esponjas também são comuns no entremarés, e com isso sofrem as mesmas pressões ambientais sujeitas aos demais organismos, que como já citadas, vão desde fatores físicos até poluição antrópica. Sendo animais extraordinários, são capazes de realizar diversos serviços ecossistêmicos, como estabilização ou bioturbação do substrato. Elas também são bioindicadores de qualidade ambiental, servem de abrigo e alimento para outros organismos, realizam filtragem da água, e é nesta filtragem que retiram sua nutrição e fazem a ciclagem dos nutrientes.

Nesta ciclagem elas contribuem diminuindo as taxas de nitrogênio, carbono e sílica da coluna de água, e assim auxiliando no equilíbrio, estruturação e manutenção do ambiente bentônico em uma rede de interações ecológicas intrigantes (Ruppert & Barner, 1996; Hajdu et al., 2011; Cárdenas et al., 2012; Bell et al., 2013; Kelmo & Attrill, 2013; Gastaldi, 2015; Lanna et al., 2018).

É surpreendente o papel ecológico das esponjas em ambientes recifais, pois a sua eficiência na ciclagem da matéria orgânica dissolvida (MOD) é até mesmo superior à ciclagem da alça microbiana. De maneira geral, elas são as principais responsáveis pela manutenção de energia e nutrientes desse ecossistema. Isso se dá através da sua competência no processo de ciclagem da MOD, que evita a perda de nutriente por outros tipos de sumidouros como, por exemplo, o oceano aberto. E isso reforça a indispensável presença desses organismos em diversos ecossistemas, desde o ambiente profundo ao recifal, e

aqui podemos incluir sistemas impactados pela eutrofização (De Goeij et al., 2013).

Além de todos os serviços ecossistêmicos prestados pelas esponjas, elas possuem grande importância para o homem, pois através das suas substâncias aleloquímicas (utilizadas em sua defesa), produtos farmacológicos têm sido descobertos e utilizados em tratamentos de várias doenças (cancerígenas e tumorais), pois são uma importante fonte bioativa natural. Em sua maioria, essas substâncias são esteroides e lectinas, onde muitos destes são naturalmente incomuns ou até mesmo só encontrados em esponjas marinhas, tornando o ambiente extremamente rico, raro e diverso, e fazendo das esponjas uma importante reserva de moléculas bioativas de elevada importância para a biomedicina (Becerro et al., 1997; Aiello et al., 1991; Barnathan et al., 1992; Rabelo et al., 2012).

Assim como acontece com vários outros organismos, no ambiente entremarés as esponjas em geral passam por uma série de dificuldades para se manterem estáveis. O desafio começa desde o estado juvenil em busca de substrato para a fixação (McDonald et al., 2002), pois encontrar um espaço vazio muitas vezes é uma tarefa difícil. Além disso, os organismos vizinhos também usam artifícios durante a competição com as esponjas. Nesse processo guerras químicas acontecem, o que pode fazer com que o corpo delas sofra lesões que muitas vezes são irreversíveis (Wulff, 2005). Assim, diversos fatores bióticos e abióticos interferem na manutenção das esponjas no ambiente (Cárdenas et al., 2012; Powell et al., 2014), onde os efeitos destes fatores podem ser negativos ou positivos (Wulff, 2005; Cárdenas et al., 2012; Gastaldi et al., 2015). Um dos efeitos negativos seria quando as esponjas perdem na competição (Singh et al., 2018). Elas são favorecidas quando há uma menor competição por espaço, pois aproveitam este momento para a conquista do território (Kelmo et al., 2013).

Com relação aos efeitos de fatores abióticos, eles ainda não são totalmente compreendidos, principalmente no que diz respeito à reprodução de esponjas (Lanna et al. 2018). Há estudos que relatam que eles podem ser os responsáveis pela distribuição das esponjas, crescimento e regeneração, o que leva à presença de diferentes espécies em diferentes habitats (Wulff, 2005; Singh & Thakur, 2016). Ao observar uma comunidade de esponjas em San

Antonio Bay, no norte da Patagônia, Gastaldi et al. (2015), por exemplo perceberam que um dos principais responsáveis pela estruturação da comunidade é a taxa de dessecação relacionada com a luz solar e a temperatura do ar. Este mesmo estudo relacionou também a influência negativa da macroalga *Ulva* na esponja *Hymeniacidon* sp.: a mesma é encontrada em maior densidade onde existe uma menor cobertura da macroalga.

Assim, como estes fatores possuem forte influência sobre os organismos presentes nos habitats do entremarés (Wulf, 2005; Cárdenas et al., 2012; Singh & Thakur, 2015), o nosso trabalho avaliou a influência deles e também da pluviosidade, variação de maré e umidade sobre uma comunidade de esponjas. O grupo que escolhemos como modelo para o nosso estudo foi o gênero *Cinachyrella*, que possui distribuição tropical e subtropical (Carella et al., 2016). *Cinachyrella* é um dos gêneros mais abundantes na Bahia, especificamente bem representado na Praia da Pituba por duas de suas espécies que ocorrem em simpatria: *Cinachyrella alloclada* e a *Cinachyrella apion*. Ambas possuem o corpo globular coberto ou não por camada sedimentar (Chen et al., 1997), com coloração que vai desde amarelo-ouro ao bege. Elas podem ser observadas facilmente na região entremarés em exposição à luz solar (Hadju et al. 2011), pois preferem fixar-se em habitats com pouca profundidade (Carella et al., 2016). O gênero *Cinachyrella* pertence à classe Demospongeae, que é a maior classe dentro do filo Porifera (Ruppert & Barner, 1996). Segue os demais dados taxonômicos: Ordem Tetractinellida Marshall, 1876; Subordem Spirophorina Bergquist & Hogg, 1969; Família Tetillidae Sollas, 1886.

Nosso estudo buscou a compreensão da relação entre tais fatores abióticos e biótico e a variação temporal na densidade dessas esponjas. Além disso, dada a importância da reprodução assexuada para a manutenção das populações, avaliamos se a produção destes varia de acordo com o tamanho do adulto. Os objetivos específicos foram então: (1) Avaliar a densidade de *Cinachyrella* spp. ao longo do tempo; (2) Verificar se possíveis mudanças nessa densidade estavam relacionadas com a cobertura de algas do gênero *Ulva* ou com fatores abióticos; e (3) Compreender se o número de brotos produzidos é

relacionado ao tamanho da esponja adulta. Nosso foco foram as populações de *Cinachyrella*, sem ênfase a nível específico, pois queríamos compreender a dinâmica e a sensibilidade dessas populações que ocorrem em ambientes entremarés no litoral de Salvador.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Ambientes tropicais são conhecidos por possuírem grande diversidade de esponjas (Cárdenas et al., 2012). A Bahia, especificamente o litoral de Salvador, foi batizado por Hajdu et al. (2011) como o paraíso das esponjas, que colorem o ecossistema dando graça e beleza, e ainda contribuem com diversos serviços ecossistêmicos no ambiente bentônico. No litoral soteropolitano, as esponjas são um dos principais organismos que compõem este ambiente (Powell et al., 2014; Kelmo & Attrill, 2013). No entanto, para o Brasil como um todo, existe pouco conhecimento sobre ecologia de esponjas (Kelmo & Attrill, 2013). No geral, é de conhecimento que as esponjas são antigas construtoras de recifes (Hajdu et al. 2011), pertencendo a um dos grupos de animais mais antigos da Terra e com elevada importância para os ecossistemas (González-Rive et al., 2012; Cárdenas et al., 2012).

Dito isto, o trabalho foi desenvolvido no embasamento do afloramento cristalino (Recife rochoso) da Praia da Pituba, que fica situada em Salvador, Bahia (13° 0'23.56"S; 38°27'19.74" O) (Figuras 1 e 2). De clima tropical úmido e banhada pelo Oceano Atlântico Sul, a praia está localizada próxima à desembocadura do Rio Camurujipe. Nesta região existem saídas de esgoto ligados à rede de drenagem da água da chuva, que são responsáveis pelo aporte de nutrientes (dados observacionais). Como a descarga é local, e tratando-se de uma área tropical, a mesma funciona como um controle significativo da comunidade bentônica (Kelmo & Hallock, 2013). A presença de substrato consolidado favorece a fixação, crescimento e desenvolvimento de macroalgas bentônicas e outros organismos (Morena & Rocha, 2012), no qual as macroalgas podem dominar a depender da intensidade da descarga de

nutrientes (Kelmo & Hallock, 2013). E a partir do momento que a zona costeira se torna eutrofizada devido às descargas de nutrientes, a consequência é um domínio de macroalgas do gênero *Ulva* (Fig. 3) (Santos & Nunes, 2013).

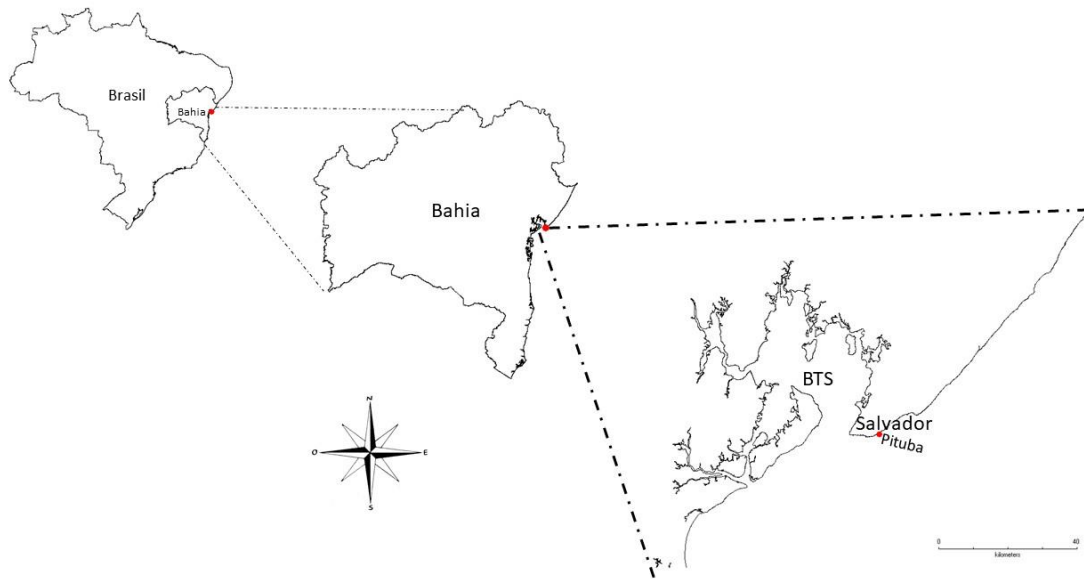


Figura 1. Área de estudo. Mapa do Brasil ressaltando a região da BTS na Bahia e em maior detalhe a Praia da Pituba em Salvador, onde o círculo vermelho mostra a localização aproximada na qual o estudo foi conduzido.



Figura 2. Imagens panorâmicas da Praia da Pituba, na cidade de Salvador, Bahia.

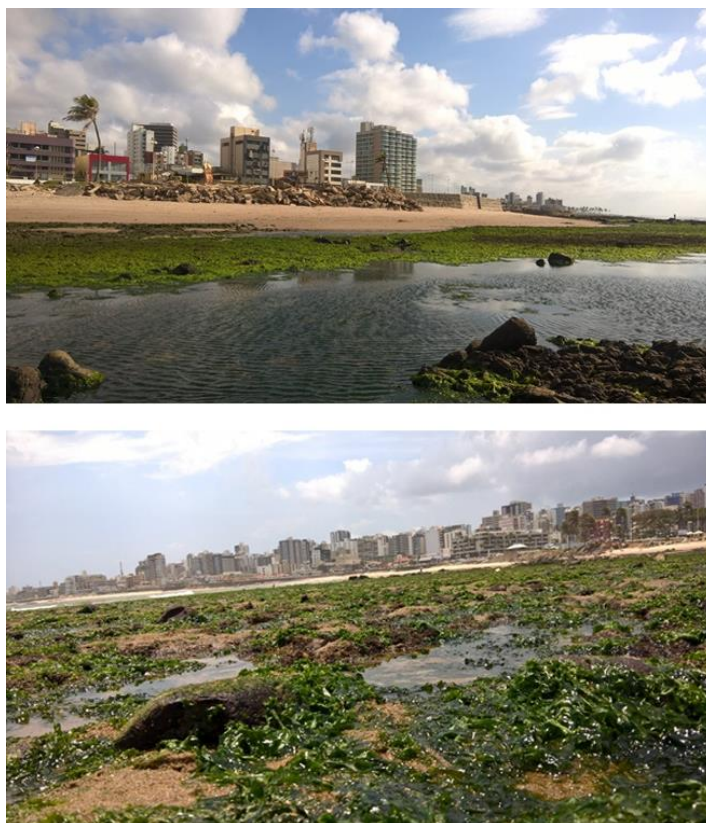


Figura 3. Embasamento do afloramento cristalino da Praia da Pituba coberto por macroalgas do gênero *Ulva*.

2.2 PREPARO E REALIZAÇÃO DO TRABALHO DE CAMPO

O estudo teve início em maio/2016 e se estendeu até outubro/2017 (totalizando 18 meses de coleta de dados). O afloramento cristalino fica emerso em períodos de maré baixa, desta maneira as coletas foram realizadas em momentos de marés de 0m a 0,05m. Pontos fixos foram escolhidos na realização da primeira coleta, para servirem como guias para as coletas futuras, tendo a localização aproximada da posição dos transectos ao longo do tempo. Além disso, utilizamos esses pontos fixos para o direcionamento dos transectos na plataforma de forma paralela aos mesmos. Não foram feitas medições da inclinação da plataforma, porém ela é plana (Figuras 2 e 3). Com relação à zona de estudo, a mesma é correspondente ao nível mesolitoral, região sujeita às variações de maré (Almeida, 2008) e local de grande abundância de esponjas do gênero *Cinachyrella* e de macroalgas do gênero *Ulva*.

O princípio metodológico utilizado baseou-se em Gastaldi et al. (2015). Foram estendidos na plataforma 4 transectos de 30m com equidistância de 3m, paralelos uns aos outros (Figura 4). Por toda a extensão desses transectos, 15 quadrados (0,25 m²) foram dispostos em cada um deles, totalizando 60 quadrados por coleta. O local dos quadrados ao longo dos transectos era definido por sorteio. Assim, para cada transecto 15 pontos eram sorteados e esse sorteio era repetido a cada coleta. Em seguida, com auxílio de um frame (Figura 5) os quadrados foram devidamente fotografados e em laboratório estimou-se a área de cobertura das macroalgas através do software Image J (dados obtidos em porcentagem) (disponível em rsbweb.nih.gov/ij/). Após as fotografias toda macroalga existente no quadrado era removida (Figura 6.a) para que desta forma conseguíssemos visualizar com exatidão os indivíduos de *Cinachyrella* spp. (Figura 6.b) presentes por baixo delas. Como a esponja possui forma esférica e em sua maioria possui o corpo revestido por uma fina camada sedimentar (Figura 7), os indivíduos foram facilmente diferenciados e quantificados por quadrado.

Vale ressaltar que os quadrados e frame (área 0,25 m²) utilizados nas coletas de dados foram confeccionados a partir de tubos de PVC usados em encanamento de água. Como cada quadrado continha área de 0,25 m² (50cm x 50cm), este dado foi utilizado para verificar a cobertura da alga. A elaboração do frame (Figura 5) tornou-se necessária para evitar erros de paralaxe causados por desvio ocular do observador.

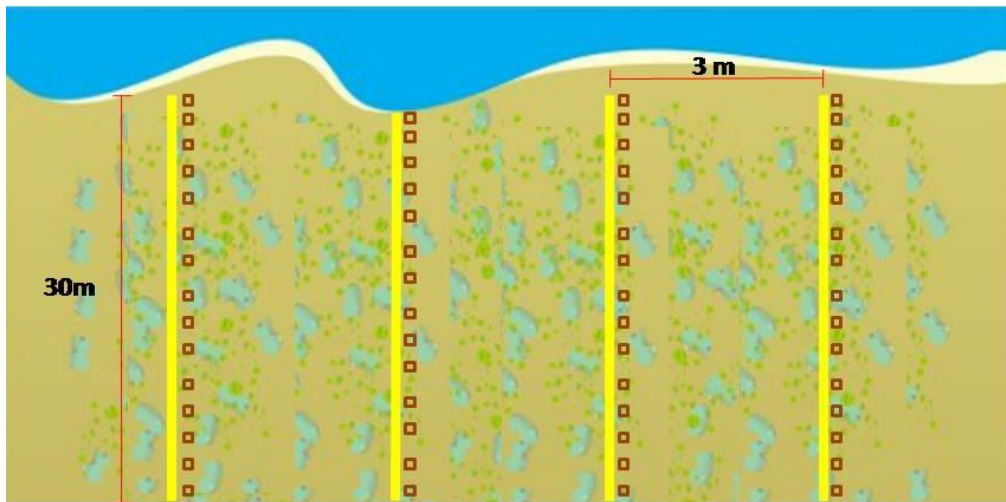


Figura 4. Esquema dos transectos posicionados na plataforma com quadrados dispostos de forma aleatória.



Figura 5. Modelo do frame.

Como explicado anteriormente, a identificação taxonômica ocorreu até nível de gênero tanto para *Cinachyrella* quanto para *Ulva*, pois ambos os organismos possuem difícil identificação em campo. Para a *Cinachyrella*, as duas espécies (*C. apion* e *C. alloclada*) encontradas na região entremarés da Pituba possuem morfologia externa idêntica (Hadju et. al., 2011). Com relação ao gênero *Ulva*, o mesmo teve suas espécies identificadas pelo DR. José Marcos de Castro Nunes, onde as espécies *U. rigida*, *U. lactuca* e *U. fasciata* são diferenciadas através de dentições pequenas que se localizam nas bordas do talo (Nunes et. al., 2005), o que tornou impraticável a identificação em campo durante esse estudo. Desta maneira agrupamos os respectivos táxons

em *Cinachyrella* spp. e *Ulva* spp., desenvolvendo o estudo a nível de gênero e não de espécie.



Figura 6. Análise dos quadrados em campo. **a.** Processo de remoção da *Ulva* spp. presente dentro do quadrado. **b.** Esponja encontrada após a remoção da *Ulva* spp.

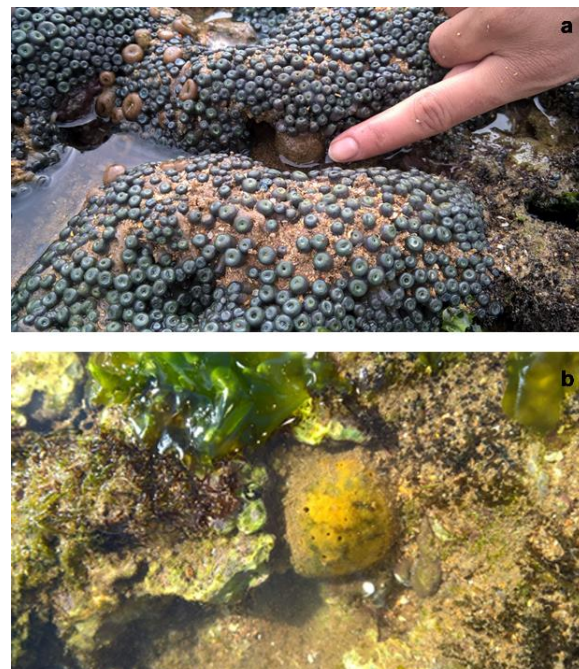


Figura 7. *Cinachyrella* spp. em campo: **a.** *Cinachyrella* com o corpo coberto por uma camada sedimentar. **b.** *Cinachyrella* com o corpo sem a camada sedimentar.

Em paralelo à análise dos transectos, em todos os meses de estudo foram coletados de forma aleatória e fora da área dos transectos, 10 indivíduos de *Cinachyrella* spp. que foram imediatamente fixados em etanol 70%. Em laboratório, esses indivíduos tiveram o seu diâmetro mensurado com auxílio de um paquímetro e todos os brotos presentes na parte superficial do corpo da esponja foram removidos (para evitar erros de contagem) e quantificados com a utilização de um microscópio estereoscópico (Figura 8).



Figura 8. Rotina de tratamento dos brotos: **a.** Visualização do broto com a utilização do microscópio; **b.** Retirada do broto do corpo da esponja; **c.** Medida do diâmetro da esponja adulta e **d.** Fixação dos brotos.

2.3 AMOSTRAGEM DOS FATORES FÍSICOS

Os dados referentes a parâmetros ambientais (fatores físicos) foram obtidos de sites de órgãos Institucionais, tais como constam na Tabela 1. Os

dados foram coletados diariamente, e os valores utilizados nas análises representam médias mensais. Como as esponjas podem responder as mudanças ambientais no decorrer do ano (Lanna et. al., 2013) de forma imediata ou com atraso, tornou-se necessário aferir este efeito tomando-se como base o próprio mês de coleta (ou seja, os dados da coleta no mês um foram analisados em função dos fatores no mês um), e também com um atraso de um a três meses (dados da coleta um – maio/2016 com dados de fatores abióticos de fevereiro, março ou abril/ 2016).

Tabela 1: Fatores físicos analisados no estudo e suas respectivas fontes.

INSTITUIÇÃO	FATOR FÍSICO	DISPONÍVEL
Marinha do Brasil	Maré	https://www.marinha.mil.br
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	Temperatura do ar	http://www.inmet.gov.br/portal/
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)	Pluviosidade	http://bancodedados.cptec.inpe.br/
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	Umidade	http://www.inmet.gov.br/portal/
Tu Tiempo	Fotoperíodo	https://www.tutiempo.net

2.4 ANÁLISES DE DADOS

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa GraphPad Prism 6. Antes de iniciarmos as análises, testes de normalidade foram efetuados tanto para densidade de *Cinachyrella* spp. ao longo do tempo quanto para cobertura de *Ulva* spp. ao longo do tempo. Como os nossos dados possuem heterocedasticidade, a solução empregue foi a utilização de um teste não-paramétrico. Desta maneira, foi empregue o teste de Kruskal-Wallis, que é uma ANOVA não-paramétrica. Assim a análise empregada compara duas ou mais populações quanto à tendência central dos dados, sendo a melhor análise proposta, já que os nossos dados não seguem uma distribuição gaussiana, ou seja, não possui normalidade. Para identificar diferenças significativas entre os meses utilizamos o teste de Dunn para comparação múltipla. E para

entendermos se a quantidade de brotos está relacionada ao diâmetro da esponja, aplicamos o Coeficiente de Correlação de Spearman, já que as nossas variáveis quantitativas não satisfazem as exigências para o teste do coeficiente de Pearson, que possui primícias de modelo linear, exigindo assim, distribuição bivariada normal e homocedasticidade, ao contrário do que apresenta nossos dados. Com relação aos fatores abióticos, foram feitas análises de Regressão Linear Simples para verificar a relação entre esses fatores e a densidade de *Cinachyrella* spp., e também deles com a cobertura de *Ulvas* spp., utilizando nível de confiança de 95%.

RESULTADOS

Separaremos os resultados em quatro partes: **1.** Variabilidade temporal dos fatores abióticos **2.** Densidade de *Cinachyrella* spp. ao longo do tempo e sua relação com fatores analisados (biótico e abióticos); **3.** Cobertura de *Ulva* spp. ao longo do tempo e sua relação com fatores abióticos e **4.** Quantidade de brotos com relação ao tamanho da esponja.

3.1 VARIABILIDADE TEMPORAL DOS FATORES ABIÓTICOS

Conforme os resultados das análises estatísticas, dentre os seis fatores analisados, apenas dois (temperatura do ar e variação de maré; Figuras 14d e 14h) aparentemente não influenciam na densidade da *Cinachyrella* spp. ao longo do tempo. Por outro lado, todos os outros apresentaram influência significativa, seja ela positiva ou negativa. Como exemplo destes temos a umidade do ar (Figura 14p), que influencia de forma positiva, e a cobertura de *Ulva* spp. (Figura 11) influenciando negativamente. Com relação aos fatores analisados *versus* a cobertura de *Ulva* spp. ao longo do tempo, os resultados encontrados tanto para a maré (Figura 15d) quanto para temperatura do ar (Figura 15h) estão em concordância com aqueles encontrados para a densidade de *Cinachyrella* spp. ao longo do tempo. Ou seja, de acordo com as análises, ambos parecem não influenciar na cobertura da macroalga. No entanto, para outros fatores analisados, tais como fotoperíodo e umidade,

temos que existe uma forte influência significativa e positiva para o fotoperíodo (Figura 15 t), enquanto que para a umidade encontramos uma influência negativa (Figura 15p).

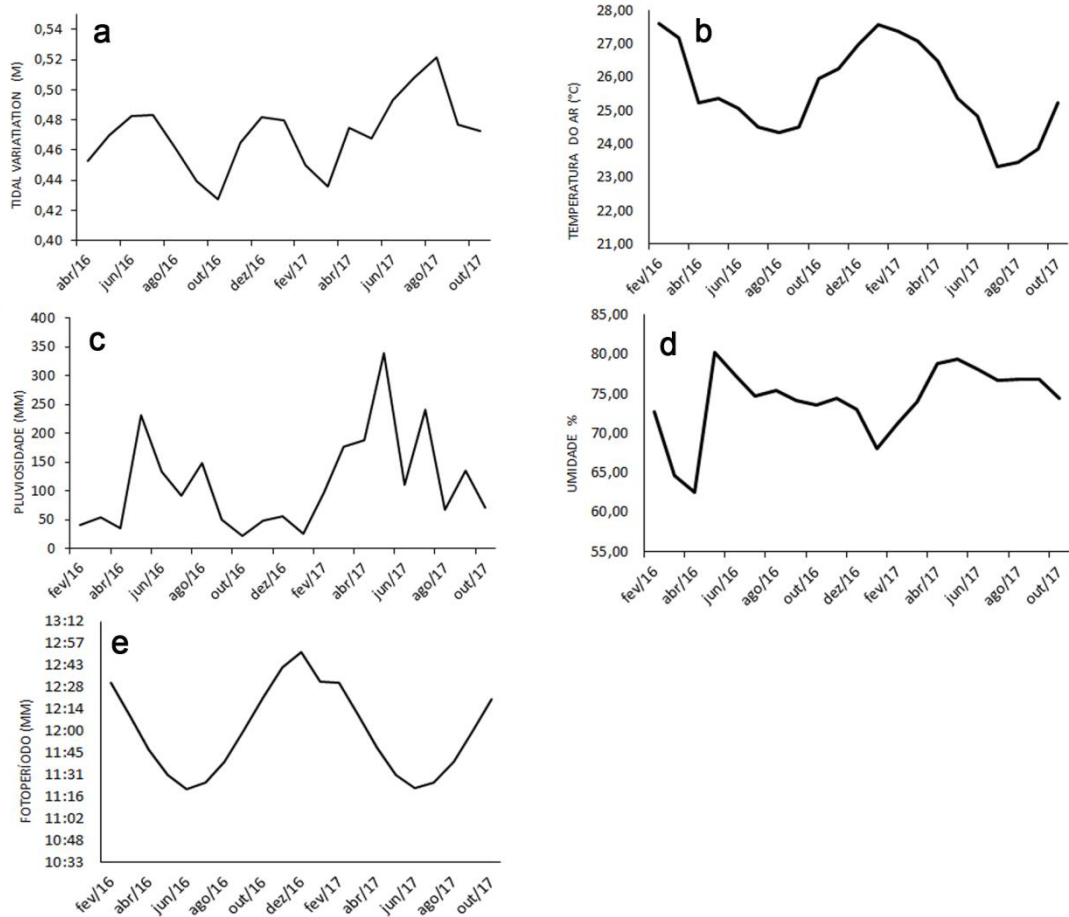


Figura 9. Fatores físicos ao longo do tempo. **a** - Variação de maré (m), no qual os valores apresentados são médias mensais. Dados obtidos através do site da Marinha do Brasil; **b**- Temperatura do ar (°C), no qual os valores apresentados correspondem a médias mensais. Dados obtidos do site do INMET; **c** - Precipitação (m), no qual o eixo y mostra o valor acumulado para cada mês. Dados obtidos do site do INMET; **d**- Umidade (%), no qual os valores apresentados correspondem a médias mensais. Dados obtidos do site do INMET; **e** – Fotoperíodo (min), no qual os valores apresentados correspondem a médias mensais. Dados obtidos do site do Tu Tiempo.

3.2 DENSIDADE DE *CINACHYRELLA* SPP. AO LONGO DO TEMPO E SUA RELAÇÃO COM OS FATORES ESTUDADOS

VARIAÇÃO TEMPORAL

Existe uma variação significativa (Teste de R-W; $p < 0,0001$; Figura 10) na densidade da esponja ao longo do tempo, com diferenças definidas em determinados períodos. Inicialmente em junho/2016 houve um maior número de indivíduos, contendo 5,3 cinaquirelas por quadrado (ou por $0,25\text{m}^2$). Oposto a isso, temos em novembro/2016a menor densidade, com aproximadamente duas cinaquirelas por $0,25\text{m}^2$. A partir deste momento, salvo algumas exceções, a densidade foi aumentando até alcançar 5,7 indivíduos/quadrado em abril/2017. Após esse ápice, os valores diminuíram até o final das análises. Com isso, como os nossos dados são não-paramétricos, utilizamos o teste de Dunn para comparação múltipla com a finalidade de identificar diferenças estatisticamente significativas entre os meses estudados. O teste revelou que elas ocorrem em maio e junho de 2016e em abril, maio e junho de 2017, que são justamente os meses que possuem maior densidade de *Cinachyrella* spp.

Os dados mostrados na Tabela 2 são uma estimativa, levando em conta os resultados obtidos, da quantidade que teríamos de cinaquirelas a cada mês caso os nossos quadrados correspondessem a 1m^2 . Essa aproximação é importante para que se possa comparar com dados da literatura, uma vez que o tamanho dos quadrados utilizados varia em cada trabalho.

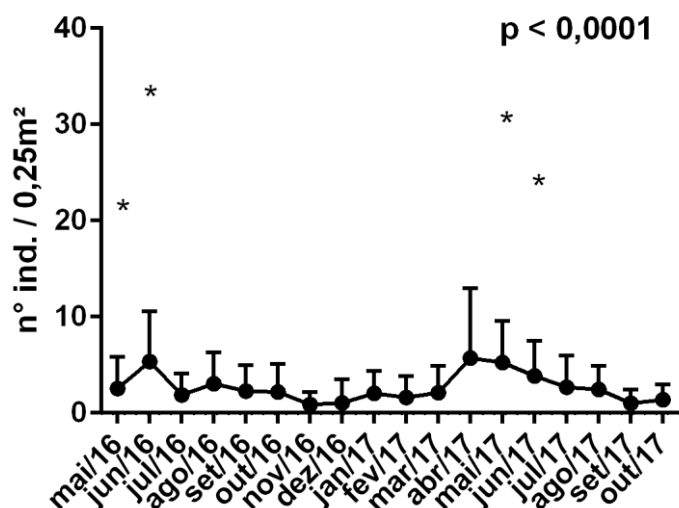


Figura 10. Densidade de *Cinachyrella* spp. ao longo do tempo (média do n° de indivíduos e desvio padrão). Os * equivalem aos meses que exibem diferenças significativas apontadas pelo teste de Dunn.

Tabela 2: Número de indivíduos de *Cinachyrella* na Praia da Pituba por quadrado utilizado e com estimativa para m²

ÁREA	MAI/2016	JUN/2016	JUL/2016	AGO/2016	SET/2016	OUT/2016	NOV/2016	DEZ/2016	JAN/2017
0,25 m ²	2,5	5,3	1,9	3,0	2,3	2,2	0,9	1,0	2,1
1 m ²	10,0	24,4	7,5	12,2	9,1	8,7	3,6	4,2	8,3
DESvio PADRÃO	5,41	13,47	3,97	6,47	4,84	4,62	1,91	2,23	4,39
ÁREA	FEV/2017	MAR/2017	ABR/2017	MAI/2017	JUN/2017	JUL/2017	AGO/2017	SET/2017	OUT/2017
0,25 m ²	1,6	2,1	5,7	5,2	3,9	2,7	2,4	1,0	1,4
1 m ²	6,4	8,5	22,9	21,8	15,4	10,7	9,7	4,0	5,5
DESvio PADRÃO	3,39	4,50	12,16	11,14	8,17	5,66	5,15	2,12	2,93

INFLUÊNCIA DA COBERTURA DE ULVA

A cobertura de *Ulva* spp. apresentou variação significativa ao longo do tempo estudado (Teste de K-W; $p < 0,0001$; Figura 11). A mesma aumentou gradativamente de maio/2016 até dezembro/2016 quando alcançou a maior taxa de cobertura no substrato, obtendo 70% do total da área dos quadrados (maior taxa em relação a todo período de estudo sendo que a menor ocorreu no mês de maio/2016 – cerca de 10%). A partir de janeiro/2017 (60% do substrato recoberto pela alga), a taxa de cobertura começou a diminuir progressivamente até abril daquele ano. Em seguida, percebe-se um leve aumento e, em junho/2017, ela alcançou 40%. Após uma leve queda em julho/2017 os valores voltaram a aumentar até o último mês de estudo (outubro/2017; Figura 11). O modelo obtido pela curva gráfica sugere que, embora no segundo ano a cobertura da macroalga no substrato tenha sido menor, ela obedeceu ao mesmo padrão exibido em 2016 – aumentou de maio a dezembro e depois caiu gradativamente. Em relação à múltipla comparação, o teste de Dunn mostrou que os meses mais distintos são junho/ 2016, e abril/2017 e maio/ 2017. Estes são os meses que apresentam a menor taxa de cobertura da macroalga no substrato.

A análise realizada para avaliar se existe relação entre a cobertura de *Ulva* spp. (%) e a densidade de *Cinachyrella* spp. mostra uma relação negativa e significativa ($r^2 = 0.5413$; $p < 0.05$; Figura 12) entre ambos. Desta maneira entendemos que a *Ulva* spp. é forte competidora e influencia negativamente na ocupação do espaço pela esponja.

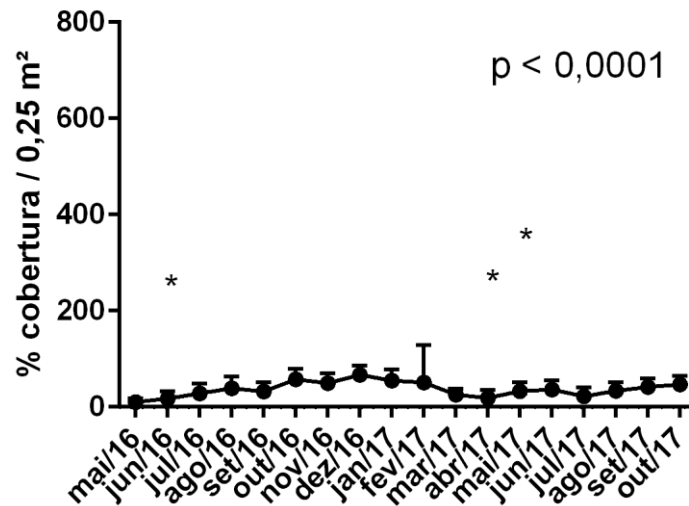


Figura 11. Cobertura da *Ulva* spp. ao longo do tempo (média e desvio padrão). Os * equivalem aos meses que exibem diferenças significativas apontadas pelo teste de Dunn.

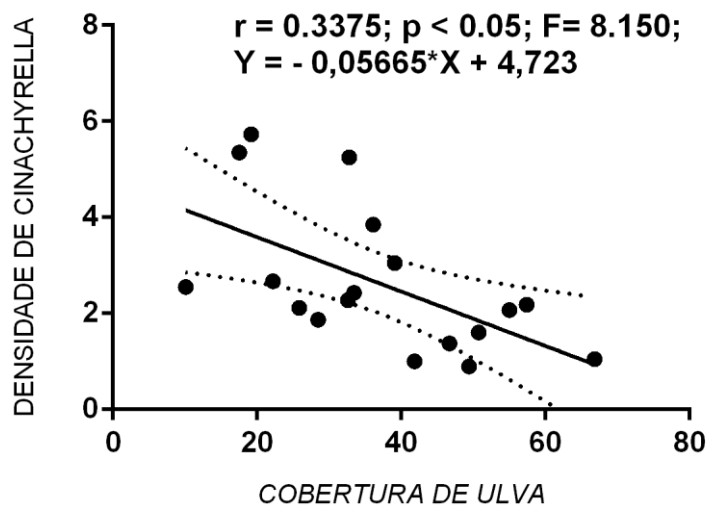


Figura 12. Densidade de *Cinachyrella* versus a cobertura de *Ulva* com intervalo de confiança de 95%. Cada círculo preto corresponde à média das réplicas dos quadrados usados de maio/2016 a outubro/2017 (n= 18).

INFLUÊNCIA DOS FATORES ABIÓTICOS NA DENSIDADE DE *CINACHYRELLA*

Para a **variação de maré**, os menores valores de baixa-mar foram alcançados em outubro/2016 e março/2017, e os maiores valores em

junho/2016 e agosto/2017 (Figura 9 a). No entanto, este fator não influenciou na densidade de *Cinachyrella* ao longo do tempo ($r^2= 0,03308$, $p>0,05$; $F=0,5473$; Figura 13 d).

Com relação à **temperatura do ar** ($^{\circ}\text{C}$) (Figura 9. b), temos que os meses de maior temperatura corresponderam aos períodos de seca para a área de estudo. Semelhantemente ao resultado obtido para variação de maré, a análise revelou que não há relação entre a densidade de *Cinachyrella* spp. e a temperatura do ar ($p > 0,05$; $r^2= 0,01285$; $F=0.2082$; Figura 13h).

Para a **precipitação** (Figura 9c), percebe-se que há uma pequena flutuação entre os meses de fevereiro/2016 e março/2016. A partir desse período houve um brusco aumento na precipitação, alcançando seu pico máximo em maio/2016. Em seguida, ocorreu um decréscimo até janeiro/2017, quando os valores para a precipitação voltam a aumentar. Em junho/2017 verifica-se uma grande queda nesses valores, que seguiu até outubro de 2017. Desta maneira os dados indicam duas épocas de chuva: maio a setembro/2016 e março a setembro/2017. Quanto à relação entre esse fator e a densidade de *Cinachyrella* spp., as análises revelaram que as duas variáveis estão relacionadas de forma positiva. Assim, quando aumenta a **precipitação** (mm) ocorre um aumento na densidade da esponja ($p < 0.05$; $r^2= 0.3181$; $F= 7.4630$; Figura 13k).

No que concerne à **umidade do ar** (Figura 9. d), não houve grandes flutuações para o período estudado, sendo que os menores valores foram observados em abril/2016 e janeiro/2017. Para este fator encontramos uma relação positiva e significativa com a densidade de *Cinachyrella* spp. ao longo do tempo ($r^2= 0,3534$, $p< 0,05$; $F=8.7440$; Figura 13p). Desta maneira, ocorrendo um aumento nos valores de umidade, nota-se um aumento na população da esponja. Isso era esperado e corrobora o resultado encontrado para a regressão realizada com a precipitação, uma vez que a umidade do ar é relacionada com este outro fator.

O último fator abiótico analisado foi o **fotoperíodo**, que variou ao longo do tempo (Figura 19. e). Observa-se uma diminuição na duração do dia de fevereiro/2016 até junho/2016. Posteriormente, de julho/2016 a dezembro/2016

ocorre um aumento progressivo nessa taxa, no qual tivemos o maior fotoperíodo para o ano. Nos meses seguintes o fotoperíodo foi diminuindo, até junho/2017. Após este momento, em agosto/2017, ele volta a subir progressivamente. A relação entre fotoperíodo (min) e adensidade de *Cinachyrella* spp. é significativa, ocorrendo uma interação negativa, pois a partir do momento que aumenta o fotoperíodo, ocorre uma diminuição na população de *Cinachyrella* spp. ($p < 0.05$, $r^2 = 0.3992$; $F = 10.6300$; Figura 13 t).

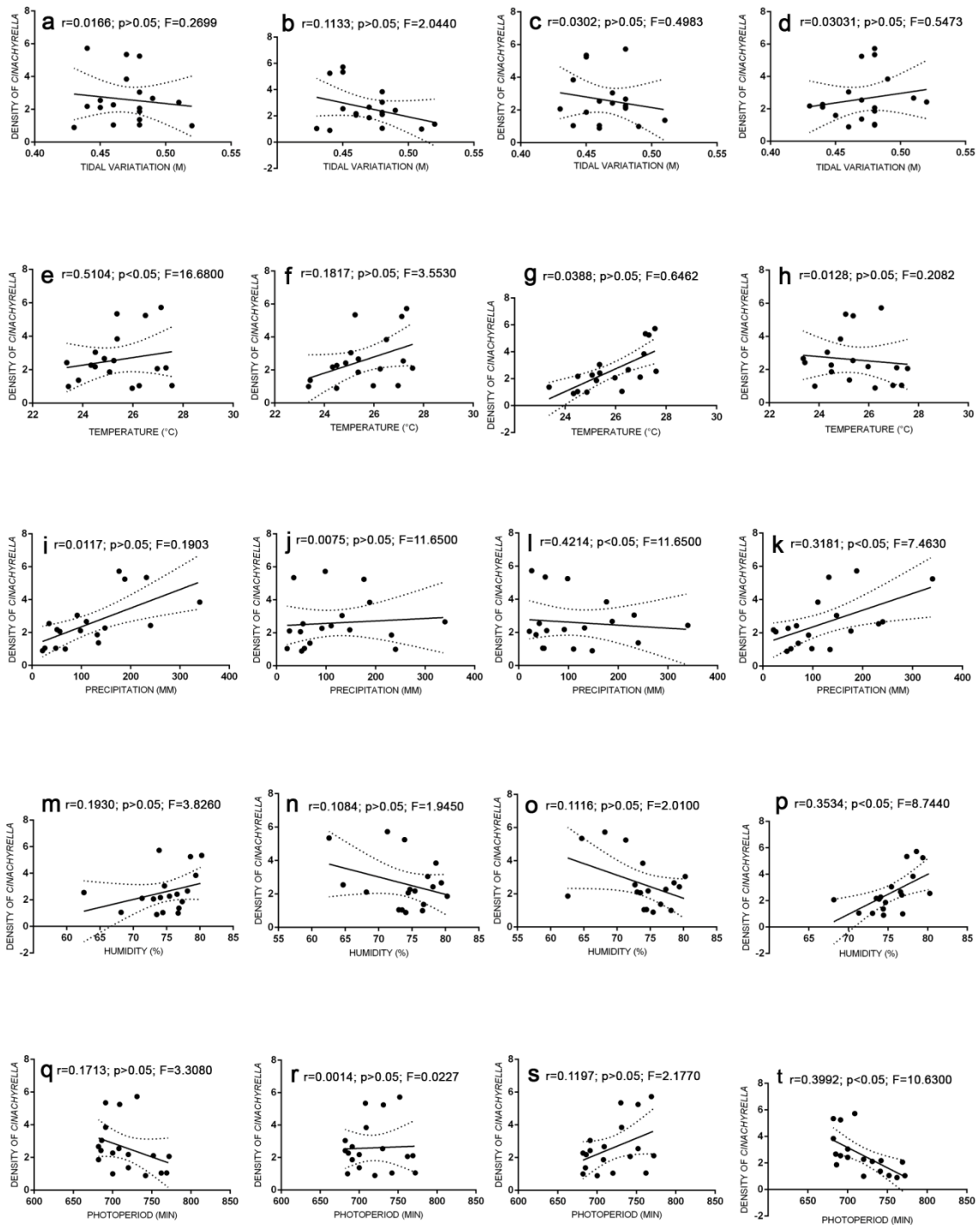


Figura 13. Regressão linear da densidade de *Cinachyrella* versus os fatores abióticos estudados. Os círculos pretos correspondem à média das réplicas dos quadrados usados de maio/2016 a outubro/2017 (n= 18). O posicionamento das figuras segue a ordem da esquerda para direita correspondente aos atrasos e sem atraso: atraso de 3 meses, atrasado de 2 meses, atraso de 1 mês e sem atraso. **a - d.** Densidade de *Cinachyrella* spp. versus variação de

maré considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (a), março/2016 (b) e fevereiro/2016 (c) ou apenas o período estudado (d); **e - h.** Densidade de *Cinachyrella* spp. versus temperatura do ar considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (e), março/2016 (f) e fevereiro/2016 (g) ou apenas o período estudado (h); **i - l.** Densidade de *Cinachyrella* spp. versus a precipitação considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (i), março/2016 (j) e fevereiro/2016 (k) ou apenas o período estudado (l); **m - p.** Densidade de *Cinachyrella* spp. versus a umidade do ar considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (m), março/2016 (n) e fevereiro/2016 (o), ou apenas o período estudado (p); **q - t.** Densidade de *Cinachyrella* spp. versus o fotoperíodo considerando um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (q), março/2016 (r) e fevereiro/2016 (s) ou apenas o período estudado (t).

Tabela 3: Atraso referente aos meses de fevereiro, março e abril de 2016 com relação ao período de estudo da densidade de *Cinachyrella* spp. ao longo do tempo. Em negrito os resultados significativos.

MESES	MARÉ	TEMPERATURA	PRECIPITAÇÃO	UMIDADE	FOTOPERÍODO
FEV/2016	r=0,0302 p> 0,05 F=0.4983 (Fig. 16c)	r=0,5104 p<0,05 F=16.6800 (Fig. 16g)	r=0,0117 p> 0,05 F=0.1903 (Fig. 16l)	r=0,1930 p> 0,05 F=3.8260 (Fig. 16o)	r=0,1713 p> 0,05 F=3.3080 (Fig. 16s)
MAR/2016	r=0,1133 p>0,05 F=2.0440 (Fig. 16b)	r=0,1817 p> 0,05 F=3.5530 (Fig. 16f)	r=0,0075 p>0,05 F=0.1274 (Fig. 16j)	r=0,1084 p> 0,05 F=1,9450 (Fig. 16n)	r=0,0014 p> 0,05 F=0.0227 (Fig. 16r)
ABR/2016	r=0,0166 p> 0,05 F=0.2699 (Fig. 16a)	r=0,0388 p> 0,05 F=0.6462 (Fig. 16e)	r=0,4214 p< 0,05 F=11.6500 (Fig. 16i)	r=0,1116 p> 0,05 F=2.0100 (Fig. 16p)	r=0,1197 p> 0,05 F=2.1770 (Fig. 16q)

Após analisarmos os fatores que influenciavam significativamente na densidade de esponjas ao longo do tempo passamos a suspeitar que a *Ulva* pudesse ser o mais relevante deles. Isso porque os mesmos fatores abióticos poderiam estar agindo diretamente na macroalga e assim o efeito nas esponjas seriam indiretos. Desta forma, optamos por analisar estatisticamente a influência dos fatores físicos na *Ulva*.

3.3 COBERTURA DE *ULVA* SPP. AO LONGO DO TEMPO E SUA RELAÇÃO COM OS FATORES ABIÓTICOS

Quando analisamos a **variação de maré** ($r^2=0.06158$, $p > 0,05$; $F=1.050$; Figura 14d) e a **temperatura do ar** ($r^2=0.1677$, $p > 0,05$; $F=3.224$ Figura 14h) com relação à cobertura de *Ulva* spp. no substrato, observamos que os mesmos não têm influência significativa. Por outro lado, a **pluviosidade** e a **umidade do ar** influenciam de forma negativa. Desta maneira, quando ocorre um aumento pluviométrico, temos em seguida uma diminuição da cobertura da *Ulva* spp. no substrato ($r^2=0.4113$, $p < 0,05$; $F=11.1800$; Figura 14k). Igualmente ocorre para o aumento da pressão parcial de vapor, ou seja, o aumento da umidade acarreta em uma diminuição da cobertura da macroalga ($r^2=0.4997$, $p < 0,05$; $F=15.9800$; Figura 14p).

No que concerne ao **fotoperíodo**, à relação é significativa e positiva ($r^2=0.6584$, $p < 0,05$; $F=30.84$; Figura 14 t). Assim, o aumento da duração da luz leva ao aumento na taxa de cobertura da *Ulva* spp..

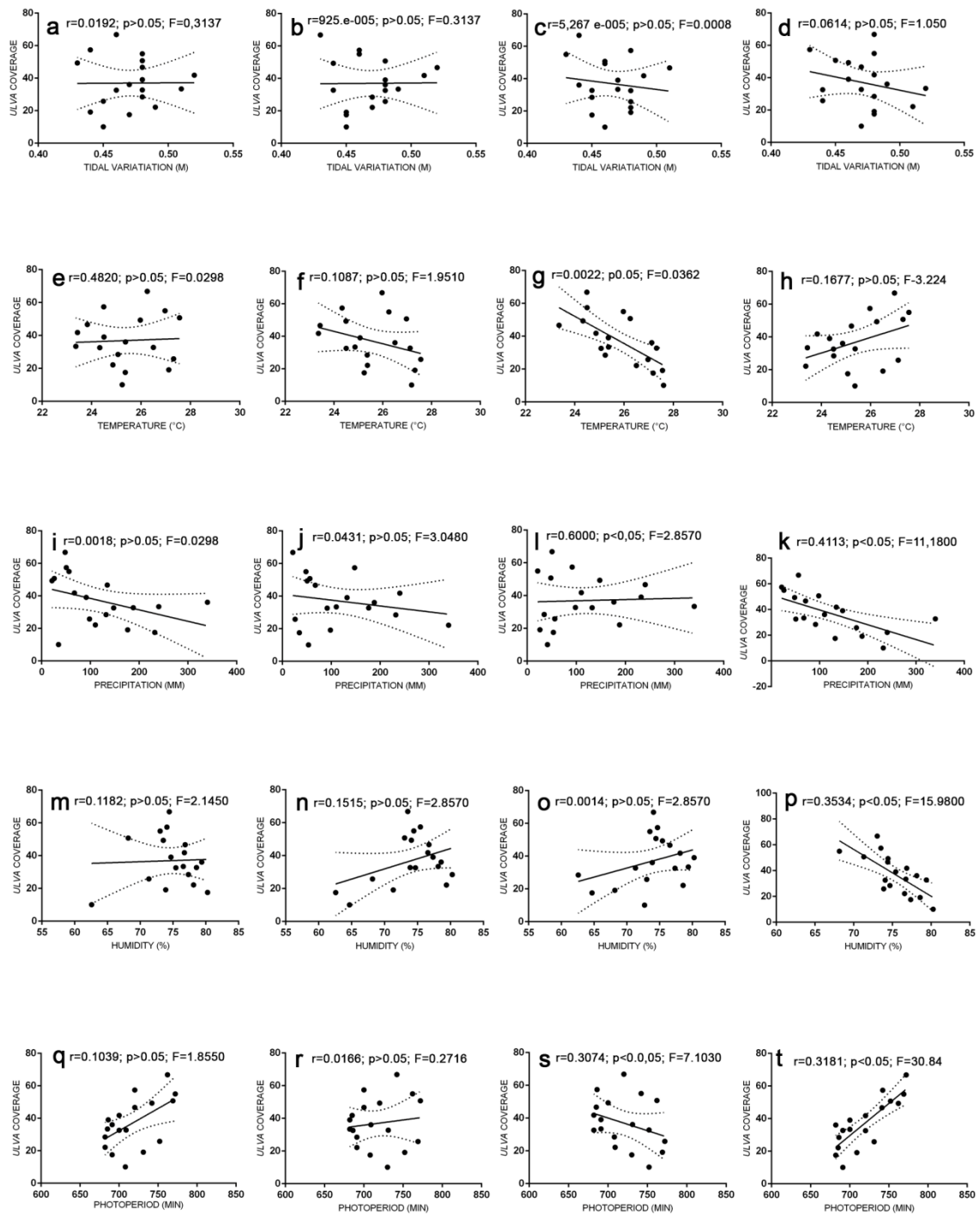


Figura 14. Regressão linear da cobertura de *Ulva* spp. versus os fatores abióticos estudados. Os círculos pretos correspondem à média das réplicas dos quadrados usados de maio/2016 a outubro/2017 (n= 18). O posicionamento das figuras segue a ordem da esquerda para direita correspondente aos atrasos e sem atraso: atraso de 3 meses, atrasado de 2 meses, atraso de 1 mês e sem atraso. **a - d.** Cobertura de *Ulva* spp. versus variação de maré considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (a), março/2016 (b) e fevereiro/2016 (c) ou

apenas o período estudado (d); **e - h.** Cobertura de *Ulva* spp. versus temperatura do ar considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (e), março/2016 (f) e fevereiro/2016 (g) ou apenas o período estudado (h); **i - l.** Cobertura de *Ulva* spp. versus a precipitação considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (i), março/2016 (j) e fevereiro/2016 (k) ou apenas o período estudado (l); **m - p.** Cobertura de *Ulva* spp. versus a umidade do ar considerando-se um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (m), março/2016 (n) e fevereiro/2016 (o), ou apenas o período estudado (p); **q - t.** Densidade de *Ulva* spp. versus o fotoperíodo considerando um atraso correspondente ao mês de abril/2016 (q), março/2016 (r) e fevereiro/2016 (s) ou apenas o período estudado (t).

Em relação a uma possível influência não imediata dos fatores abióticos na cobertura da macroalga, assim como os resultados encontrados para a densidade de *Cinachyrella* spp. ao longo do tempo, aqui os resultados também foram quase sempre não significativos (Figura 14). Segue abaixo a Tabela 4 com a síntese dos resultados encontrados nessas análises de Regressão Linear envolvendo a *Ulva*.

Tabela 4: Atraso referente aos meses de fevereiro, março e abril de 2016 com relação ao período de estudo para a cobertura de *Ulva* spp. ao longo do tempo.

MESES	MARÉ	TEMPERATURA DO AR	PRECIPITAÇÃO	UMIDADE	FOTOPERÍODO
FEV/2016	r=0,0192 p> 0,05 F=0.3137 (Fig. 10c)	r=0,4820 p< 0,05 F=14.89 (Fig. 10g)	r=0,0018 p> 0,05 F=0.0298 (Fig. 10l)	r=0,1182 p> 0,05 F=2.145 (Fig. 10o)	r=0,1039 p> 0,05 F=1.8550 (Fig. 10s)
MAR/2016	r=925,e-005 p>0,05 F=0.0015 (Fig. 10b)	r=0,1087 p> 0,05 F=1.951 (Fig. 10f)	r=0,0431 p>0,05 F=0.7217 (Fig. 10j)	r=0,1515 p> 0,05 F=2.857 (Fig. 10n)	r=0,0166 p> 0,05 F=0.2716 (Fig. 10r)
ABR/2016	r=5,267e-005 p> 0,05 F=0.0008 (Fig. 10a)	r=0,0022 p> 0,05 F=0.0362 (Fig. 10e)	r=0,6000 p< 0,05 F=3.0480 (Fig. 10i)	r=0,0014 p> 0,05 F=2.8570 (Fig. 10p)	r=0,3074 p< 0,05 F=7.1030 (Fig. 10q)

3.4 PRODUÇÃO DE BROTOS COM RELAÇÃO AO TAMANHO DAS ESPONJAS

A cada mês coletamos 10 esponjas e aqui apresentamos a quantidade de brotos presentes no corpo de cada um dos 180 indivíduos analisados (Figura 15). No total, 7.641 brotos foram quantificados. Os resultados revelaram que o número de brotos produzidos é influenciado positivamente pelo tamanho da esponja adulta ($r^2= 0,5662$, $p < 0.0001$, Figura 16).

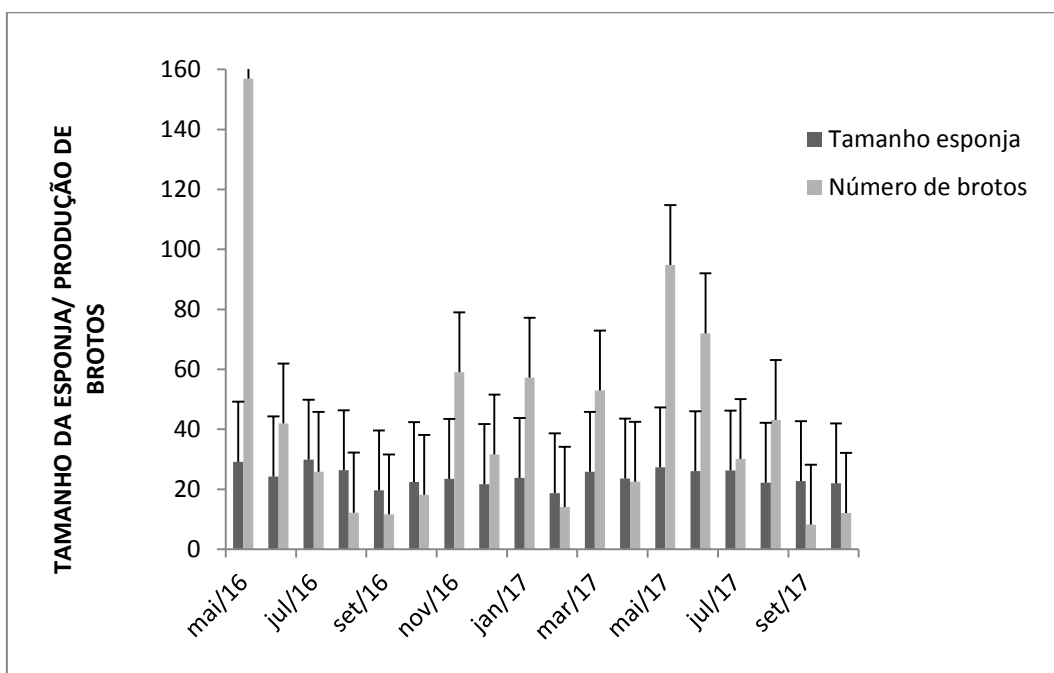


Figura 15. Tamanho das esponjas adultas (diâmetro corporal) e número de brotos ao longo do período estudado (média e desvio padrão).

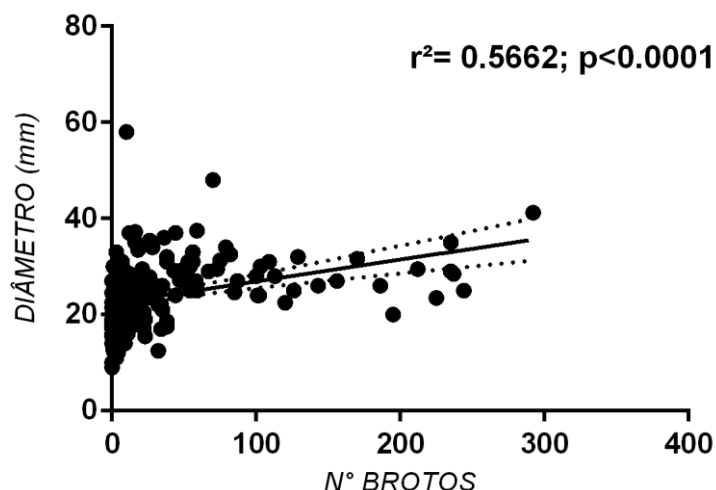


Figura 16. Relação do número de brotos produzidos como tamanho das esponjas adultas. Círculos=esponjas.

DISCUSSÃO

DENSIDADE DE *CINACHYRELLA* E SUA RELAÇÃO COM FATORES ESTUDADOS

Os resultados revelaram um padrão na variação temporal da densidade de *Cinachyrella* spp. O número médio de indivíduos foi maior no período chuvoso e menor nos meses de seca da área estudada, sendo que essa flutuação na densidade das esponjas estava relacionada a variações na cobertura de *Ulva* e em fatores abióticos. Com exceção da altura da maré e da temperatura do ar, todos os demais fatores ambientais aqui analisados influenciaram na densidade de *Cinachyrella*.

A relação entre a esponja e a macroalga é negativa, uma vez que existe maior abundância dela quando os valores da *Ulva* são menores. Em regiões tropicais, descargas de poluentes podem atuar como agente estruturante da comunidade bentônica sésil, o que leva a um sistema dominado por macroalgas (Martins et al., 2012; Kelmo & Hallock 2013; Gastaldi et al. 2015). As macroalgas são resilientes (Martins et al., 2012) e quando dominam a

comunidade bentônica prejudicam o ecossistema como um todo. Em ecossistemas recifais, por exemplo, corais tem perdido espaço por competição para macroalgas (Bell et al., 2013; Kelmo et al., 2013) e isso causa desequilíbrios em todo o sistema, impactando na biodiversidade e saúde do ambiente. Apesar da área de estudo não ser um ambiente característico de recife de Coral, esse impacto também pode ocorrer ali, conforme explicitado pela interação negativa da esponja com a alga. Macroalgas do gênero *Ulva* spp. tem se tornado características de ambientes dominados pela poluição antrópica (Oliveira et al., 2002). Nestes, espécies como *Ulva fasciata*, *Ulva lactuca* e *Ulva rigida*, as mesmas estudadas aqui, crescem em abundância e se tornam dominantes (Oliveira et al., 2002). Parte desse sucesso pode ser atribuído à sua simples morfologia (Rivers & Paulette, 1995) e à indução da reprodução pela eutrofização (Israel & Neori, 1995).

Como citado anteriormente, vários estudos já relataram relações positivas e negativas entre algas e esponjas (Palumbi, 1985; Ávila et al., 2010; Ávila et al., 2011; Cárdenas et al., 2012; González-Rivero et al., 2012; Bell et al., 2013; Gastaldi et al., 2015; Cárdenas et al., 2016). Ávila et al. (2011) abordaram que diversas macroalgas liberam substâncias químicas principalmente na fase inicial de crescimento. Correlações negativas entre algas e esponjas também foram salientadas por Cárdenas et al., (2012), que viram que a distribuição de uma alga impactava diretamente na distribuição de esponjas. Já em um estudo realizado na Nova Zelândia (Cárdenas et al., 2016), foi analisada a influência da remoção de um dossel (*Ecklonia radiata*, *Carpophyllum* spp., *Lessonia variegata* e *Landsburgia quercifolia*) sobre a abundância das esponjas. Os autores observaram que essa remoção levou a um domínio macroalgal (Cárdenas et al., 2016). No caso de macroalgas do gênero *Ulva*, os prejuízos vão desde defesas químicas, comprometimento da filtração, asfixia (extensão das folhas sobre os indivíduos), sombreamento e competição por espaço (González-Rivero et al., 2012; Kelmo & Hallock 2013; Gastaldi et al. 2015; Rautenberger et al., 2015). Para melhor compreendermos por meio de qual ou quais destas estratégias a *Ulva* estaria afetando as populações de *Cinachyrella* da área estudada são necessários novos estudos.

Conforme mencionado anteriormente, o fotoperíodo, pluviosidade e umidade do ar também influenciaram na densidade temporal de *Cinachyrella*.

Para o primeiro deles, a relação foi negativa, corroborando outros estudos com esponjas (e.g. Wulff, 2005). Sabe-se que esse efeito negativo pode ser por conta da competição com macroalgas, pois longas exposições ao fotoperíodo desencadeiam uma alta cobertura da mesma, trazendo um resultado negativo na densidade da esponja. Wulff (2005) mencionou inclusive que, nesse jogo de sobrevivência as esponjas precisarão utilizar a maior parte da sua energia para competição com a *Ulva*, aumentando deste modo o investimento em substâncias aleloquímicas. No presente trabalho ficou claro que o fotoperíodo influencia positivamente a *Ulva*, sugerindo que sua influência nas populações de *Cinachyrella* podem ser apenas uma consequência.

Os dois fatores abióticos restantes – pluviosidade e umidade do ar também se mostraram relevantes. Entretanto, diferente da cobertura da *Ulva* e do fotoperíodo, nesse caso quanto mais altos os seus valores, maior era a densidade de *Cinachyrella*. Para algumas espécies de esponjas, a diminuição da salinidade causada pela incidência de chuvas impacta a população, causando uma diminuição na abundância (Ávila et al., 2011). No entanto, com relação às duas espécies que trabalhamos (*Cinachyrella apion* e *Cinachyrella alloclada*), o mesmo não ocorreu: nos períodos de maior precipitação, maior era a densidade das esponjas. Mais uma vez, é possível que este resultado seja um reflexo da influência do fator abiótico em *Ulva spp.*. No período chuvoso, ocorre comumente o aumento da turbulência da água e as macroalgas são arrancadas do substrato e depositadas na areia da praia no período de baixa-mar (do Nascimento et al., 2013; Singh & Narsinh, 2016;). Esse processo pode remover até 100% da *Ulva spp.*, especialmente na região onde nosso estudo foi realizado (do Nascimento et al., 2013). Além disso, ele pode atuar junto à precipitação na lavagem do substrato e consequente retirada dos nutrientes. Isso traz vantagens para as esponjas no que diz respeito a conflitos com a *Ulva*, pois esponjas são favorecidas quando há uma menor competição por espaço (Wulff, 2005; González-Rivero et al., 2012; Kelmo et al., 2013; Bell et al., 2013). A umidade do ar também foi importante, mas isso era esperado porque este fator tem relação direta com a precipitação.

Então, com base nas análises que avaliaram tanto a influência dos fatores abióticos nas esponjas quanto na *Ulva spp.*, o que percebemos é um

padrão sazonal na densidade de *Cinachyrella* provocado por efeitos diretos e indiretos. Em períodos chuvosos aumenta-se a cobertura de *Cinachyrella* spp., e temos dois pontos chaves referentes a isso: (1) o albedo devido à cobertura de nuvens (causado pelo clima tempestuoso) faz com que diminua a incidência da luz solar que chega sobre a superfície, e isso acarreta na diminuição da cobertura da macroalga, pois são organismos fotossintetizantes; e (2) a chuva também é responsável pela mistura e lavagem dos nutrientes presentes no local, e isso também traz uma diminuição na cobertura da *Ulva* spp., já que elas se beneficiam desse boom de nutrientes que até então estavam disponíveis. Por consequência, havendo menor fotoperíodo e maiores taxas de umidade e precipitação, a macroalga é prejudicada e sua cobertura no substrato diminui. Considerando que sua interação com a esponja é negativa, isso levará a um aumento na densidade de *Cinachyrella* spp.. A interação entre elas é de competição e os resultados indicam que fatores abióticos irão ditar se haverá um aumento ou redução das esponjas em um determinado momento. A relação entre esses fatores, a *Ulva* e a esponja é mostrada na figura abaixo (Figura 17).

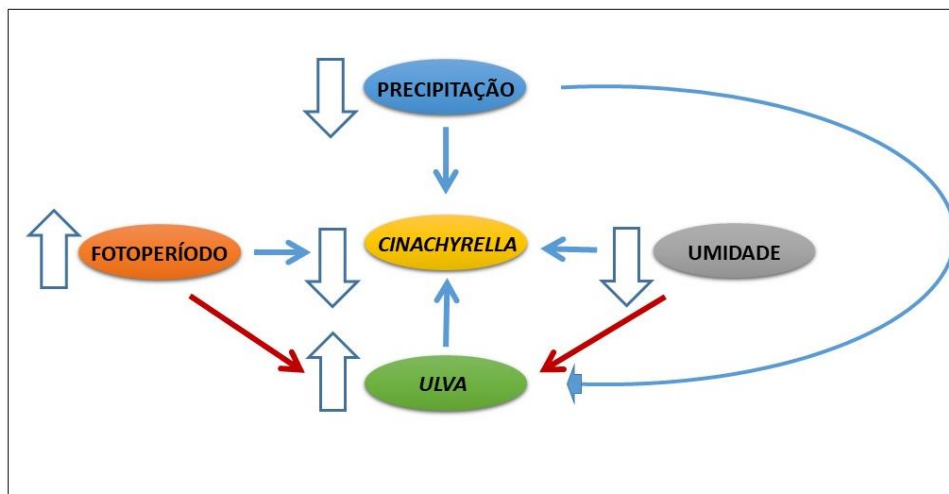


Figura 17. Diagrama conceitual apresentando a atuação do fator biótico e fatores abióticos sobre a densidade da esponja. A seta para cima esta relacionada ao aumento de algum fator, em contra partida a seta para baixo está relacionada à diminuição desses fatores. A seta vermelha chama a atenção da atuação de dois dos principais efeitos (umidade e fotoperíodo) sobre a cobertura da macroalga.

Conforme mencionado anteriormente, em alguns casos os fatores ambientais influenciam as comunidades de esponjas apenas após um período

de tempo (e.g. Lanna et al., 2018). Assim, os dados de densidade de *Cinachyrella* spp. foram comparados com os fatores estudados considerando-se um atraso de um, dois ou três meses (por exemplo, avaliamos se os valores obtidos para a densidade das esponjas em maio/ 2016 estariam relacionados aos valores dos fatores abióticos obtidos para fevereiro, março ou abril deste mesmo ano, e assim por diante para os meses seguintes). Assim, ao cruzar os resultados dos meses avaliados com o período estudado poderíamos obter uma resposta da esponja a um efeito que aconteceu anteriormente. Porém, essas análises revelaram que não houve resultado significativo para a maior parte dos fatores estudados (Figura 13). As únicas exceções foram a temperatura do ar correspondente ao mês de fevereiro/2016 e precipitação equivalente ao mês de abril/2016. Deste modo o efeito do retardo dos meses em relação ao período de estudo parece não ser tão relevante para as populações de *Cinachyrella*. A Tabela 3 mostra a síntese dos resultados encontrados para o atraso desses fatores.

PRODUÇÃO DE BROTOS E SUA RELAÇÃO COM O TAMANHO DAS ESPONJAS ADULTAS

Alguns estudos revelam que as esponjas reproduzem sexuadamente principalmente no período de aumento da temperatura da água (Cardone & Corriero, 2010; Lanna et al., 2018). No nosso trabalho não foi observado um padrão definido de sazonalidade na reprodução por brotamento, pois em todos os meses houve indivíduos com brotos e indivíduos sem brotos. Nesse último caso, descartamos a possibilidade da esponja ainda ser jovem pelo tamanho que possuía. Cardone & Corriero (2010) mostraram que para *Tethya citrina*, pertencente à mesma subclasse que *Cinachyrella*, a reprodução ocorre em esponjas com pelo menos 7mm. As que analisamos aqui e que não estavam reprodutivas possuíam diâmetro superior a 10 mm, de forma que podemos inferir que eram adultas e capazes de reproduzir-se.

O número de brotos produzidos está relacionado com o tamanho da esponja adulta: quanto maior ela for, mais brotos serão gerados. No entanto, a

taxa sobrevivência deles e o tempo que levam até atingirem a idade reprodutiva permanecem desconhecidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cinachyrella é uma das esponjas mais comuns na área estudada, sendo facilmente encontrada na região entremarés de Salvador e diversas outras áreas do litoral brasileiro. Apesar de ser sempre abundante, existe variação sazonal na densidade dessas esponjas, sendo esta variação regulada pela presença de macroalgas do gênero *Ulva* e por fatores abióticos. Nossos resultados sugerem que tais macroalgas competem por espaço com as esponjas e tem potencial para causar impactos negativos. Isso porque elas se beneficiam tanto do aporte de nutrientes através de águas residuais quanto do aumento e exposição ao fotoperíodo para aumentar sua cobertura no substrato, levando à redução no número de indivíduos de *Cinachyrella*.

Como é sabido, nossos oceanos têm mudado, nossos mares têm enfrentado grandes pressões frente à poluição antrópica e às mudanças climáticas. Pensando pelo pior ângulo da situação, não se pode descartar que a longo prazo ocorra uma substituição dessa população de *Cinachyrella*, que é desfavorecida pelo aumento da poluição e da cobertura da macroalga competidora. E a pergunta que fica é “o que faremos diante de tudo isso?”, pois substituir serviços ecossistêmicos não é viável, além de não ser o melhor caminho dada tamanha relevância das esponjas, o que faz delas não apenas necessárias, mas imprescindíveis no ambiente marinho. Prova deste fato é a morte de recifes de corais devido à perda de serviços ecossistêmicos prestados pelas esponjas (Wulff, 2006). Assim, este estudo serve como um alerta não apenas a comunidade científica, mas também para todos que dependem do ambiente marinho. Diante disso, sugiro que novos estudos sejam realizados para conquista de um maior entendimento das dinâmicas populacionais de esponjas do entremarés, visando à tamanha importância delas e desse ambiente para os demais ecossistemas.

REFERÊNCIAS

- Aiello, A., Fattorusso, E., Magno, S., Menna, M., & Pansini, M., 1991. Steroids of the marine sponge *Cinachyra tarentina*: isolation of cholest-4-ene-3, 6-dione and (24R) – 24 – ethylcholest -4 – ene -3, 6-dione. *Journal of Natural Products*, 54.1: 281-285.
- Ávila, E., Blancas-Gallangos, N. I., Riosmena-Rodríguez, R., & Paul-Chávez, L., 2010. Sponges associated with *Sargassum* spp. (Phaeophyceae: Fucales) from the south-western Gulf of California. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90.1: 193-202.
- Ávila, E., Carballo, J. L., Vega, C., Camacho, L., Barrón-Álvarez, J. J., Padilla-Verdín, C., & Yáñez-Chávez, B., 2011. Deposition of shallow water sponges in response to seasonal changes. *Journal of Sea Research*, 66.2: 172-180.
- Bannister, R. J., Battershill, C. N., & De Nys, R., 2012. Suspended sediment grain size and mineralogy across the continental shelf of the Great Barrier Reef: Impacts on the physiology of a coral reef sponge. *Continental Shelf Research*, 32: 86-95.
- Barnathan, G., Mirallès, J., Gaydou, E. M., Boury-Esnault, N., & Kornprobst, J. M., 1992. New phospholipid fatty acids from the marine sponge *Cinachyrella alloclada*. *Lipids*, 27.10: 779-784.
- Becerro, M. A., Uriz, M. J., & Turon, X., 1997. Chemically-mediated interactions in benthic organisms: the chemical ecology of *Crambecrambe* (Porifera, Poecilosclerida). *Hydrobiologia*, 355.1-3: 77-89.
- Bell, J. J., Davy, S. K., Jones, T., Taylor, M. W., & Webster, N. S., 2013. Could some coral reefs become sponge reefs as our climate changes?. *Global Change Biology*, 19.9: 2613-2624.
- Carella, M., Agell, G., Cárdenas, P., & Uriz, M. J., 2016. Phylogenetic reassessment of Antarctic Tetillidae (Demospongiae, Tetractinellida) reveals new genera and genetic similarity among morphologically distinct species. *PLoS One*, 11.8: e0160718.
- Cárdenas, C. A., Davy, S. K., & Bell, J. J., 2012. Correlations between algal abundance, environmental variables and sponge distribution patterns on southern hemisphere temperate rocky reefs. *Aquatic Biology*, 16.3: 229-239.
- Cárdenas, C. A., Davy, S. K., & Bell, J. J., 2016. Influence of canopy-forming algae on temperate sponge assemblages. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96.2: 351-362.
- Cardone, F., Gaino, E., & Corriero, G., 2010. The budding process in *Tethyacitrina* Sara & Melone (Porifera, Demospongiae) and the incidence of post-buds in sponge population maintenance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 389. 1-2: 93-100.

- Chen, Y. H., Chen, C. P., & Chang, K. H., 1997. Budding cycle and bud morphology of the globe-shaped sponge *Cinachyra australiensis*. *Zoological Studies*, 36.3: 194-200.
- Coutinho, Ricardo & Zalmanlillana, 2009. *Biologia Marinha*. O bentos de costão rochoso. Rio de Janeiro: 281-296.
- de Castro Nunes, J. M., dos Santos, A. C. C., & de Santana, L. C., 2005. Novas ocorrências de algas marinhas bentônicas para o estado da Bahia, Brasil. *Iheringia. Série Botânica*.60.1: 99-106.
- do Nascimento Santos, G., do Nascimento, O. S., dos Anjos, F., Pedreira, G. I. R., Vasconcelos, J. N. C., & de Castro Nunes, J. M., 2013. Análise qualitativa das algas arribadas do norte do estado da Bahia, Brasil. *Acta Botânica Malacitana*, 38: 13-24.
- Duffy, J. E., & Hay, M. E., 1994. Herbivore resistance to sea weed chemical defense: the roles of mobility and predation risk. *Ecology*, 75- 5: 1304 -1319.
- Hajdu, E., Peixinho, S. & Fernandez. JCC., 2011. *Esponjas Marinhas da Bahia – Guia de campo e laboratório*. Museu Nacional Série Livros, Rio de Janeiro RJ: 19 - 64
- Hawes, I., & Smith, R., 1995. Effect of current velocity on the detachment of thalli of *Ulva lactuca* (Chlorophyta) in a New Zealand estuary. *Journal of Phycology*, 31.6: 875-880.
- Israel, A. A., Friedlander, M., & Neori, A., 1995. Biomass yield, photosynthesis and morphological expression of *Ulva lactuca*. *Botanica Marina*, 38.1- 6: 297-302.
- Gastaldi, M., Firstater, F. N., Daleo, P., & Narvarte, M. A., 2015. Abundance of the sponge *Hymeniacidon* cf. *perlevis* in a stressful environment of Patagonia: relationships with *Ulva lactuca* and physical variables. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96.2: 465-472.
- González-Rivero, M., Ferrari, R., Schönberg, C. H., & Mumby, P. J., 2012. Impacts of macroalgal competition and parrotfish predation on the growth of a common bioeroding sponge. *Marine Ecology Progress Series*, 444: 133-142.
- Kelmo, F., Bell, J. J., & Attrill, M. J., 2013. Tolerance of sponge assemblages to temperature anomalies: resilience and proliferation of sponges following the 1997–8 El-Nino southern oscillation. *PLoS One*, 8. 10: e76441.
- Kelmo, F., & Hallock, P., 2013. Responses of foraminiferal assemblages to ENSO climate patterns on bank reefs of northern Bahia, Brazil: A 17-year record. *Ecological Indicators*, 30: 148-157.
- Lanna, E., Paranhos, R., Paiva, P. C., & Klautau, M., 2015. Environmental effects on the reproduction and fecundity of their trochophore larvae of the calcareous sponge *Paraleucilla magna* in Rio de Janeiro, Brazil. *Marine Ecology*, 36.4: 1075-1087.

- Lanna, E., Cajado, B., Santos-da-Silva, C., da Hora, J., Porto, U., & Vasconcellos, V., 2018. Is the Orton's rule still valid? Tropical sponge fecundity, rather than periodicity, is modulated by temperature and other proximal cues. *Hydrobiologia*, 815.1: 187-205.
- Martinetto, P., Teichberg, M., Valiela, I., Montemayor, D., & Iribarne, O., 2011. Top-down and bottom-up regulation in a high nutrient–high herbivory coastal ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 432: 69-82.
- Martins, C. D., Arantes, N., Faveri, C., Batista, M. B., Oliveira, E. C., Pagliosa, P. R., ...& Horta, P. A., 2012. The impact of coastal urbanization on the structure of phytobenthic communities in southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 64.4: 772-778.
- McDonald, J. I., Hooper, J. N., & McGuinness, K. A., 2002. Environmentally influenced variability in the morphology of *Cinachyrella australiensis* (Carter 1886) (Porifera: Spirophorida: Tetillidae). *Marine and Freshwater Research*, 53.1: 79-84.
- Oliveira, E. C., Horta, P. A., Amancio, C. E., & Sant'anna, C. L., 2002. Algas e angiospermas marinhas bênticas do litoral brasileiro: diversidade, exploração e conservação. In *Workshop sobre Avaliação e ações prioritárias para a conservação da Biodiversidade das zonas costeira e marinha. Relatório Técnico. Brasília, Ministério do Meio Ambiente*, Vol. 1, pp. 411-416.
- Palumbi, S. R., 1985. Spatial variation in an alga-sponge commensalism and the evolution of ecological interactions. *The American Naturalist*, 126.2: 267-274.
- Powell, A., Smith, D. J., Hepburn, L. J., Jones, T., Berman, J., Jompa, J., & Bell, J. J., 2014. Reduced diversity and high sponge abundance on a sedimented Indo-Pacific reef system: implications for future changes in environmental quality. *PlosOne*, 9.1: e85253.
- Rabelo, L., Monteiro, N., Serquiz, R., Santos, P., Oliveira, R., Oliveira, A., ...& Santos, E., 2012. A lactose-binding lectin from the marine sponge *Cinachyrella apion* induces cell death in human cervical adenocarcinoma cells. *Marine Drugs*, 10.4: 727-743.
- Rautenberger, R., Fernandez, P. A., Strittmatter, M., Heesch, S., Cornwall, C. E., Hurd, C. L., & Roleda, M. Y., 2015. Saturating light and not increased carbon dioxide under ocean acidification drives photosynthesis and growth in *Ulva rigida* (Chlorophyta). *Ecology and Evolution*, 5.4: 874-888.
- Rivers, J. S., & Peckol, P., 1995. Summer decline of *Ulva lactuca* (Chlorophyta) in a eutrophic embayment: interactive effects of temperature and nitrogen availability? *Journal of Phycology*, 31.2: 223-228.
- Ruppert, Edward & Barner, Robert., 1996. Zoologia dos Invertebrados. Esponjas e Placozoários. São Paulo: 72-89

- Santos, R. G., Martins, A. S., da Nobrega Farias, J., Horta, P. A., Pinheiro, H. T., Torezani, E., ... & Work, T. M., 2011. Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in Southeastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 62.6: 1297-1302.
- Singh, A., & Thakur, N. L., 2015. Field and laboratory investigations of budding in the tetillid sponge *Cinachyrella cavernosa*. *Invertebrate Biology*, 134.1: 19-30.
- Singh, A., & Thakur, N. L., 2018. Influence of spatial competitor on asexual reproduction of the marine sponge *Cinachyrella* cf. *cavernosa* (Porifera, Demospongiae). *Hydrobiologia*, 809.1: 247-263.
- Singh, A., & Thakur, N. L., 2016. Influence of spatial competitor on the growth and regeneration of the marine sponge *Cinachyrella* cf. *cavernosa* (Porifera, Demospongiae). *Hydrobiologia*, 768.1: 111-123.
- Wulff, J. L., 2005. Trade-offs in resistance to competitors and predators, and their effects on the diversity of tropical marine sponges. *Journal of Animal Ecology*, 74.2: 313-321.
- Wulff, J. L., 2006. Ecological interactions of marine sponges. *Canadian Journal of Zoology*, 84.2: 146-166.
- Wulff, J. L., 2006. Rapid diversity and abundance decline in a Caribbean coral reefs sponge community. *Biological Conservation*, 127.2: 167-176.
- Zamprogno, G. C., Costa, M. B., Barbiero, D. C., Ferreira, B. S. & Souza, F. T., 2013. Gastropod communities associated with *Ulva* spp. in the littoral zone in southeast Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41.5.
- Zou, D., Gao, K., Xia, J., Xu, Z., Zhang, X., & Liu, S., 2007. Responses of dark respiration in the light to desiccation and temperature in the intertidal macroalga, *Ulva lactuca* (Chlorophyta) during emersion. *Phycologia*, 46.4: 363-370.
- Žuljević, A., Thibaut, T., Despalatović, M., Cottalorda, J. M., Nikolić, V., Cvitković, I., & Antolić, B., 2011. Invasive alga *Caulerparacemosa* var. *cylindracea* makes a strong impact on the Mediterranean sponge *Sarcotragus spinosulus*. *Biological Invasions*, 13.10: 2303.