



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



CAMILE DIAS AVELINO

**Estrutura de tamanho e estado de saúde de corais recifais, com ênfase em
Siderastrea spp.**

CAMPINA GRANDE

Abril de 2017

CAMILE DIAS AVELINO

**Estrutura de tamanho e estado de saúde de corais recifais, com ênfase em
Siderastrea spp.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia

Orientador: Prof. Dra. Thelma Lúcia Pereira
Dias

CAMPINA GRANDE - PB

Abril de 2017

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

A948e Avelino, Camile Dias.
Estrutura de tamanho e estado de saúde de corais recifais, com ênfase em *Siderastrea* spp. [manuscrito] / Camile Dias Avelino. - 2017.
42 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2017.
"Orientação: Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias, Departamento de Biologia".

1. Ecologia. 2. Corais recifais. 3. Epibiontes. 4. Doenças em corais. I. Título.

21. ed. CDD 577.6

CAMILE DIAS AVELINO

**Estrutura de tamanho e estado de saúde de corais recifais, com ênfase em
Siderastrea spp.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Ciências
Biológicas da Universidade Estadual da
Paraíba, em cumprimento às exigências para
obtenção do título de Bacharela em Ciências
Biológicas

Aprovada em: 24/04/2017

BANCA EXAMINADORA



Profª. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias – UEPB

Orientadora



Profª. Dra. Tacyana Pereira Ribeiro de Oliveira – UEPB

Examinadora Interna



Profª. M.Sc. Ellori Laise Silva Mota – UFPB

Examinadora Externa

*À minha família,
Sempre e para sempre;
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Aruanan e Gislene, pelo apoio e por sempre segurar a barra para que tudo fosse possível. Ao meu irmão Rafael, pelo cuidado todos os dias da minha vida e ao meu irmão Bernardo pelas boas energias mesmo de longe. À Viviane por aguentar toda a minha ansiedade e sempre dizer que tudo ia ficar bem.

À Thelma, um exemplo de profissional, de mulher, de amor aos animais (principalmente os gatinhos!), e de pessoa para mim, por sempre me proporcionar a oportunidade de liberdade criativa, pelo carinho e por todas as conversas ao longo dessa primeira fase de caminhada e as próximas que virão. Agradeço a ela ainda por ser o grande vetor para a realização de um dos maiores sonhos da minha vida. Agradeço ainda por me empurrar pra frente em cada frase e em cada gesto.

Ao Pop (Luís Carlos) por todas as aulas de mergulhos, de fotografia, de amarração do caiaque e por todas as conversas, desde as conversas sobre robôs, os nomes dos bichos e as muitas histórias de Canoa Quebrada.

Ao meu quarteto Thayse, Karmem e Nathalia por entender a minha ausência nas nossas reuniões e mandarem um beijo toda vez. Aos meus amigos de turma por todas as noites, fossem elas estudando, no laboratório ou me tirando de casa.

Aos professores do Curso de Ciências Biológicas, por meio das disciplinas e debates, para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos funcionários da UEPB, em especial os motoristas e técnicos de laboratório que tornaram parte dessa pesquisa possível.

À PADI Foundation (Grant #14807) e ao CNPq/UEPB (PIBIC Cota 2015-2016) pelo financiamento que tornou esse trabalho possível e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação pelo suporte dado. Aos meus colegas de laboratório pelo ótimo lugar para se trabalhar e pelas ajudas no decorrer do trabalho e análises.

À banca avaliadora, meu muito obrigada por toda a paciência e o tempo.

“My dreams, they are made of real things”

Better Together – Jack Johnson

RESUMO

Corais pertencem ao filo Cnidaria. O filo engloba a classe dos antozoários (corais pétreos, hidróides calcários e os octocorais) e as medusas. Com a evolução do filo dos antozoários, sua forma de viver em colônias e sua obtenção de alimento evoluiu junto. Hoje a maior parte dos corais pétreos são animais coloniais. Parte da importância da colonialidade em corais formadores de recifes, se dá pela robustez de seu sistema imunológico e a capacidade de suportar variações ambientais. O objetivo do presente estudo foi caracterizar a estrutura da comunidade dos corais hermatípicos em duas praias do litoral do estado da Paraíba e avaliar o estado de saúde de colônias do gênero *Siderastrea*. Os resultados obtidos através de mergulhos livres e transectos aleatórios demonstraram que a maior parte dos corais encontrados em ambas as praias são jovens e só aparentavam branqueamentos brandos ou nenhum. Porém muitos deles apresentavam doenças, algumas já relatadas para o litoral nordestino e outra que teve seu primeiro relato para o Atlântico Sul, feito neste trabalho. Além de doenças, danos também foram observados e registrados, requerendo atenção para o que pode estar relacionado com os danos e doenças, dentro do sistema imune desses animais. Os epibiontes (espécies de zoantídeos e cracas, sobretudo) também mostraram-se altamente relacionados com os corais. O trabalho como um todo demonstra a necessidade de mais atenção no que se refere a ecologia e conservação desses animais.

Palavras-Chave: Corais, Paraíba, Doenças em corais, Ecologia

ABSTRACT

Corals belong to the phylum Cnidaria. The phylum encompasses the class of anthozoans (stony corals, calcareous hydroids and octocorals) and jellyfish. With the evolution of the anthozoans phylum, their way of living in colonies and their obtaining of food evolved together. Today most of stony corals are colonial animals. Part of the importance of coloniality in reef-forming coral is the robustness of its immune system and the ability to withstand environmental variations. The objective of the present study was to characterize the community structure of shallow-water corals in two beaches of the coast of the Paraíba state and to evaluate the health status of colonies of genus *Siderastrea*. The results obtained through free diving and random transects showed that most of the corals found on both beaches are young and only appeared to be soft bleached or none at all. However, many of them had diseases, some of the diseases already reported for the northeastern coast and another that had its first report to the South Atlantic, made in this work. In addition to diseases, damages have also been observed and recorded, requiring attention to what may be related to the damage and diseases, within the immune system of these animals. Epibionts (species of zoanthids and barnacles, above all) have also been highly related to corals. The work as a whole demonstrates the need for more attention to the ecology and conservation of these animals.

Keywords: Coral, Brazilian Coral Reefs, Disease of corals, Ecology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Localização das áreas de estudo no litoral da Paraíba.....	34
Figura 2 -	Colônias de <i>Siderastrea</i> spp. apresentando os diferentes graus de branqueamento analisados nos recifes do Cabo Branco e Seixas.....	37
Figura 3 -	Percentual de cobertura bentônica nos recifes do Cabo Branco e Seixas.....	38
Figura 4 -	Espécies de corais e hidróides calcários registrados nos recifes estudados.....	39
Figura 5 -	Número de colônias de <i>Siderastrea</i> spp. em função do tamanho.....	40
Figura 6 -	Espécies de corais com as diferentes doenças registradas.....	42
Figura 7 -	Número de colônias com cada doença registrada nos recifes do Cabo Branco e Seixas.....	43
Figura 8 -	Danos encontrados sobre colônias de <i>Siderastrea</i> spp. nos recifes do Cabo Branco e Seixas.....	44
Figura 9 -	Percentual de colônias de <i>Siderastrea</i> spp. com diferentes estados de conservação nos recifes de Cabo Branco e Seixas.....	45
Figura 10 -	Porcentagem de colônias com presença/ausência de epibiontes em ambas as áreas..	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagem de colônias nos determinados níveis de branqueamento e o valor de BMI para as duas áreas de estudo.....	41
Tabela 2 – Doenças registradas nas duas áreas de estudo com suas respectivas descrições visuais.....	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Área de estudo	19
4.1.1 Praia do Seixas.....	19
4.1.2 Praia de Cabo Branco	21
4.2 Procedimentos de amostragem	21
4.3 Análise de dados.....	23
5. RESULTADOS	25
6. DISCUSSÃO.....	33
7. CONCLUSÕES.....	37
8. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

Corais são antozoários pertencentes ao filo Cnidaria que surgiram, primeiramente, como formas solitárias há cerca de 400 milhões de anos. Os registros fósseis, retratam a evolução que os levou a tornarem-se construtores de recifes através do modo de vida colonial. Os recifes construídos pelos corais são ecossistemas complexos que trazem história biológica que pode ser comparada à de florestas de crescimentos centenários (TURGEON; ASCH, 2008).

A transição de pólipos solitários para recifes, em corais construtores, ocorre quando cada pólipo de uma colônia secreta carbonato de cálcio (CaCO_3) no substrato em que está fixada. Esse carbonato de cálcio vai sendo acumulado no substrato formando um esqueleto calcário que garante ao recife sustentação e proteção, quanto maior a colônia, maior o esqueleto. A exemplo de corais formadores estão os corais escleractíneos, que possuem tempos de crescimento variados dependendo do tamanho da colônia e as condições bióticas e abióticas, tanto do substrato, da sua taxa metabólica, como também das características do entorno (BARNES; HUGHES, 1999).

Com a evolução dos corais e a sua capacidade de tonarem-se corais construtores de recifes, algumas mudanças aconteceram quanto a sua forma de obtenção de alimento. Uma dessas mudanças foi a relação simbiótica entre as células dos corais e as algas fotossintetizantes denominadas zooxantelas (STIMSON; SAKAI; SEMBALI, 2002, 2002; ROWAN, 1998).

Os corais podem ser classificados de duas maneiras quanto a presença de zooxantelas: azooxantelados, quando não há presença dessas algas em seu tecido e sua alimentação não ocorre com a ajuda de fotossíntese; ou zooxantelados, quando há zooxantelas de, pelo menos uma espécie, vivendo em simbiose no tecido do coral. Quanto a evolução dos corais, ainda são levantadas dúvidas se os corais zooxantelados surgiram depois dos corais azooxantelados (VAN OPPEN et al., 2015).

A relação do coral com as zooxantelas garante ao coral melhor forma de obtenção de alimento através da ciclagem de nutrientes, principalmente em águas com precariedade de nutrientes. A interação entre as zooxantelas e o coral é harmônica, uma vez que a estrutura coralífera garante, principalmente, proteção e estabilidade para a microalga. Ela retribui transferindo cerca de noventa por cento (90%) da matéria orgânica produzida através da fotossíntese (SUMICH, 1996).

As zooxantelas são algas extremamente sensíveis a alta temperatura da água. Algumas diferenças são notadas, quanto a resistência e a resiliência delas ao calor. Em corais de águas rasas, as células apresentam maior densidade de zooxantelas, ao passo que, nos corais zooxantelados de águas profundas a densidade de zooxantelas é menor (GRIMSDITCH et al., 2010).

Acredita-se que essa diferença na sensibilidade das zooxantelas está relacionada com o clado de alga endosimbionte presente na célula do coral. Os cladogramas são três: A, C e D sendo o clado C mais comumente encontrado. Corais com o clado D possuem a maior resistência em altas temperaturas, porém, uma menor taxa de crescimento do que os cladogramas A e C (IGLESIAS-PRIETO, 2004; LITTLE, 2004; ROWAN, 1998; BERCKLMANS; VAN OPPEN, 2006).

As zooxantelas apresentam uma maior sensibilidade quando relacionadas com anomalias térmicas. As anomalias térmicas são geradas por recordes de temperaturas que debilitam o estado do coral como um todo, além de uma variação entre mínima e máxima da temperatura dentro de um curto espaço de tempo. As anomalias são geralmente causadas por fatores externos como furacões, El Niño e adventos do superaquecimento global (BRIDGE, et al., 2014)

As mudanças climáticas bem como anomalias térmicas na água superficial do oceano representam o pior tipo de ameaça para os recifes de corais em escala mundial. Com a sensibilidade reconhecida das zooxantelas, quanto a características do entorno, o alto nível de radiação solar sobre as células do coral causa o problema conhecido como branqueamento (MAYNARD et al., 2008). O branqueamento ocorre quando a interação harmônica entre as células dos corais e as zooxantelas se rompe causando a expulsão das algas dos tecidos. Uma vez sem as zooxantelas conferindo pigmentação a seus tecidos, a cor branca do endoesqueleto calcário do coral, fica evidente, caracterizando o branqueamento. Esse fenômeno pode ser desencadeado por outros fatores além do estresse térmico como por exemplo baixa salinidade e sedimentação na água do mar (MARSHALL; SCHUTTENBERG, 2006).

No Brasil, as mudanças climáticas trouxeram para áreas litorâneas com grande número de espécies endêmicas uma maior preocupação no que diz respeito ao branqueamento. Na região da Bahia, localidade que possui a maior cobertura de corais no Brasil, foi observado em estudos entre os anos de 1998 e 2005 que esses corais apresentaram algum nível de branqueamento. Esse nível de branqueamento se acentua ainda mais nos meses entre o final do verão e o começo do outono (LEÃO; KIKUCHI; OLIVEIRA, 2008).

O estresse térmico pode criar nas células dos corais, alternativas para aumentar a sua resistência aos altos aquecimentos juntamente com as zooxantelas. Porém, para que essa resistência aumente, antes o coral se debilita muito e pode aumentar a sua susceptibilidade ao desenvolvimento de doenças (MAYNARD et al., 2008; BRANDT; MCMANUS, 2009; MARSHALL; BAIRD, 2000).

As doenças podem ser desencadeadas graças a fragilidade em que os corais se encontram bem como a taxa de recuperação de cada coral, servindo de substrato para algas ou como alimento para microrganismos (LIRMAN, 2000; BRUNO et al., 2007). Os primeiros registros de doenças em corais são da década de 1970, quando a doença da banda negra (*black band disease*) foi identificada e descrita em 1973. Em seguida, foi descrita a doença da banda branca (*white band disease*), ambas de progressão rápida, podendo chegar a destruir milímetros dos corais por dia (RICHARDSON, 1998).

Nos últimos 40 anos, devido a ação humana e anomalias térmicas ocorrendo frequentemente, novas doenças surgiram, outras se modificaram e outras foram tomando formas de progressão mais brandas e sendo observadas em uma variedade de localidades, sobretudo, em águas tropicais. A emergência de novas doenças e de outras anteriormente descritas, traz grande preocupação aos ecossistemas tropicais (HAYES; GOREAU, 1998).

Com o surgimento de novas doenças, têm-se observado também a capacidade de resiliência nunca prevista antes, ou como é chamado o “efeito Phoenix”, descrito por Roff et al. (2014) para corais maciços do gênero *Porites* no oceano Pacífico. Este fenômeno consiste na recuperação sem precedentes apresentada por corais branqueados ou danificados. Até mesmo corais que apresentavam um percentual de tecido morto conseguiram se recuperar de forma rápida após eventos de branqueamento em massa. Os fatores que podem ter favorecido esse fenômeno ainda não são perfeitamente conhecidos, mas supõe-se que condições bióticas e abióticas podem ter permitido a resiliência rápida das células nas espécies estudadas. De toda forma, pesquisas estão sendo desenvolvidas na área para caracterizar melhor a ocorrência do “efeito Phoenix”, além de outras pesquisas que são necessárias para tentar entender melhor o funcionamento das doenças, uma vez, que esse é um campo de estudo em alta nos últimos 40 anos (ROFF; MUMBY, 2012; ROFF et al., 2014).

No Brasil, trabalhos realizados desde a década de 90, trazem dados de corais com presença de ao menos um nível de branqueamento (LEÃO; KIKUCHI; OLIVEIRA, 2008). Em 2010, houve um evento de branqueamento em massa decorrente do El Niño. Esse branqueamento afetou principalmente corais, hidrocorais e octocorais de águas superficiais e atingiu o litoral da Paraíba (ALEMU; CLEMENT, 2014; DIAS; GONDIM, 2016).

Acredita-se que esse branqueamento tenha matado algumas colônias e tornado outras mais susceptíveis a doenças demonstrando respostas rápidas, como a descoloração de colônias, e respostas mais tardias como o aparecimento de doenças e crescimento algal (DIAS; GONDIM, 2016). Em 2014 estava previsto novamente um evento de anomalia térmica, sendo de suma importância o estudo dos efeitos tardios sobre as colônias anteriormente debilitadas, como o estudo da qualidade de vida das colônias, o percentual de branqueamento e a mortalidade decorrente, uma vez que há poucos trabalhos que demonstrem um cenário geral a curto e longo prazo da qualidade de vida em que se encontram os corais construtores da Paraíba, especialmente *Siderastrea* spp. (SASSI et al., 2015).

Diante do exposto, o presente estudo visa fornecer dados inéditos sobre a estrutura populacional, estado de conservação, saúde e distribuição de corais hermatípicos no litoral da Paraíba a partir de dados obtidos em um período em que não houve branqueamento em massa. Dessa forma, este estudo será uma referência para estudos futuros em períodos de branqueamento e pós-branqueamento.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Caracterizar a estrutura da comunidade e o estado de saúde de corais hermatípicos em recifes costeiros no litoral da Paraíba, com ênfase em *Siderastrea* spp.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a composição da comunidade de duas formações recifais rasas no litoral da Paraíba;
- Caracterizar a estrutura de tamanho de *Siderastrea* spp. e a densidade de corais hermatípicos nos recifes estudados;
- Analisar o estado de saúde dos corais a partir da identificação e caracterização de danos, doenças e branqueamento;
- Determinar o grau de branqueamento e mortalidade de colônias nas áreas estudadas;
- Caracterizar a cobertura bentônica nos locais estudados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Os trabalhos de branqueamento em corais, sua maioria, demonstram que as mudanças climáticas assim como o possível aparecimento de doenças, tem causados declínios significantes na cobertura coralífera em nível mundial. Todavia, Baker (2001) analisa as respostas dos corais como tentativas de se consolidar e aumentar a sua expansão, indo contra as teorias mais utilizadas há 40 anos de que os corais estariam sofrendo um declínio.

Hoegh-guldberg et al. (2007) descreveram a complexidade dos recifes de corais e suas relações e consequências em vista dos distúrbios climáticos globais e locais, assim como Labrel (1969) em seu estudo clássico dos recifes do Nordeste alerta há 40 anos dos danos futuros que colocariam os corais em xeque.

Bellwood et al. (2004) realizou testes que confrontam a crise dos recifes de corais, e chegou a conclusões que colocavam outros estudos de resiliência dos corais em xeque, demonstrando que as próprias colônia podem desenvolver características que as protejam do que quer que as façam mal. Nesse aspecto o trabalho de Sutherland, Porter e Torres (2004) entra como um complemento em que ele demonstra a capacidade de adquirir imunidade, aos danos abióticos, das zooxantelas.

Van Oppen et al. (2015) fazem uma previsão para o futuro dos recifes de corais através de metodologia molecular e análise do DNA de corais escleractíneos. Bellwood et al. (2004) em seus resultados considera a acidificação dos oceanos e o aquecimento global como as principais ameaças para os sistemas de recifes de corais.

Brown (1997) mostra a diversidade e os benefícios das microalgas simbiotes zooxantelas associadas aos corais e como é resultado o branqueamento dos corais a partir da expulsão dessas algas do interior dos tecidos dos recifes graças ao alto aquecimento das águas oceânicas servindo como um complemento ao trabalho de Glynn (1991) em que ele coloca a problemática caso o processo de aquecimento da água e o branqueamento dos corais não for revertido em questão de semanas ou meses e ainda expõe evidências de que o branqueamento não é um fenômeno que se dá exclusivamente pelo superaquecimento das águas, podendo ter doenças que podem também levar a esse branqueamento e possível expulsão das microalgas.

Hughes (2003) demonstra em seu estudo que a resiliência está diretamente ligada à ação humana e Roff et al. (2014) demonstram a capacidade do que ele chama de “efeito Fênix” em *Porites* afetados pela ação humana, como em Mydlarz e Jacobs (2006) cita a resiliência como uma imunidade inata dos sistemas de recifes de corais.

Harvell et al. (2004) especulam sobre quais as verdadeiras prioridades de um coral, se teria a ver com o branqueamento, as doenças ou proteger as microalgas simbiotes e qual tipo de coral teria vindo primeiro e o que veio depois como uma evolução, os azooxantelados ou os zooxantelados.

Porter e Meier (1992) expõem a problemática de perdas nas populações de recifes de corais nas populações da Flórida, além do que poderia levar a essas perdas tanto em relação a fatores antrópicos como ambientais inerentes ao ser humano. Kuta e Richardson (1996) já haviam publicado sobre a perda da população pela doença da Banda Negra decorrente da acidificação e estresse térmico das águas oceânicas também na Flórida.

Miller et al. (2006) então lançaram a questão de se os recifes passavam por fases cíclicas e reversíveis ou se havia mesmo um declínio na cobertura desses corais. Os autores deixam claro que mais estudos são necessários para responder essa questão que já foi revogada por outros trabalhos.

Relacionando as anomalias térmicas e dando um contexto geral do que poderia ocasionar aos corais, Raymundo et al. (2008) propõe que não somente o branqueamento é causado pelo superaquecimento, mas também o surto de doenças que começa a aparecer a partir dos anos de 2005 com o aumento da ocorrência e da frequência dessas doenças principalmente em áreas tropicais. Pelo menos 30 doenças foram descritas nos trabalhos de Rosenberg e Loya (2004) desde 1970.

No Brasil, tanto trabalhos de branqueamento como de doenças têm sido produzidos, desde a década de 1990, por Castro e Pires (1999), Dias e Gondim (2016) e Leão et al. (2008) e Francini-Filho et al. (2008), abordando a problemática, os principais locais e possíveis microrganismos causadores de vulnerabilidade em recifes de corais principalmente em águas rasas. Castro e Pires (1999) caracterizaram o evento de branqueamento ocorrido em Abrolhos com dados obtidos entre os anos de 1993 e 1996 demonstrando que espécies endêmicas do Brasil, como *Mussismilia brasiliensis*, que ocorre somente no litoral baiano, possuem uma taxa de branqueamento que pode levar ao conseqüente desaparecimento da espécie. Leão, Kikuchi e Oliveira (2008) realizaram trabalho similar, também no litoral baiano e registraram a ocorrência de branqueamento em pelo menos 80% das colônias de corais estudadas entre os anos de 1993/1994 e 2005, sendo que, o primeiro evento de branqueamento no Brasil ocorreu em 1994.

Francini-Filho et al. (2008) demonstraram, tomando como base o branqueamento que afetou o litoral baiano, que o aparecimento de doenças principalmente em corais construtores

foi maior nos anos que se seguiram ao branqueamento. O mesmo tipo de estudo foi realizado por Amorim, Costa e Sassi (2011) para os corais de Picãozinho no litoral da Paraíba.

Sassi et al. (2015) novamente registraram os efeitos na pigmentação de corais da costa paraibana subsequente ao evento de branqueamento que afetou o Brasil e diversas partes do mundo em 2010, registrando danos em corais, principalmente escleractíneos, como a despigmentação. Mais recentemente, Dias e Gondim (2016) registraram o branqueamento em massa ocorrido em 2010 e que afetou o litoral paraibano, onde colônias de corais escleractíneos, hidrocorais e octocorais foram registrados em situações alarmantes, criando uma base para futuros trabalhos dos efeitos, principalmente no que diz respeito a doenças após eventos de anomalias térmicas, uma vez que os dados ainda são escassos mesmo em nível mundial.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em duas formações recifais rasas no litoral da Paraíba, são elas: recifes da Praia do Cabo Branco e recifes da Praia do Seixas, ambas situadas no litoral da cidade de João Pessoa (**Fig. 1**).

4.1.1. Recifes da Praia do Seixas

A Praia do Seixas (7°09'21"S, 34°47'10"W) (**Fig. 1**) apresenta formações recifais que distam entre 500 m e 1 km da praia e, apesar de ficarem parcialmente expostas nos períodos de maré baixa (**Fig. 1**), permanecem submersas na maré alta, onde a profundidade varia entre 1 m e 4 m. Os recifes da Praia do Seixas são formados principalmente por algas calcárias, rochas e corais e servem de habitat e substrato para diversos organismos. A área sofre forte influência dos regimes de maré, o que torna a visibilidade difícil, especialmente nos meses do período chuvoso. Porém, nos meses do período seco a visibilidade é melhor e são possíveis dias de águas cristalinas (DIAS; GONDIM, 2016).

Por se tratar de uma praia localizada próxima ao centro urbano da cidade de João Pessoa, o turismo é intenso, principalmente nos meses do verão. O acesso de banhistas e turistas ocorre por meio de embarcações de passeio (barcos motorizados e caiaques).

A paisagem subaquática é formada por diferentes feições: (1) áreas onde predominam os fundos arenosos, com pouco ou nenhum crescimento algal especialmente nas piscinas naturais entre paredões rochosos, (2) áreas com predominância de sedimento formado pela alga calcária do gênero *Halimeda* formando grandes bancos de deposição de artículos mortos, (3) áreas densamente colonizadas por tapetes de zoantídeos (e.g. *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*), especialmente nas cristas do recife, (4) fundos com predominância de bancos macroalgais, (5) fundos cobertos por bancos de rodolitos, (6) áreas com substrato arenoso com altas densidades de corais, além de colônias esparsas de hidrôides calcários (e.g. *Millepora* spp.) e octocorais (e.g. *Plexaurella grandiflora* e *Muriceopsis sulphurea*). Ao longo de todas estas feições, é possível observar colônias de corais espaçadamente distribuídas.

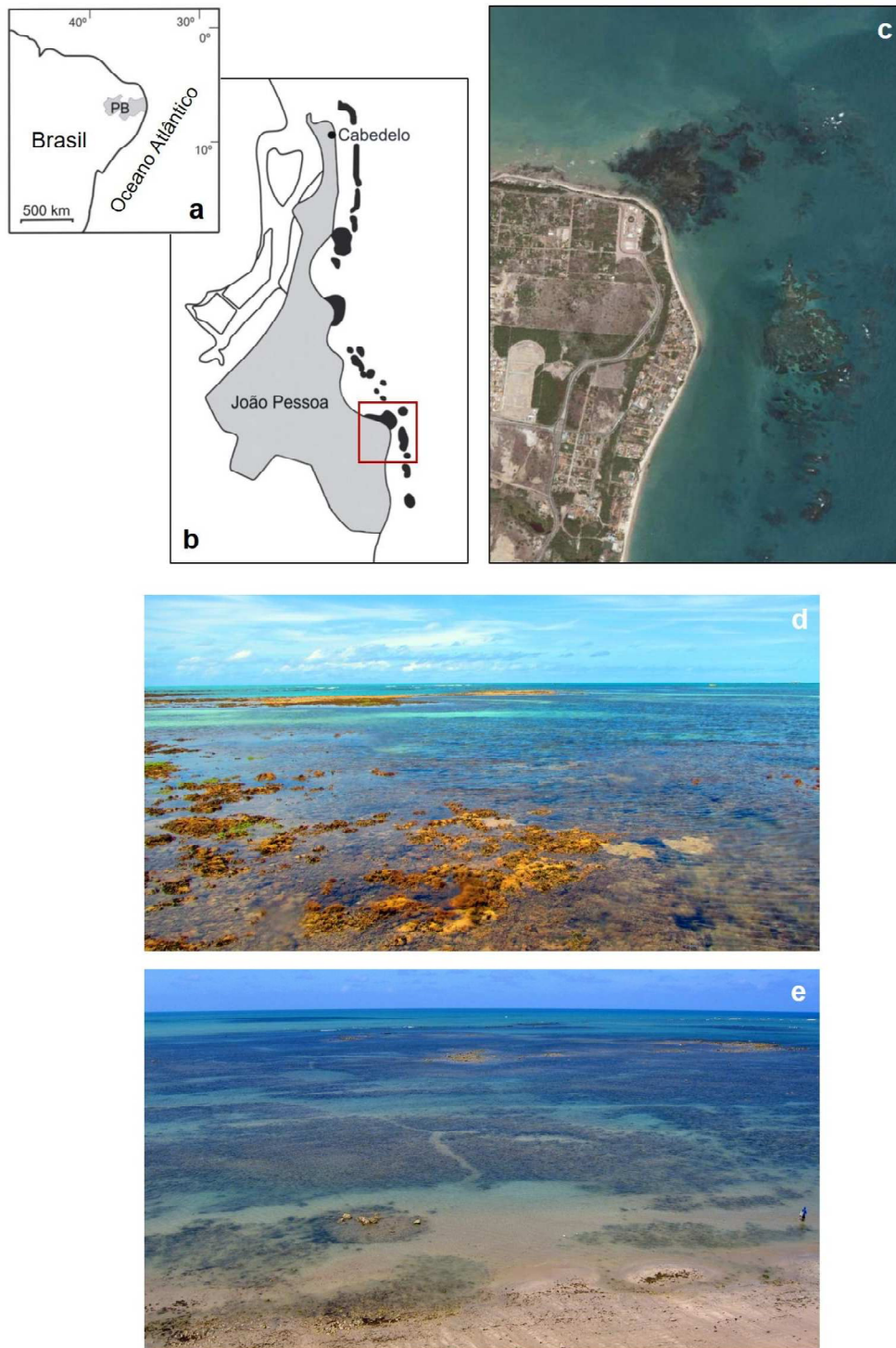


Figura 1. A-B: Localização das áreas de estudo no litoral da Paraíba. **C:** Imagens de satélite dos recifes estudados (Fonte: Google Earth). **D:** Vista parcial dos recifes do Seixas. **E:** Vista parcial dos recifes do Cabo Branco. Fotos: Luis Carlos P. Damasceno.

4.1.2. Recifes da Praia de Cabo Branco

A praia de Cabo Branco (7°08'39"S, 34°47'59"W) (**Fig. 1**) está localizada no ponto considerado o mais oriental das Américas. É formada por recifes em franja que tocam na praia (**Fig. 1**), com acesso fácil de pessoas e sujeitos a forte sedimentação vinda do continente. Durante a maré baixa, piscinas naturais se formam no interior da formação recifal e devido ao tempo de emersão e ao pequeno volume de água que permanece dentro das piscinas, a temperatura da água pode atingir valores bastante elevados, principalmente no verão.

Essa praia é caracterizada por formações do tipo *beach rocks* (i.e., praias com formações rochosas compostas por arenito de praia) com substrato predominantemente formado por areia, rochas com presença de cobertura de diversas espécies de algas como, por exemplo, *Padina* sp. (ROSA; ROSA; ROCHA, 1997).

Semelhante ao observado nos recifes do Seixas, o ambiente subaquático é bastante heterogêneo, porém, difere em alguns aspectos possivelmente devido à localização em franja, o que permite a colonização por outros organismos, principalmente nas áreas mais rasas. A paisagem subaquática é formada por fundos arenosos, tapetes de zoantídeos, esponjas, pedras com forte colonização de ostras que ficam expostas nas marés baixas, bancos de algas frondosas de grande extensão, bancos de rodolitos, cabeços rochosos com presença de corais e outros invertebrados sésseis como as ascídias.

Por se tratar, principalmente, de piscinas delimitadas por recifes de arenito, a água é calma e sofre influência do sedimento da erosão da falésia do Cabo Branco, favorecendo uma maior turbidez da água e conseqüente baixa visibilidade nas piscinas bem próximas à praia. Em algumas ocasiões, sedimentos finos de barro que se unem com o muco produzido por zoantídeos da área, formam uma camada espessa que flutua sobre a área das piscinas mais rasas. Assim como observado para os recifes do Seixas, nos recifes do Cabo Branco a visibilidade da água é mais favorável nos meses de período seco.

4.2. Procedimentos de amostragem

O estudo foi realizado através de mergulho livre (*snorkeling*) nos meses de dezembro de 2015 a março de 2016 e dezembro de 2016 a janeiro de 2017. Esses meses coincidiram com os meses de verão, em que a água do mar apresenta maior visibilidade.

O inventário das espécies de corais presentes nas áreas estudadas foi realizado através de busca intensiva. Cada espécie encontrada foi anotada em prancheta de PVC e fotografada

para registro. Para a análise da estrutura da comunidade dos corais, foram empregados transectos lineares de 10 x 1m (=10m²), dispostos no ambiente recifal estudado a fim de abranger locais distribuídos em toda a formação recifal.

Ao longo de cada transecto, os seguintes dados foram registrados: espécies presentes, largura, altura e comprimento das colônias com tamanho igual ou superior a 20 cm, aspecto geral quanto a coloração e presença de danos como crescimento algal e sedimentação, e presença de doenças. Colônias com comprimento igual ou inferior a 2 cm foram classificadas como recrutas.

As colônias também foram classificadas quanto ao seu grau de branqueamento, variando de 1 a 4, de acordo com a metodologia descrita por Marshall e Baird (2000), onde: (1) não-branqueado, quando não havia perda de pigmentação; (2) branqueamento moderado, quando a colônia apresentava branqueamento entre 1 a 50% de sua área; (3) branqueamento severo, para colônias branqueadas de 50 a 100% de sua cobertura; (4) morta, quando a colônia estava recentemente morta (i.e., sem crescimento algal e sem desgaste do esqueleto calcário aparente) ou mortas já com crescimento algal, contanto que pudesse ser reconhecida visualmente (**Fig. 2**). A partir do grau de branqueamento, o índice de branqueamento e mortalidade (BMI) foi calculado seguindo a fórmula descrita por McClanahan et al. (2004):

$$\text{BMI} = (0_{c1} + 1_{c2} + 2_{c3} + 3_{c4})/3$$

Os valores de c1 a c4 são as porcentagens de colônias com cada grau de branqueamento. As colônias consideradas doentes tiveram a (s) doença (s) classificada (s) com base em imagens e descrições contidas na literatura (e.g. RAYMUNDO; COUCH; HARVELL, 2008). As mesmas foram também fotografadas para posterior comparação. A descrição de cada doença identificada foi feita com base nas características das colônias observadas e com auxílio da literatura. A cobertura bêntica nos ambientes recifais estudados foi estimada através do método de pontos de contato no transecto, onde o organismo presente ao longo de cada transecto foi anotado a cada 50 cm, totalizando 20 pontos/transecto.

A presença ou não de epibiontes e o tipo de substrato ao redor das colônias também foram registrados ao longo dos transectos e foi feita a documentação fotográfica. Dados abióticos sendo eles, temperatura, visibilidade e profundidade, também foram obtidos. Para medição de temperatura foi utilizado um termômetro de mercúrio, a visibilidade foi medida com Disco de Secchi e a profundidade tanto no início do transecto quanto no final, foi aferida por trenas ou fitas métricas.

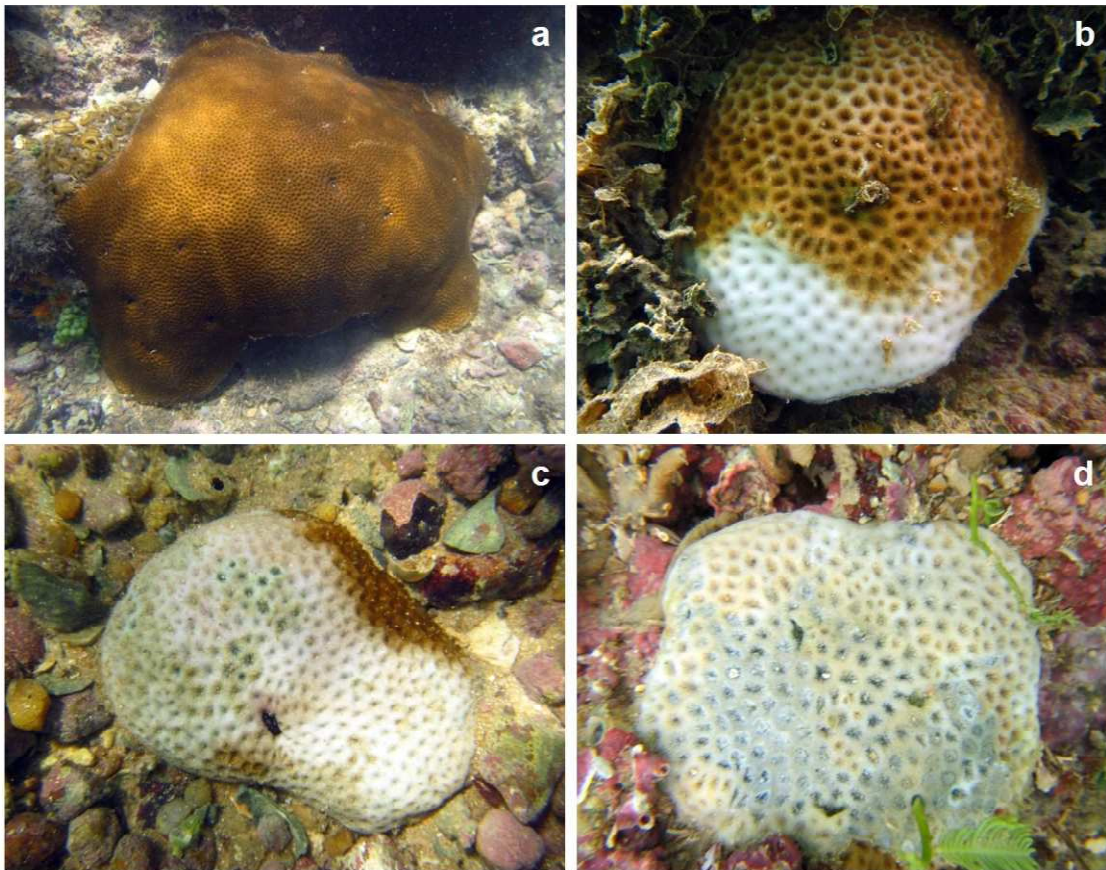


Figura 2. Colônias de *Siderastrea* spp. apresentando os diferentes graus de branqueamento analisados nos recifes do Cabo Branco e Seixas. A: Colônia sadia, B: Colônia com branqueamento inferior a 50%, C: Colônia com branqueamento superior a 50%, e D: Colônia totalmente branqueada e morta. Fotos: Thelma Dias (A-B) e Camile Avelino (C-D).

4.3. Análise de dados

Os dados foram anotados em pranchas de PVC e imagens obtidas de vários ângulos de corais que necessitavam de uma observação futura. Os dados foram inicialmente organizados em planilhas do Excel. A identificação das espécies de corais foi feita com base na comparação fotográfica utilizando-se guias de identificação (e.g. HETZEL; CASTRO, 1994; VERON et al., 2017).

A densidade de colônias foi expressa em indivíduos por 10 m². Para testar a diferença na densidade entre as duas áreas utilizou-se o teste de Mann-Whitney. A incidência de doenças entre as duas áreas foi testada utilizando-se teste de Qui-quadrado. A diferença no número de colônias com os diferentes graus de branqueamento foi testada através de ANOVA com teste *a posteriori* de Tukey. Para testar a diferença dos graus de branqueamento entre as

duas áreas estudadas aplicou-se o teste de Mann-Whitney. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

Durante o período de estudo, a temperatura média nos recifes do Cabo Branco foi de 29,5°C, com mínima de 29°C e máxima de 31,5°C (variação de 2,5°C). Nos recifes do Seixas, a temperatura média foi de 29,4°C, com mínima de 28°C e máxima de 31,5°C (variação de 3,5°C). A profundidade média dos transectos no Cabo Branco foi de 76,55 cm enquanto que no Seixas a profundidade média foi 1,07 metros. A cobertura bentônica foi caracterizada por nove diferentes componentes do substrato, sendo as algas frondosas o mais representativo, dominando 45,75% (cerca de 91,5 m²) da cobertura no Cabo Branco e 32,25% (cerca de 64,5 m²) no Seixas. Outros dois componentes representativos foram areia e rocha (Fig. 3).

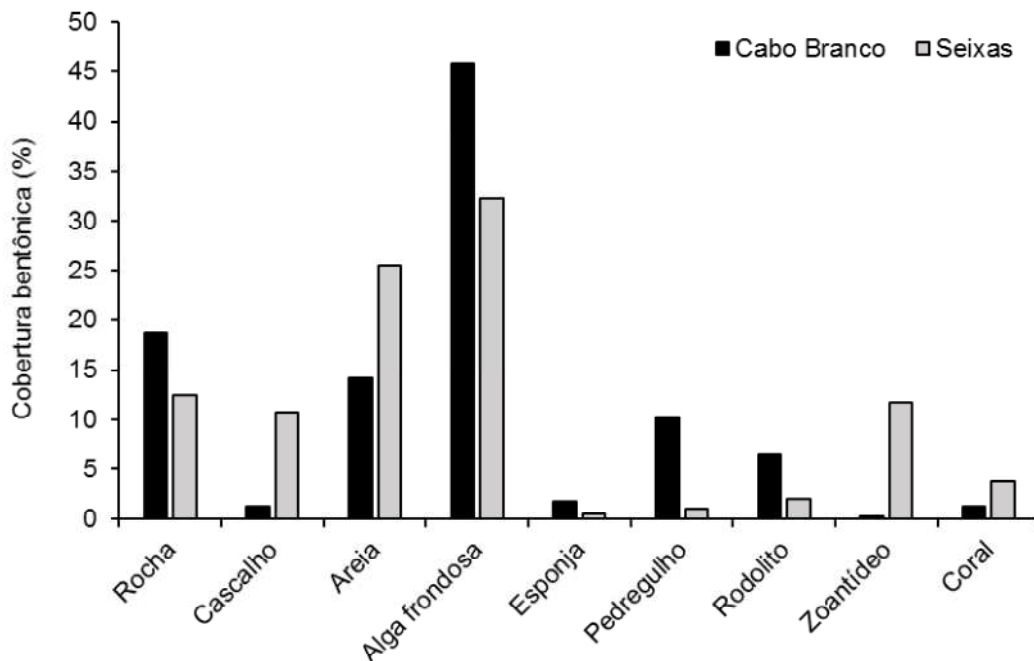


Figura 3. Percentual de cobertura bentônica nos recifes do Cabo Branco e Seixas.

Durante o estudo, foram realizados 40 transectos, sendo 20 transectos nos recifes do Seixas e 20 nos recifes do Cabo Branco, desse modo, totalizando uma área de 200 m² em cada local de estudo.

Na Praia do Seixas foram encontradas 8 espécies de corais escleractíneos, sendo elas: *Siderastrea* spp., *Agaricia agaricites*, *Porites branneri*, *Porites astreoides*, *Favia gravida*, *Montastrea cavernosa*, *Mussismilia hispida* e *Mussismilia harttii*. Foram encontradas também

duas espécies de hidróides calcários: *Millepora alcicornis* e *Stylaster roseus*. Na Praia do Cabo Branco foram registradas 4 espécies de corais escleractíneos, sendo elas: *Siderastrea* spp., *Agaricia agaricites*, *Porites branneri* e *Favia gravida*. Entre os hidróides calcários, apenas *Millepora alcicornis* foi registrada (**Fig. 4**).

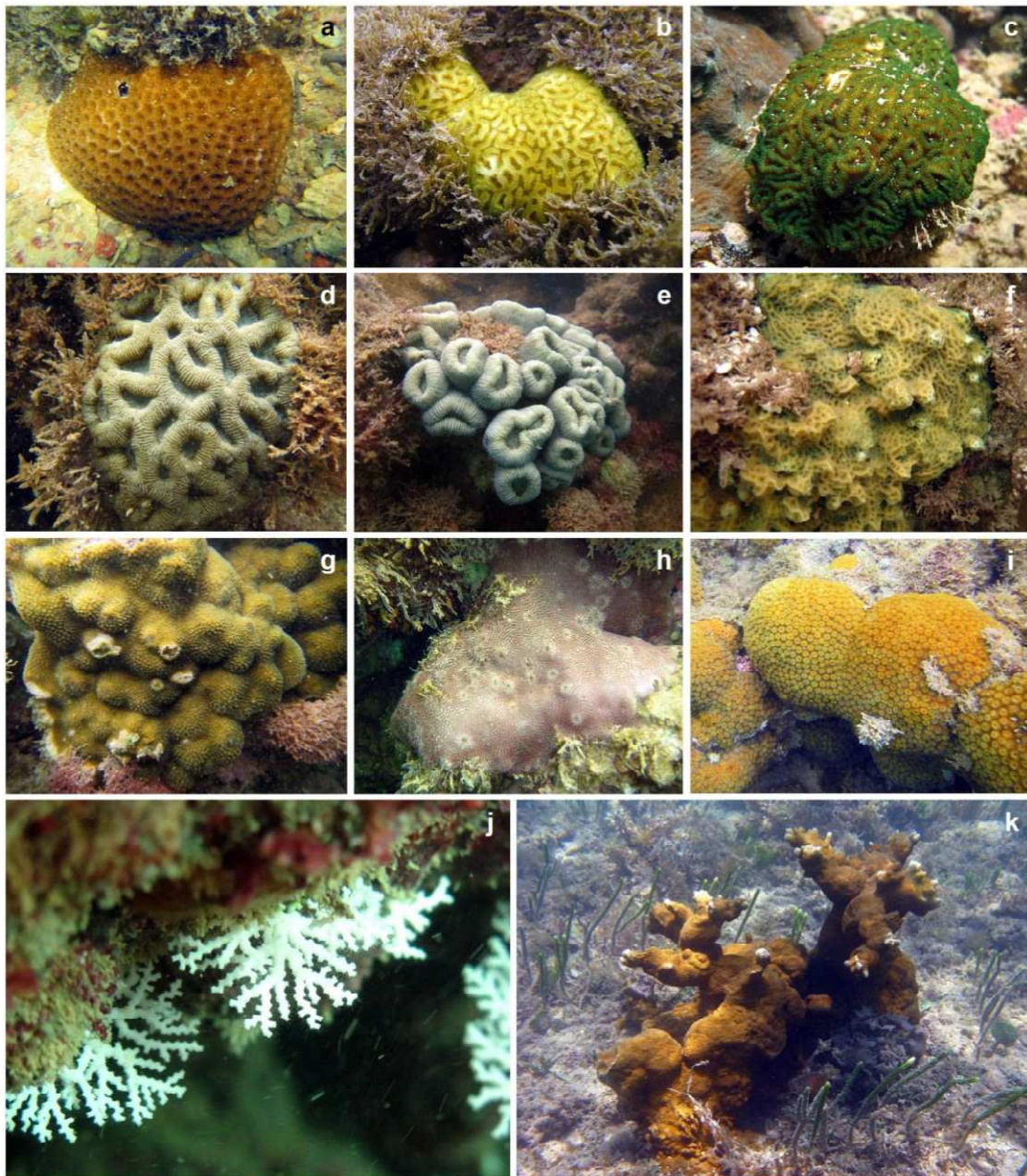


Figura 4. Espécies de corais e hidróides calcários registrados nos recifes estudados: a) *Siderastrea* spp., b-c) *Favia gravida* nas formas amarela e verde, d) *Mussismilia hispida*, e) *Mussismilia harttii*, f) *Agaricia agaricites*, g) *Porites astreoides*, h) *Porites branneri*, i) *Montastrea cavernosa*, j) *Stylaster roseus* e k) *Millepora alcicornis*. Fotos: Camile Avelino e Thelma Dias.

Nos transectos, nas duas áreas, foram observadas um total de 875 colônias, sendo 258 no Cabo Branco (29,5%), número representado somente por colônias de *Siderastrea* spp., e 617 no Seixas (70,5%), representadas por 98,54% (n=608) de colônias de *S. stellata*, 0,97% (n=6) de *Favia gravida*, 0,33% (n=2) de *Agaricia agaricites* e 0,16% (n=1) de *Porites astreoides*.

A densidade média de colônias no Cabo Branco foi de $12,8 \pm 12,4$ ind/10m², enquanto no Seixas foi de $30,4 \pm 31,9$ ind/10m². Comparando-se a densidade de corais entre as duas áreas, não houve diferença significativa (U=141; p=0.0571).

Em relação a estrutura populacional de tamanho de *Siderastrea* spp., observou-se uma população composta predominantemente por indivíduos jovens, menores de 20 centímetros de diâmetro da colônia. Entre as 875 colônias observadas, 4,11% (n=36) eram recrutas (i. e. colônias menores ou iguais a 2 cm de diâmetro), 1,14% (n=10) colônias maiores do que 20 cm e 94,51% (n=827) menores do que 20 cm (**Fig. 5**). Dentre as colônias maiores ou iguais a 20 cm, a média obtida para comprimento em Cabo Branco foi 26,15 cm, para largura 21,87 cm e de altura 8,42 cm (**Fig. 5**).

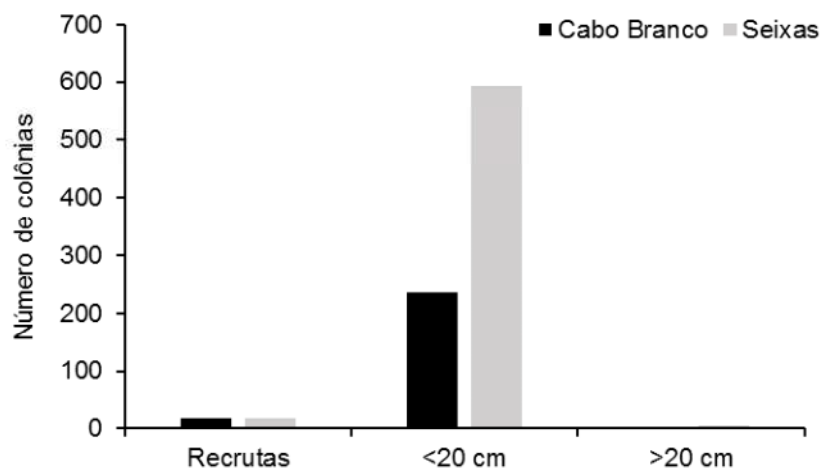


Figura 5. Número de colônias de *Siderastrea* spp. em função do tamanho.

Quanto ao grau de branqueamento, o nível 1 foi o mais frequente entre as colônias, representando um total de 605 (69,1%) colônias não-branqueadas ou com branqueamento leve, e um total de apenas 13 colônias mortas (1,5%). No Cabo Branco não houve a observação de colônias com nível 4 de branqueamento nos transectos estudados (**Tabela 1**). Houve diferença significativa entre os níveis de branqueamento em cada recife (Cabo Branco: F=11,684; p<0,01, Seixas: F=5,383; p=<0,01). Porém, comparando-se cada nível entre as

duas praias, não houve diferença. No Cabo Branco, o Índice de Branqueamento e Mortalidade (BMI) foi de 4,92, enquanto no Seixas foi de 15,1, considerando-se que este varia de 0 a 100 (**Tabela 1**). Estes resultados indicam um baixo grau de branqueamento e mortalidade nas áreas estudadas.

Tabela 1. BMI, número, percentual de colônias de *Siderastrea* spp. de acordo com os quatro graus de branqueamento analisados nos recifes do Cabo Branco e Seixas. BMI = índice de branqueamento e mortalidade.

Graus de branqueamento	Cabo Branco		Seixas	
	N	%	N	%
1	217	84,1	388	62,9
2	34	13,2	166	26,9
3	2	0,8	37	6,0
4	5	1,9	26	4,2
BMI	4,92		15,1	

Foram encontradas, ao todo, cinco diferentes doenças distribuídas nas duas áreas de estudo, sendo elas: síndrome branca, praga branca, pontos negros, banda branca e banda vermelha, onde destas somente três foram encontradas no Cabo Branco (síndrome branca, praga branca e pontos negros) enquanto que no Seixas, as cinco doenças encontradas foram registradas em pelo menos uma colônia (**Fig. 6**).

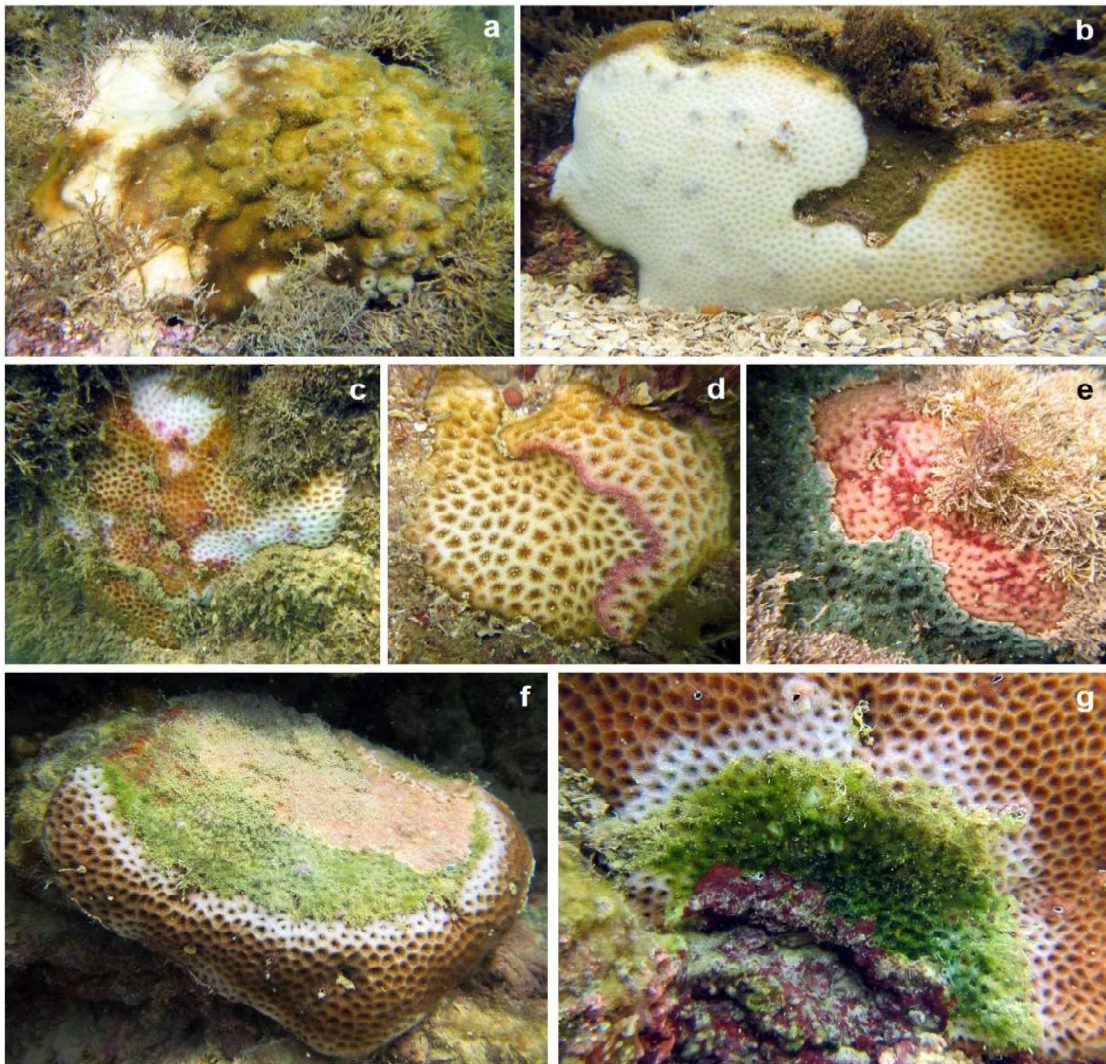
Do total de colônias estudadas em ambas as áreas, 114 estavam doentes (13%), porém, Cabo Branco apresentou a maior porcentagem de colônias doentes em relação ao total de colônias registradas (22,1%; N=57). Entre as doenças registradas, tanto no Cabo Branco quanto no Seixas, a doença mais representativa nas colônias foi a doença da Síndrome Branca (Cabo Branco=71,9% das colônias doentes; Seixas=40,3%) (**Fig. 7**). Quanto a incidência de doenças entre as áreas, o resultado apresentou-se significativo ($X^2=27,426$; GL=3; $p=0,0001$), sendo as doenças da síndrome branca e a praga branca, as doenças de maior abundância nos recifes estudados.

A síndrome branca e a praga branca caracterizam-se pelo mesmo tipo de lesão ao tecido do coral, de forma a levar à exposição do esqueleto. As duas doenças, porém, possuem padrões de progressão diferentes uma da outra, o que torna sua identificação em campo possível através da observação. Por outro lado, as doenças da banda branca, banda vermelha e

pontos negros possuem padrões distintos de fácil reconhecimento, conforme descrito na **Tabela 2**.

As duas doenças de banda encontradas (banda branca e banda vermelha), somente foram observadas no Seixas em mergulhos de busca intensiva. A doença da banda vermelha caracteriza-se por possuir uma faixa vermelha-amarronzada de padrão linear nas colônias encontradas. A doença da banda branca (**Fig. 6**), por sua vez, apresenta uma banda difusa na cor branca. Na parte do coral em que a doença da banda branca já esteve em contato, o tecido e até o esqueleto em alguns casos, são necrosados. Esse é o primeiro registro de Banda Branca para o Atlântico Sul.

Figura 6. Espécies de corais com as diferentes doenças registradas: a) *Porites astreoides* com a



doença da Síndrome Branca; *Siderastrea stellata*, com b) Síndrome Branca, c) Praga Branca, d) doença da Banda Vermelha, e) doença dos Pontos Negros, f-g) doença da Banda Branca, mostrando detalhe da lesão. Fotos: Camile Avelino e Thelma Dias.

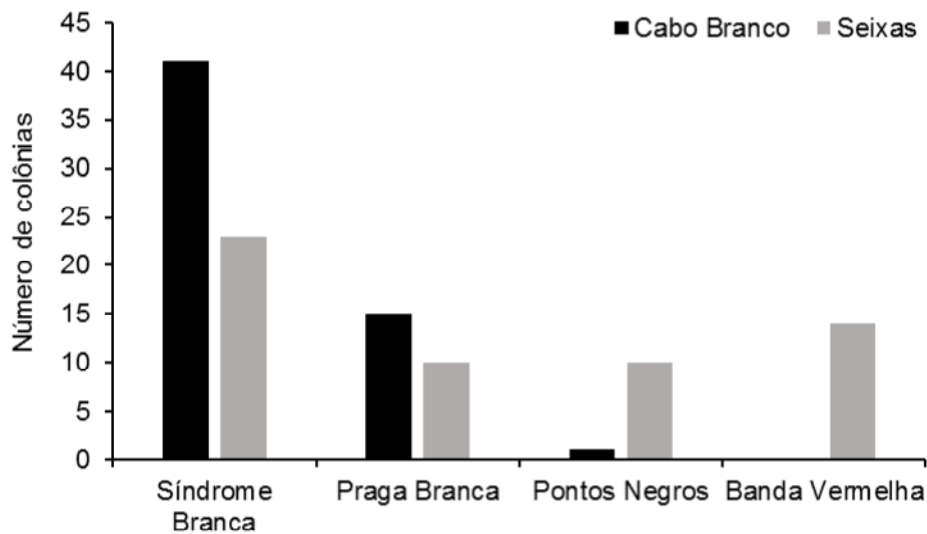


Figura 7. Número de colônias com cada doença registrada nos recifes do Cabo Branco e Seixas.

É importante destacar que todas as doenças foram registradas em colônias de *Siderastrea* spp. A doença da síndrome branca foi registrada também em espécimes de *Porites astreoides* e a doença da praga branca em espécimes de *Favia gravida*, *Porites astreoides* e *Monstastrea cavernosa*.

Tabela 2. Descrição geral das doenças registradas nos recifes do Cabo Branco e Seixas, com respectivas espécies infectadas.

Doença/Síndrome	Descrição geral	Espécie infectada
Síndrome branca (Fig. 6a-b)	Padrões difusos de perda de tecido, sem banda na parte exterior do coral, diferente das doenças da banda branca e da praga branca. Sem padrões na perda do pigmento e sua progressão ocorre da base para o ápice da colônia com margens difusas.	<i>Siderastrea</i> spp., <i>Porites astreoides</i>
Praga branca (Fig. 6c)	As lesões podem começar focais e se tornarem multifocais por toda a colônia, com margem linear dependendo da morfologia da colônia de coral em que é encontrada. Possui características semelhantes a doença da síndrome branca quanto a perda de tecido.	<i>Siderastrea</i> spp., <i>Favia gravida</i> , <i>Porites astreoides</i> , <i>Montastrea cavernosa</i>
Banda vermelha (Fig. 6d)	Presença de banda difusa ou circular de cor vermelha ou marrom-avermelhada, pode ser linear ou irregular dependendo da morfologia da colônia infectada. A área necrosada geralmente apresenta cobertura de algas filamentosas. A progressão da doença é rápida	<i>Siderastrea</i> spp.

ou moderada. É principalmente comum em octocorais, *Siderastrea* e *Agaricia*.

Pontos negros (Fig. 6e)	As lesões podem ser focais ou multifocais com margens regulares ou não, podem expor o esqueleto com o decorrer do tempo, mas em fases mais iniciais. Apresenta cores que variam do marrom ao lilás. Afeta principalmente espécies do gênero <i>Siderastrea</i> .	<i>Siderastrea</i> spp.
Banda branca (Fig. 6f-g)	Presença de banda difusa ou circular com exposição do esqueleto, geralmente linear, mas podendo ser encontrada de forma irregular dependendo da morfologia da colônia. A área de tecido necrosado possui crescimento rápido de algas filamentosas pela baixa produção de muco. Apresenta uma progressão rápida ou moderada e é de rápida infecção.	<i>Siderastrea</i> spp.

Foram observados três principais tipos de danos acometendo os corais, sendo eles: crescimento algal sobre as colônias, tanto de algas filamentosas quanto de algas frondosas; presença de sedimento sobre as colônias e possível sufocamento de pólipos; e despigmentação (i. e., colônias apresentando perda da pigmentação normal sem doença ou branqueamento visível). Entre as duas praias, o Seixas apresentou a maior porcentagem de colônias com danos (n=318; 51,5%) sendo o dano mais frequente em ambas as áreas, a sedimentação das colônias (**Fig. 8**).

Os danos são de fácil identificação. Os danos classificados como danos algais foram aqueles em que a alga já havia colonizado parte do coral ou se encontrava em seus limites. A sedimentação é caracterizada pela formação de aglomerados de areia, cascalho ou fina camada lamacenta aderidas sobre a colônia.

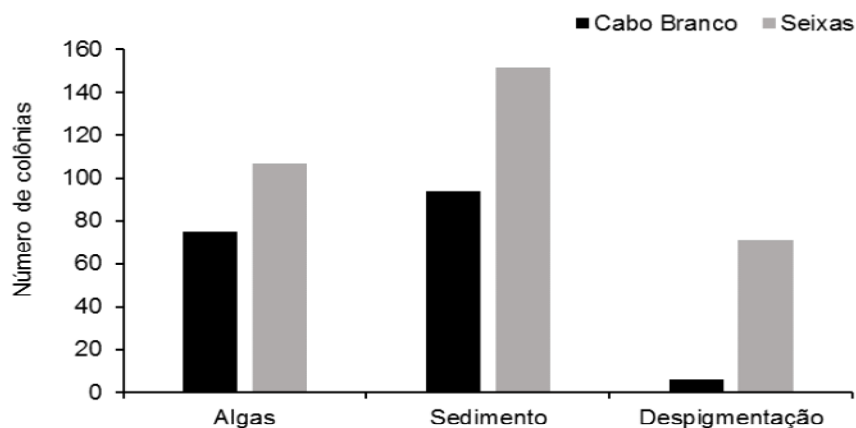


Figura 8. Danos encontrados sobre colônias de *Siderastrea* spp. nos recifes do Cabo Branco e Seixas.

As colônias apresentaram ainda doenças e danos de mais de um tipo sobre elas. Porém, em comparação com o número de doenças só danificadas ou só doentes, as colônias doentes se sobressaíram e a porcentagem de colônias com danos e doenças no mesmo momento foi baixa (**Fig. 9**).

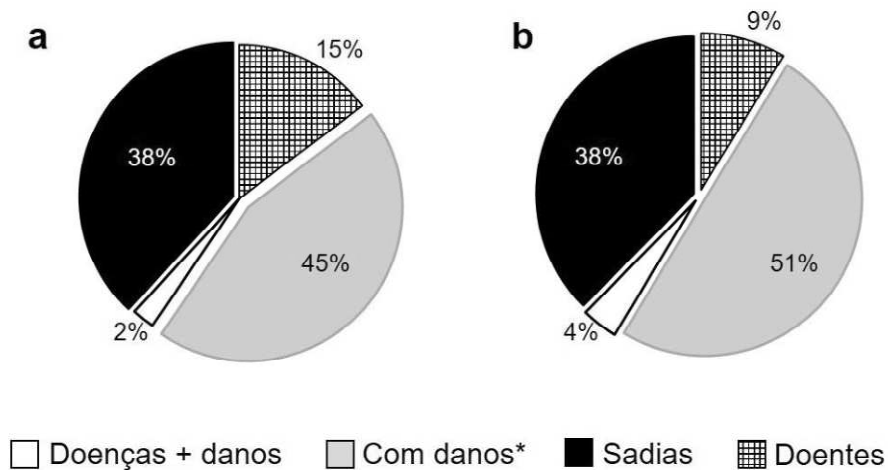


Figura 9. Percentual de colônias de *Siderastrea* spp. com diferentes estados de conservação nos recifes de Cabo Branco e Seixas.

Além dos danos e doenças, foram encontrados epibiontes sobre colônias de *Siderastrea* spp., três desses epibiontes ocorreram mais frequentemente dentro dos transectos, sendo eles: zoantídeos, cracas e esponjas. O epibionte encontrado mais frequentemente no Seixas foram os zoantídeos e no Cabo Branco, as cracas. Apesar da frequência de 3 tipos de epibiontes, a maior parte das colônias registradas estava sem nenhum tipo e quando presente, havia apenas uma espécie de epibionte por indivíduo (**Fig. 10**).

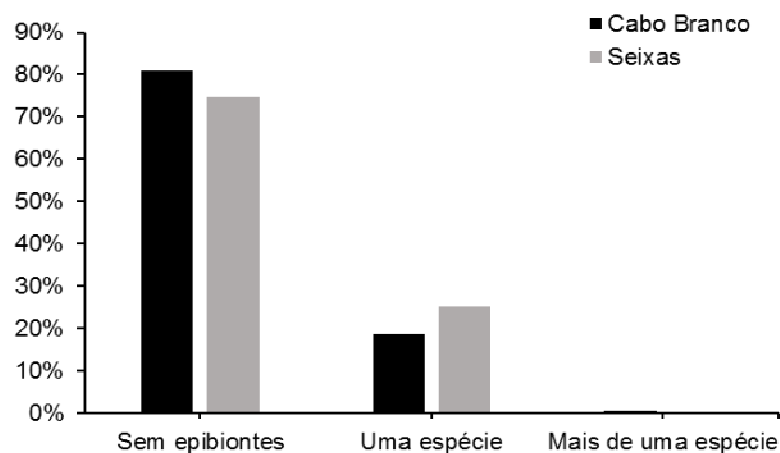


Figura 10. Percentagem de colônias com presença/ausência de epibiontes em ambas as áreas.

6. DISCUSSÃO

O presente estudo mostrou que as áreas recifais estudadas apresentam uma fauna de corais diversa, porém, que apresentam populações compostas por indivíduos de pequeno porte, a maioria com diâmetro inferior a 20 cm, sugerindo uma população jovem, principalmente no que se refere a *Siderastrea* spp. Os recifes estudados são dominados por macroalgas, que consistem no componente mais abundante da cobertura bentônica, característica comum nos recifes costeiros do nordeste brasileiro (e.g. MEDEIROS et al., 2010; FRANCINI-FILHO et al., 2013; PEREIRA et al., 2014).

A abundância de algas frondosas pode trazer sérias implicações para a saúde do coral, já que essa restringe a área de recrutamento do coral ou mesmo através da competição direta de colônias já assentadas com frondes algais. A abundância de algas pode ser indicadora de um problema maior, que é a escassez de herbívoros de maior porte como peixes, ouriços e tartarugas (MUMBY; HASTINGS; EDWARDS, 2007), que atuam no controle do crescimento algal.

A variação de temperatura média de 30°C no verão encontrada na região já é esperada para o litoral da Paraíba (LEÃO; KIKUCHI; TESTA, 2003). Porém, através de análises utilizando-se bancos de dados do National Centers for Environmental Information, subdivisão do NOAA (disponível em <https://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/global-maps/201701>) foi observado que desde 2013, mesmo após 3 anos desde o último evento de branqueamento registrado para o Brasil, as temperaturas para a área atingem recordes anuais mesmo sem anomalias térmicas. Se as temperaturas se mantiverem assim por 10 anos, essa área já poderá ser reconhecida como um *hot spot* mundial de branqueamento (GOUREAU; HAYES, 1994).

Com a observação de um novo *hot spot* mundial, os corais que já foram observados em condições que não condizem com as descritas por trabalhos clássicos há 50 anos, sofrerão ainda mais com o aquecimento da água, demonstrando até mesmo que o branqueamento não é o único grande problema que os corais enfrentam.

A riqueza de corais encontrados no presente estudo inclui espécies encontradas por todo o litoral brasileiro, com uma representatividade de 40% da fauna de corais e hidrocorais do Brasil (LEÃO; KIKUCHI; TESTA, 2003) com somente duas praias estudadas. A grande abundância de *Siderastrea stellata* no litoral brasileiro era esperada e bem relatada pela literatura, principalmente em se tratando de recifes rasos e sujeitos a forte sedimentação. *S. stellata* é uma espécie zooxantelada endêmica e comum no litoral brasileiro, ocorrendo em todas as áreas costeiras (*beach rocks* e recifes) do Maranhão ao Rio de Janeiro (CASTRO;

PIRES, 2001), inclusive em áreas oceânicas como Fernando de Noronha e Abrolhos (BARROS; PIRES, 2006), e Atol das Rocas, onde é o principal organismo construtor (ECHEVERRÍA et al., 1997). É considerada uma espécie de águas rasas (até 10 m de profundidade) e frequentemente ocupa substratos horizontais (SEGAL; CASTRO, 2000), sendo relativamente resistente a sedimentação, variações de temperatura e salinidade (BARROS; PIRES, 2006).

A maior densidade observada no Seixas pode estar relacionada à distância da praia, que pode favorecer águas mais claras, menor grau de sedimentação e menor descarga de nutrientes. Os recifes do Cabo Branco estão sujeitos à forte erosão da falésia subjacente, sendo visível a descarga de sedimento nas mudanças diárias de maré e nos períodos de chuva, que se estendem ao longo de pelo menos 4 meses. Processos históricos da área também podem ter influenciado a menor densidade da espécie na área, além disso, Cabo Branco apresenta maior cobertura de esponjas e outros organismos que competem por espaço com os corais

Quanto a estrutura de tamanho da população de *Siderastrea stellata*, a predominância de colônias com tamanho inferior a 20 cm corrobora com os resultados obtidos por Barros e Pires (2006), que analisaram a distribuição de tamanho desta espécie ao longo de 11 áreas recifais entre as latitudes 03° e 17°. Estes autores sugerem que o alto número de colônias com tamanho inferior a 20 cm reflete uma estratégia de sobrevivência em águas rasas, uma vez que estes ambientes geralmente provocam alta taxa de mortalidade e curto tempo de vida. Além disso, as áreas estudadas na Paraíba foram afetadas pelo evento de branqueamento em massa ocorrido em 2010, e, dessa forma, o alto número de colônias pequenas pode demonstrar sinais de tentativa de resiliência das espécies em recolonizar o espaço após o estresse térmico e branqueamento de 2010 (DEATH et al., 2012).

O alto percentual de colônias com grau de branqueamento nível 1 (i.e., colônias não-branqueadas, sem perda de pigmentação) corrobora com o que é esperado em anos sem anomalia térmica (MCCLANAHAN et al., 2004), e indica recuperação de colônias após o branqueamento de 2010. O baixo BMI observado em ambas as áreas reflete o alto número de colônias não branqueadas e o baixo número de colônias totalmente branqueadas ou recém-mortas, especialmente no Cabo Branco, onde nenhuma colônia totalmente branqueada foi observada na área dos transectos. Convém ressaltar que o baixo número de colônias mortas registrado neste estudo se refere às colônias cuja mortalidade pode ser visualmente reconhecida, uma vez que colônias mortas há mais tempo podem estar completamente colonizadas por macroalgas ou outros organismos, inviabilizando o reconhecimento.

O alto percentual de colônias doentes é preocupante e requer urgência no sentido de entender melhor como funciona a progressão das doenças e forma de contaminação das colônias, principalmente considerando que duas doenças foram mais frequentes e acometeram um maior número de colônias (síndrome branca e praga branca). De acordo com Dias e Gondim (2016), a alta incidência de colônias doentes nos recifes do Seixas pode ser uma consequência do evento de branqueamento de 2010. Na Bahia, Miranda et al. (2013) não observaram surto de doenças na comunidade de corais após o evento de 2010, porém, em outras partes do mundo, a ligação entre eventos de branqueamento e surtos de doenças foi altamente relacionada. De acordo com Bruno et al. (2007), as anomalias térmicas da água e a cobertura de corais são direcionadores claros da doença da síndrome branca na Grande Barreira de Recifes da Austrália. Nas Ilhas Virgens (Estados Unidos), Muller et al. (2008) encontraram relação positiva entre branqueamentos em massa e incidência de doenças em *Acropora palmata*, e em Flórida Keys (Estados Unidos), Brandt e McManus (2009) comprovaram este mesmo resultado em outras espécies de coral (*Montastrea faveolata*, *Siderastrea siderea* e *Colpophyllia natans*).

No Brasil, a preocupação com doenças em corais é recente. Há menos de 10 anos, Francini-Filho et al. (2008) registraram a ocorrência de doenças em corais do Banco dos Abrolhos, estado da Bahia, em que a doença mais frequente foi a doença da praga branca, embora a síndrome branca, banda vermelha e pontos negros também tenham sido registradas. Posteriormente, Francini-Filho et al. (2010) analisaram a prevalência sazonal da doença da praga branca no coral endêmico *Mussismilia braziliensis* e sugeriram que a prevalência da doença está ligada a anomalias térmicas.

Considerando que o desenvolvimento de doenças pode estar ligado a fragilidade gerada no sistema imune inato do coral por branqueamento recorrente (WOODLEY et al., 2016), a presença de doenças mostra que os efeitos de branqueamento e do aquecimento superficial da água dos oceanos acarretam prejuízos à qualidade de vida do coral em todos os sentidos, acarretando consequências em cascata muito mais sérias do que o próprio branqueamento por temperatura (RICHARDSON, 1998).

Nos recifes do Seixas e Cabo Branco, as colônias maiores demonstraram menor sinal de doenças e danos, corroborando para a hipótese de que colônias maiores possuem um sistema imunológico mais robusto, e que isso resulta em sistemas de defesa mais resistentes e menor facilidade de contaminação por agentes externos (WOODLEY et al., 2016).

O presente estudo fez o primeiro registro da doença da banda branca para o Atlântico Sul, considerando que esta doença, até então só havia sido registrada em corais do gênero

Acropora no Caribe e Porto Rico (WOODLEY et al., 2016). O registro de mais uma doença em uma espécie endêmica do litoral brasileiro gera preocupações alarmantes, principalmente por que pouco se sabe sobre os patógenos causadores das doenças nos corais brasileiros e sobre o mecanismo de transmissão das doenças. Segundo Gignoux-Wolfsohn et al. (2012), a doença da banda branca é altamente contagiosa através de contato direto entre tecidos de corais saudáveis e afetados, através da água, se o tecido estiver lesionado, podendo ser transmitida ainda por meio de gastrópodes coralívoros, como é o caso de *Coralliophila abbreviata*.

As doenças ainda podem estar interligadas com os danos observados, já que o principal dano foi a sedimentação e observa-se que a sedimentação ocorre principalmente quando há grande quantidade de muco sobre o coral, sendo um dos indicativos de que o sistema imune do coral está fragilizado e desregulado com aumento ou a diminuição da produção de moléculas bioquímicas que garantiriam a expulsão do sedimento (AUGUSTIN; SIEBERT; BOSCH, 2009). A presença dos três principais tipos de danos traz ainda respostas inconclusivas a respeito do que realmente os danos trariam de malefício para a colônia e se danos como despigmentação são gerados pelo próprio coral ou por agentes externos. Além disso, os danos não parecem estar relacionados com as doenças, já que as colônias com danos não necessariamente apresentavam sinal de doença.

A presença de epibiontes, mesmo os mais abundantes como os zoantídeos e as cracas não parecem apresentar malefício para a colônia. Grande parte dos zoantídeos encontrados colonizavam uma parte já morta ou danificada do esqueleto do coral, demonstrando talvez, somente, seu alto poder de colonização de partes lisas ou com apenas algas filamentosas. Porém, trabalhos desenvolvidos no Brasil com espécies encontradas também na Paraíba (*Montastrea cavernosa*, *Siderastrea sp.* e *Mussismilia hispida*) sugerem que a proximidade não é o fator determinante na competição entre eles, porém, o contato direto interfere na alta taxa de crescimento de zoantídeos e posterior sufocamento dos corais (CRUZ et al., 2016).

As cracas, mesmo quando encrustadas no coral atravessando o tecido até o esqueleto, não aparentavam trazer nenhum malefício evidente às colônias de *Siderastrea*. As colônias de *Porites astreoides* são constantemente observadas com cracas, de forma a fazerem parte de sua composição estrutural, mas não tornam as colônias suscetíveis a doenças ou fragilizar a estrutura da colônia (WONG; TSANG; ANG, 2015). Os epibiontes de forma geral também não oferecem respostas formadas das suas relações diretas com os corais.

7. CONCLUSÕES

- A cobertura bentônica dos locais estudados, confere ao horizonte subaquático a característica heterogênea, mesmo com a maior parte dele sendo coberto por macroalgas.
- A fauna de corais encontrada, bem como a densidade em ambas as áreas, em somente duas praias do estado da Paraíba representa uma alta porcentagem da fauna coralífera do Brasil, a maior parte dessa representação está situada no Seixas.
- A estrutura da comunidade é dominada por principalmente, colônias menores do que 20 cm, representando uma comunidade de indivíduos jovens após o evento de branqueamento registrado em 2010.
- O valor de BMI para ambas as áreas, reflete as poucas colônias encontradas com branqueamento severo, mortas ou recém-mortas. Esse resultado condiz com o esperado de anos sem anomalia térmica.
- As doenças encontradas principalmente foram, a síndrome branca e a praga branca. Duas doenças classificadas como doenças brancas que afetam os corais do nordeste como um todo. As outras doenças encontradas, dentre elas uma sem registro (a banda branca) reflete um decaimento na qualidade de vida dos corais.
- Os danos encontrados mais comumente foi a sedimentação e o crescimento algal, que podem estar relacionados com a deficiência no sistema imunológico do animal e alta produção de muco.
- Os epibiontes mais comumente encontrados foram os zoantídeos e as cracas, em contato direto com os corais.

8. REFERÊNCIAS

- AMORIM, T. P. L.; COSTA, C. F.; SASSI, R. Branqueamento e doenças em cnidários dos recifes costeiros de picãozinho, nordeste do Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 40, n. 1, p. 185-201, 2011.
- AUGUSTIN, R.; SIEBERT, S.; BOSCH, T. C. G. Identification of a kazal-type serine protease inhibitor with potent anti-staphylococcal activity as part of Hydra's innate immune system. **Developmental & Comparative Immunology**, v. 33, n. 7, p. 830-837, 2009.
- BAKER, A. C. Ecosystems: Reef corals bleach to survive change. **Nature**, v. 411, n. 6839, p. 765-766, 2001.
- BARNES, R. S. K.; HUGHES, R. N. **An Introduction to Marine Ecology**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1999.
- BELLWOOD, D. R. et al. Confronting the coral reef crisis. **Nature**, v. 429, n. 6994, p. 827-833, 2004.
- BERKELMANS, R.; VAN OPPEN, M. J.h. The role of zooxanthellae in the thermal tolerance of corals: a 'nugget of hope' for coral reefs in an era of climate change. **Proceedings Of The Royal Society B: Biological Sciences**, v. 273, n. 1599, p. 2305-2312, 2006.
- BRIDGE, Tom C. L. et al. Depth-dependent mortality of reef corals following a severe bleaching event: implications for thermal refuges and population recovery. **F1000research**, [s.l.], p.1-15, 19 fev. 2014
- BROWN, B. E. Coral bleaching: causes and consequences. **Coral Reefs**, v. 16, p. 129-138, 1997.
- BRUNO, J. F. et al. Thermal Stress and Coral Cover as Drivers of Coral Disease Outbreaks. **Plos Biology**, v. 5, n. 6, p. 1220-1227, 2007.
- CASTRO, C. B.; PIRES, D. O. A bleaching event on a Brazilian coral reef. **Brazilian Journal Of Oceanography**, v. 47, n. 1, p. 87-90, 1999.
- CRUZ, I. C. S. et al. The role of competition in the phase shift to dominance of the zoanthid *Palythoa* cf. *variabilis* on coral reefs. **Marine Environmental Research**, v. 115, p.28-35, abr. 2016.

DE'ATH, G. et al. The 27-year decline of coral cover on the Great Barrier Reef and its causes. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, v. 109, n. 44, p. 17995-17999, 2012.

DIAS, T. L. P.; ROSA, I. L.; FEITOSA, B. M. Food Resource and Habitat Sharing by the Three Western South Atlantic Surgeonfishes (Teleostei: Acanthuridae: Acanthurus) off Paraíba Coast, North-eastern Brazil. **Aqua, Journal Of Ichthyology And Aquatic Biology**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2001.

DIAS, T. L. P.; GONDIM, A. I. Bleaching in scleractinians, hydrocorals, and octocorals during thermal stress in a northeastern Brazilian reef. **Marine Biodiversity**, v. 46, n. 1, p. 303-307, 2015.

FRANCINI-FILHO, R. B. et al. Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, eastern Brazil). **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, n. 5, p. 1008-1014, 2008.

FRANCINI FILHO, R. B. et al. Seasonal prevalence of white plague like disease on the endemic Brazilian reef coral *Mussismilia braziliensis*. **Latin American Journal Of Aquatic Research**, v. 38, n. 2, p. 292-296, 2010.

GLYNN, P. W. Coral reef bleaching in the 1980s and possible connections with global warming. **Trends In Ecology & Evolution**, v. 6, n. 6, p. 175-179, 1991.

GONDIM, A. I. et al. Echinodermata da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 2, p. 151-159, 2008.

GOREAU, T. J.; HAYES, R. L.. Coral bleaching and Ocean "Hot Spots". **Ambio**, v. 3, n. 23, p.176-180, 1994.

GRIMSDITCH, G. et al. The Effects of Habitat on Coral Bleaching Responses in Kenya. **Ambio**, v. 39, n. 4, p. 295-304, 2010.

HARVELL, C. D. et al. Emerging Marine Diseases-Climate Links and Anthropogenic Factors. **Science**, v. 285, n. 5433, p. 1505-1510, 1999.

HARVELL, D. et al. The rising tide of ocean diseases: Unsolved problems and research priorities. **Journalfrontiers In Ecology And The Environment**, v. 2, n. 7, p. 375-382, 2004.

HOEGH-GULDBERG, O. et al. Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. **Science**, v. 318, n. 5857, p. 1737-1742, 2007.

HOEGH-GULDBERG, O. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. **Marine And Freshwater Research**, v. 50, n. 8, p. 839-866, 1999.

HUGHES, T. P. Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. **Science**, v. 301, n. 5635, p. 929-933, 2003.

IGLESIAS-PRIETO, R. et al. Different algal symbionts explain the vertical distribution of dominant reef corals in the eastern Pacific. **Proceedings Of The Royal Society B: Biological Sciences**, v. 271, n. 1549, p. 1757-1763, 2004.

KUTA, K. G.; RICHARDSON, L. L. Abundance and distribution of black band disease on coral reefs in the northern Florida keys. **Coral Reefs**, v. 15, n. 4, p. 219-223, 1996.

LABOREL, J. LES PEUPELEMENTS DE MADRÉPORAIRE DES CÔTES TROPICALES. **Annales de L'université D'Abidjan**, France, v. 260, n. 3, p. 7-260, 1969.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P. de; OLIVEIRA, M. D. M. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 69-82, 2008.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; TESTA, V.. Corals and coral reefs of Brazil. **Latin American Coral Reefs**, p. 9-52, 2003.

LEÃO, Z. M. A. N. et al. Brazilian coral reefs in a period of global change: A synthesis. **Brazilian Journal Of Oceanography**, v. 64, n. 2, p. 97-116, 2016.

LIRMAN, D. Fragmentation in the branching coral *Acropora palmata* (Lamarck): growth, survivorship, and reproduction of colonies and fragments. **J Exp Mal Bio Ecol.**, v. 251, n. 23, p. 41-57, 2000.

LITTLE, A. F.. Flexibility in Algal Endosymbioses Shapes Growth in Reef Corals. **Science**, v. 304, n. 5676, p. 1492-1494, 2004.

MARSHALL, P. A.; BAIRD, A. H.. Bleaching of corals on the Great Barrier Reef: differential susceptibilities among taxa. **Coral Reefs**, v. 19, n. 2, p. 155-163, 2000.

MARSHALL, P. A.; SCHUTTENBERG, H. Z.. **A Reef Manager's Guide to Coral Bleaching**. Austrália: Great Barrier Reef Marine Park Authority, 2006.

MAYNARD, J. A. et al. Major bleaching events can lead to increased thermal tolerance in corals. **Marine Biology**, v. 155, n. 2, p. 173-182, 2008.

MCCLANAHAN, T. R. et al. Comparing bleaching and mortality responses of hard corals between southern Kenya and the Great Barrier Reef, Australia. **Marine Pollution Bulletin**, v. 48, n. 3-4, p.327-335, 2004.

MILLER, J. et al. Coral bleaching and disease combine to cause extensive mortality on reefs in US Virgin Islands. **Coral Reefs**, v. 25, n. 3, p. 418-418, 2006.

MUMBY, P. J.; HASTINGS, A.; EDWARDS, H. J. Thresholds and the resilience of Caribbean coral reefs. **Nature**, v. 450, n. 7166, p.98-101, 2007.

MYDLARZ, L. D.; JACOBS, R. S.. An inducible release of reactive oxygen radicals in four species of gorgonian corals. **Marine And Freshwater Behaviour And Physiology**, v. 2, n. 39, p. 146-152, 2006.

PORTER, J. W.; MEIER, O. W.. Quantification of Loss and Change in Floridian Reef Coral Populations1. **Oxford Journals**, Oxford, v. 32, n. 6, p.625-640, fev. 1992.

RAYMUNDO, L. J. et al. **Coral Disease Handbook Guidelines for Assessment, Monitoring & Management**. Austrália: Coral Reef Targeted Research And Capacity Building For Management Program, Centre For Marine Studies, University Of Queensland., 2008. 121 p.

REASER, J. K.; POMERANCE, R.; THOMAS, P.O. Coral Bleaching and Global Climate Change: Scientific Findings and Policy Recommendations. **Conservation Biology**, v. 5, n. 14, p. 1500-1511, 2000.

ROFF, G.; MUMBY, P. J.. Global disparity in the resilience of coral reefs. **Trends In Ecology And Evolution**, v. 27, n. 7, p. 404-413, 2012.

ROSA, R. S.; ROSA, I. L.; ROCHA, L. A. Diversidade da ictiofauna de poças de maré da praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 1, p. 201-212, 1997.

ROSENBERG, E.; LOYA, Y. **Coral Health and Disease**. New York: Springer Verlag Ny, 2004. 488 p

ROWAN, R. REVIEW-DIVERSITY AND ECOLOGY OF ZOOXANTHELLAE ON CORAL REEFS. **Journal Of Phycology**, v. 34, n. 3, p. 407-417, 1998.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. 5. ed. São Paulo: Roca, 1996. 1028 p.

SASSI, R. et al. Pigmentation changes in *Siderastrea* spp. during bleaching events in the costal reefs of northeastern Brazil. **Latin American Journal Of Aquatic Research**, v. 43, n. 1, p. 176-185, 2015.

STIMSON, J.; SAKAI, K.; SEMBALI, H. Interspecific comparison of the symbiotic relationship in corals with high and low rates of bleaching-induced mortality. **Coral Reefs**, v. 21, n. 4, p. 409-421, 2002.

SUMICH, J. L. **An Introduction to the Biology of Marine Life**. 6. ed. Dubuque: Wm. C. Brown, 1996.

SUTHERLAND, K.; PORTER, J.; TORRES, C. Disease and immunity in Caribbean and Indo-Pacific zooxanthellate corals. **Marine Ecology Progress Series**, v. 266, p. 273-302, 2004.

VAN OPPEN, Madeleine J. H. et al. Building coral reef resilience through assisted evolution. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, v. 112, n. 8, p. 2307-2313, 2015.

Veron J.E.N., Stafford-Smith M.G., Turak E. and DeVantier L.M. (2017). Corals of the World. Accessed 20/02/2017

WONG, K. T.; TSANG, R. H. L.; ANG, P. Did borers make corals more susceptible to a catastrophic disease outbreak in Hong Kong? **Marine Biodiversity**, v. 46, n. 2, p. 325-326, 2015.

*Turgeon, D. D.; Asch. R. G. In Press. *The State of Coral Reef Ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States*. Washington D.C.; NOAA.