



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

MARIA JUCILIARA FRANCELINO BRITO

**PREVALÊNCIA DE DOENÇAS EM CORAIS ESCLERACTÍNEOS NO
PARQUE ESTADUAL MARINHO DE AREIA VERMELHA (PARAÍBA, NE
BRASIL)**

**CAMPINA GRANDE - PB
2021**

MARIA JUCILIARA FRANCELINO BRITO

**PREVALÊNCIA DE DOENÇAS EM CORAIS ESCLERACTÍNEOS NO
PARQUE ESTADUAL MARINHO DE AREIA VERMELHA (PARAÍBA, NE
BRASIL)**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a/ao Coordenação /Departamento do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de graduado em Ciências Biológicas (bacharelado).

Área de concentração: Ciências Biológicas.

Orientador: Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias.

Coorientador: Me. Camile Dias Avelino.

CAMPINA GRANDE – PB

2021

É expressamente proibido 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 do trabalho.

B862p Brito, Maria Juciliara Francelino.
Prevalência de doenças em corais escleractíneos no Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (Paraíba, NE Brasil) [manuscrito] / Maria Juciliara Francelino Brito. - 2021.
27 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde , 2021.
"Orientação : Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias ,
Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."
1. Recifes de corais. 2. Banda vermelha. 3. Mudanças climáticas. I. Título

21. ed. CDD 577.6

MARIA JUCILIARA FRANCELINO BRITO

PREVALÊNCIA DE DOENÇAS EM CORAIS ESCLERACTÍNEOS NO PARQUE
ESTADUAL MARINHO DE AREIA VERMELHA (PARAÍBA, NE BRASIL)

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado a/ao Coordenação
/Departamento do Curso Ciências
Biológicas da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção
do título de graduado em Ciências
Biológicas (bacharelado).

Área de concentração: Ciências Biológicas.

Aprovada em: 24/02/2021.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Michelle Gomes Santos
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)



Profa. Me. Graciele de Barros
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

*À minha família, por toda a ajuda e
companheirismo durante essa jornada,
DEDICO.*

*“Há biologia em tudo, mesmo quando
você está se sentindo espiritual.”
— Helen Fisher*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da área de estudo no litoral da Paraíba.....	12
Figura 2 - Espécies de corais registradas	14
Figura 3 - Representação gráfica dos tipos de substrato da cobertura bentônica.....	15
Figura 4 - Representação gráfica da saúde das colônias.....	16
Figura 5 - Representação gráfica das doenças encontradas	17
Figura 6 - Colônias doentes observadas.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Prevalência das doenças por transecto e prevalência geral.....	19
Quadro 1 - Correlação entre prevalência e temperatura, prevalência e salinidade	19
Quadro 2 - Correlação entre BMI e temperatura	20
Tabela 2 - BMI por transecto e BMI geral.....	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
2.1	Área de estudo.....	11
2.2	Coleta de dados.....	12
2.3	Análise de dados.....	13
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
3.1	Espécies encontradas e cobertura bentônica.....	13
3.2	Tipos de danos encontrados.....	15
3.3	Doenças encontradas.....	16
3.4	Prevalência das doenças.....	18
3.5	Índice de Branqueamento e Mortalidade (BMI).....	20
4	CONCLUSÃO.....	21
	REFERÊNCIAS.....	22
	ANEXO A – Colônia de Agaricia agaricites (Linnaeus, 1758) registrada durante os mergulhos.....	26

PREVALÊNCIA DE DOENÇAS EM CORAIS ESCLERACTÍNEOS NO PARQUE ESTADUAL MARINHO DE AREIA VERMELHA (PARAÍBA, NE BRASIL)

Maria Juciliara Francelino Brito

RESUMO

Os recifes de corais são importantes para a produtividade marinha, influenciando na pesca, turismo, e no desenvolvimento dos organismos marinhos. Impactos como mudanças climáticas, poluição, pesca predatória, doenças e branqueamento, são os maiores problemas enfrentados pelos corais. Assim, o objetivo deste estudo é analisar a prevalência de doenças em corais escleractíneos no Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (PEMAV), e outros possíveis danos. A coleta de dados ocorreu através de mergulho livre entre os meses de fevereiro e maio de 2019, onde foram dispostos aleatoriamente 24 transectos em uma área de 240m². As correlações entre prevalência e temperatura, prevalência e salinidade, e temperatura e índice de branqueamento e mortalidade (BMI), foram feitas no Past3, sendo a correlação Linear r (Pearson) com $P < 0,05$. Foram encontradas 1100 colônias de *Siderastrea stellata*, 81 de *Favia gravida*, e três de *Porites astreoides*. As duas primeiras são mais abundantes devido a capacidade de adaptação e ampla distribuição no Brasil. Em relação a cobertura bentônica, o tipo de substrato mais registrado foi o cascalho com 55% (n=504), seguida de alga 33%, areia 10%, e coral 2%. Dentre as colônias, 887 são adultas e 297 são recrutas. 69% das colônias não apresentaram dano ou doença, 20% possuíam algum de dano, 10% estavam doentes, e 1% exibia dano e doença. O crescimento algal foi o dano mais comum com representatividade de 63% (n=239), seguido de sedimentação (59%) e despigmentação (13%). A doença banda vermelha, que tem uma rápida progressão da perda de tecido, teve 45% de ocorrência (n=119), seguida da síndrome branca (38%), praga branca (14%), pontos negros (3%) e banda branca (1%). As temperaturas mais altas (31°C) ocorreram em fevereiro e março, e as mais baixas (27°C) em maio. Fevereiro também registrou a menor salinidade (34), as mais altas (45) foram em março, abril e maio. Todas as análises de correlações foram não significativas (com $P > 0,05$). As maiores prevalências foram no mês de maio, apesar das altas temperaturas aumentarem a susceptibilidade a doenças, maio não registrou as maiores temperaturas. O maior BMI geral foi de 19, sendo um valor baixo, pois a maioria das colônias estavam saudáveis. Devido às mudanças climáticas frequentes, os corais estão em perigo, mesmo com suas adaptações, eles não têm tempo de se recuperar, sofrendo surtos de doenças e branqueamentos. O presente projeto disponibiliza dados e informações para estudos futuros, podendo ser aplicados na conservação dos recifes coralíneos.

Palavras-chave: Recifes de corais. Branqueamento e mortalidade. Banda vermelha. Mudanças climáticas

ABSTRACT

Coral reefs are important for marine productivity; influencing fishing, tourism, and the development of marine organisms. Impacts such as climate changes, pollution, predatory fishing, disease and bleaching are the main problems faced by corals. Thus, the objective of this study is to analyze the prevalence of scleractinian coral diseases in Areia Vermelha Marine State Park (PEMAV), and other possible damages. Data collection occurred through snorkeling between February and May of 2019, where 24 transects were randomly arranged in an area of 240m². The correlations between prevalence and temperature, prevalence and salinity, and temperature and bleaching and mortality index (BMI), were made on Past3, with the Linear correlation r (Pearson) with $P < 0.05$. There were found 1100 colonies of *Siderastrea stellata*, 81 of *Favia gravida*, and three of *Porites astreoides*. The first two are more abundant due to adaptability and wide distribution in Brazil. Among the colonies, 887 were adults and 297 were recruits. At least 69% of the colonies showed no damage or disease, 20% had any damage, 10% were diseased, and 1% had damage and disease. The algal cover was the most common damage, due to the nutrients from the coast, which could induce coral competition and mortality, with 63% representativeness ($n = 239$), followed by sedimentation 59% and depigmentation 13%. From the total of colonies Red Band disease, which has a rapid progression of tissue loss, was the most common disease affecting 45% ($n = 119$) of the population. Followed by white syndrome 38%, white pest 14%, dark spots 3% and white band 1%. The highest temperatures (31 °C) occurred in February and March due to the summer, and the lowest temperatures (27 °C) in May, in the fall. February also recorded the lowest salinity (34), and the highest (45) were in March, April and May. All analyzes of correlations were non-significant ($P > 0.05$). The highest prevalence was 0.1818 in transect 24, with 0.0996 being the general prevalence. The highest BMI (5.33) was recorded in transect 23, with overall BMI of 19. Coral reefs are endangered, climate changes are becoming more frequent. Even with their adaptations, corals have no time to recover, resulting in disease outbreaks and bleaching. The present project provides data and information for future studies and can be applied to conservation of coral reefs.

Keywords: Coral reefs. Bleaching and mortality. Red band. Climate changes

1 INTRODUÇÃO

Os recifes de corais são um dos ecossistemas mais produtivos da Terra. Através de atividades como pesca e turismo, muitas pessoas dependem da produtividade dos recifes de corais para o seu rendimento. (CONNELL, 1978; MOBERG & FOLKE, 1999). Constituem a principal fonte de recursos econômicos para muitas pessoas que vivem em regiões tropicais, fornecendo alimento e valores como educação e pesquisa (RAYMUNDO et al., 2008).

Os corais da ordem Scleractinia, ditos corais escleractíneos, são os principais construtores de recifes, atuando com engenheiros do ecossistema. Estão amplamente distribuídos nas águas rasas dos oceanos tropicais do mundo, onde as temperaturas da água permanecem acima dos 20°C durante o ano (JONES; LAWTON; SHACHAK, 1994). A complexidade estrutural dos recifes de corais oferece uma variedade de microhabitats para as espécies marinhas, proporcionando esconderijo, alimento e abrigo, abrangendo uma alta diversidade biológica (RICKLEFS, 2010).

A relação simbiótica entre os corais escleractíneos e as microalgas unicelulares conhecidas como zooxantelas é essencial para a formação dos recifes. Os tecidos dos corais podem ter cerca de 30.000 zooxantelas por milímetro cúbico. Os aminoácidos que são produzidos pelos pólipos estimulam a zooxantela a produzir glicerol em vez de amido, sendo utilizado na respiração dos corais. Assim, os pólipos dos corais ganham energia para construir seu esqueleto de carbonato de cálcio (RAVEN et al., 2014). Formando os recifes de corais, que proporcionam, além de abrigo para muitas espécies, complexidade estrutural ao ecossistema (GUEST et al., 2012).

Devido a esta relação simbiótica, existem dois fatores determinantes para a formação dos recifes. Primeiro, a profundidade, considerando que as zooxantelas são microalgas fotossintetizantes a luminosidade diminui conforme a profundidade aumenta, impossibilitando o processo de fotossíntese. Outra condição é a temperatura, que restringe a ocorrência dos recifes a temperaturas elevadas, sendo frequentes em locais tropicais, como o Brasil (ZILBERBERG et al., 2016).

De acordo com Leão et al. (2016), os recifes de corais do Brasil correspondem a área mais abundante de recifes no Atlântico Sul. Além disso, os recifes de corais escleractíneos brasileiros possuem três características próprias: baixa riqueza de corais (23 corais e cinco hidrocorais), as principais espécies de recifes construtores são endêmicas, e os recifes são formados principalmente por espécies com formas de crescimento maciças.

Os recifes costeiros além de enfrentarem ameaças como poluição por esgotos domésticos, sedimentação e turbidez, estão sendo acometidos por eventos de branqueamento e doenças. Quando associados às atividades humanas e ao aquecimento global, as doenças e o branqueamento representam sério risco à saúde dos corais, podendo resultar em uma degradação crítica para os recifes do mundo (LEÃO et al., 2010). Por exemplo, doenças como praga branca e banda preta estão intimamente relacionadas a contaminação fecal, devido a poluição advinda dos esgotos (FRIAS-LOPEZ et al., 2002; PATTERSON et al., 2002).

As doenças que prejudicam os corais cresceram significativamente desde 1980. Este aumento está ligado ao aumento das temperaturas oceânicas, provocando um estresse termal nos recifes de corais, as ações humanas supracitadas também influenciam nesse cenário. Tal situação favorece a transmissão de patógenos entre os corais, podendo afetar também outros organismos próximos (HARVELL et al., 1999; HARVELL et al., 2002). Em consequência disso, as doenças representam uma ameaça a biodiversidade dos corais e espécies vizinhas. Isso pode provocar um desequilíbrio no ecossistema marinho, afetando a produtividade e as propriedades biológicas dos organismos, tornando-os mais suscetíveis a doenças (AINSWORTH et al., 2007; FRANCINI-FILHO et al., 2008).

As temperaturas oceânicas elevadas propiciam um ambiente ideal para o aumento na abundância dos patógenos, capacidade da sua virulência e intensificam a susceptibilidade do hospedeiro a doenças. Têm-se como exemplo, os corais que estão branqueados, sendo mais susceptíveis a doenças do que os corais saudáveis (MULLER et al., 2008).

A prevalência das doenças é calculada considerando a proporção de colônias doentes em relação ao total de colônias presentes em um dado espaço. A partir disso, é possível obter uma estimativa das colônias doentes de uma área, quais são as espécies mais susceptíveis, e quais são as doenças mais ocorrentes (RAYMUNDO et al., 2008).

Apesar da sua importância, os recifes de corais estão ameaçados de desaparecer, isso resultaria em repercussões negativas tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade. Impactos como a pesca excessiva, poluição, turismo descontrolado, aquecimento e acidificação, têm contribuído ativamente para a degradação dos recifes, podendo estarem associados aos crescentes surtos de doenças que acometem os corais (ZILBERBERG et al., 2016; RAYMUNDO et al., 2008).

De acordo com Moura (2002), para o Brasil, tendo em vista o seu alto grau de endemismo e diversidade coralínea baixa, uma perda relativa na cobertura de coral resultaria em danos irreversíveis ao meio ambiente, afetando não só os recifes de corais, mas todo o ecossistema marinho.

Conforme dito por Francini-Filho et al. (2008), as ações de monitoramento dos recifes são fundamentais para ampliarmos os conhecimentos sobre as doenças e outros danos que afetam os recifes de corais brasileiros. Considerando isso, é possível elaborar estratégias de conservação para os ecossistemas marinhos, que incluam, principalmente, a conscientização da sociedade. Isso pode aumentar as chances de os recifes coralíneos sobreviverem às anomalias térmicas, e conseqüentemente favorecer o desenvolvimento dos demais organismos marinhos.

A partir disso, o presente estudo teve como objetivo principal avaliar a prevalência de doenças em corais escleractíneos no Parque Estadual Marinho (PEM) de Areia Vermelha. Além de identificar as espécies de corais escleractíneos acometidos por doenças, buscou-se identificar e caracterizar outros possíveis danos observados nos corais, como branqueamento, presença de sedimento, crescimento algal e despigmentação.

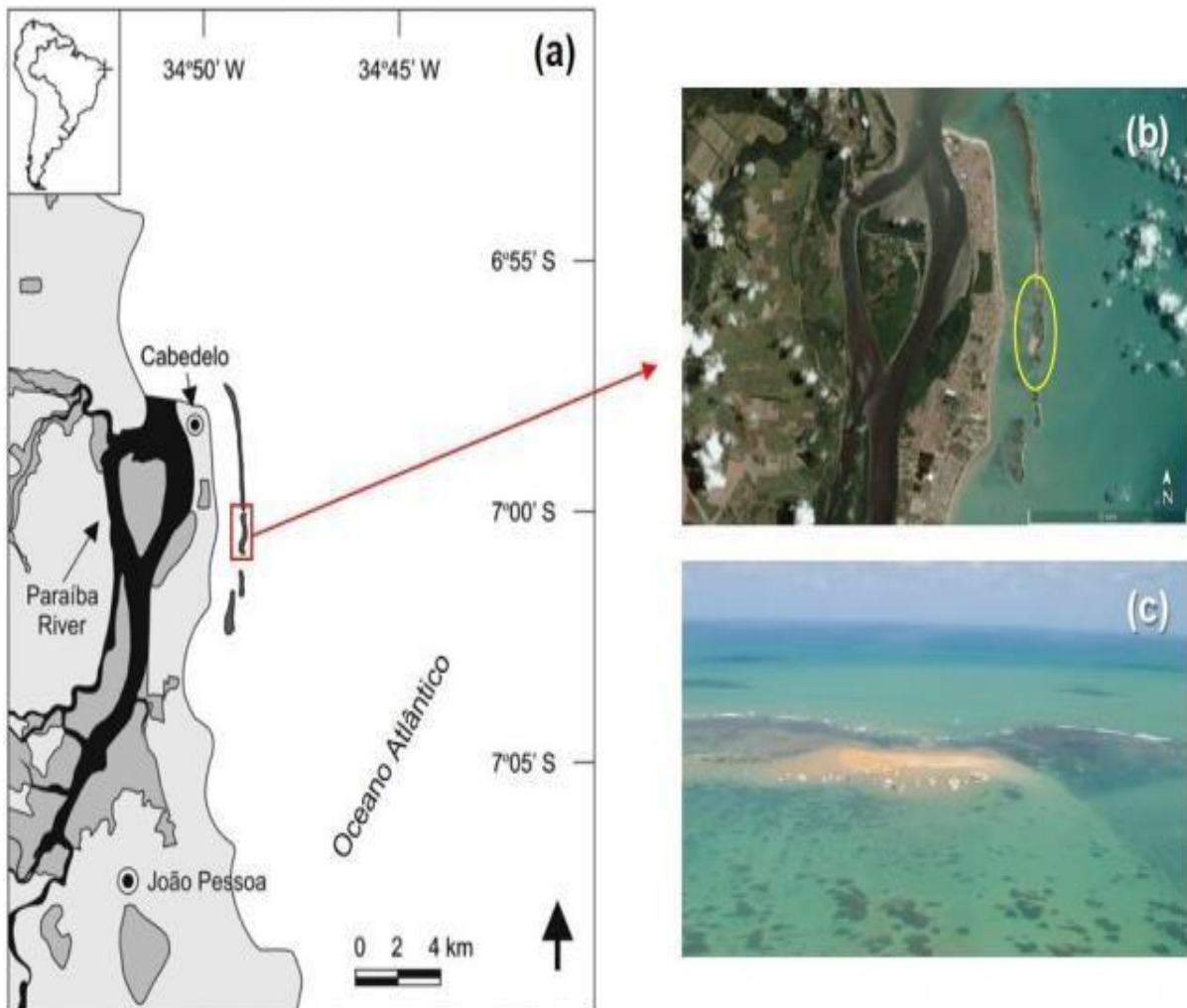
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O PEM de Areia Vermelha está localizado a cerca de 500m da costa, no município de Cabedelo (PB), em frente à praia de Camboinha. Durante a maré baixa um banco de areia emerge, sendo a razão do nome do local (Figura 1). A formação recifal é, em sua maioria de origem arenítica, com a presença de corais zooxantelados e algas calcárias. A riqueza de espécies coralíneas local é baixa, considerando o número total de espécies que ocorrem no Brasil. São encontradas apenas sete espécies de corais zooxantelados, um hidróide calcário (*Millepora alcicornis*), e um octocoral (*Muriceopsis sulphurea*). Sendo que, *M. alcicornis* e *M. sulphurea* não são formadores de recifes (DIAS et al., 2001; GONDIM et al., 2011).

O parque tem uma atividade turística considerável, em virtude da sua paisagem e riqueza ambiental. Turistas de diversas localidades visitam Areia Vermelha, contribuindo financeiramente para a renda das pessoas que vivem na região. Nos meses de verão, pode chegar a receber 2.000 turistas a cada final de semana (LOURENÇO, 2010; QUERINO, 2011). De acordo com Branner (1904), os recifes de Areia Vermelha sofreram com a extração de corais para a produção de cal.

Figura 1: (a) Área de estudo no município de Cabedelo, estado da Paraíba. (b) Vista parcial do Parque Estadual marinho de Areia Vermelha a partir de imagem de satélite, cortesia Google Earth © 2018. (c) Vista aérea parcial do Parque, com detalhe da ilha de areia vermelha, cortesia Maresia Turismo Receptivo.



2.2 Coleta de dados

A pesquisa foi realizada através de mergulho livre entre os meses de fevereiro e maio de 2019, sendo meses que proporcionam uma melhor visibilidade da água. A cada mês foram realizadas duas amostragens, com um total de oito coletas de dados em campo.

Em cada amostragem em campo, foram dispostos três transectos aleatórios de 10m x 1m cada, totalizando 240m². Dentro de cada transecto havia cinco quadrados dispostos também ao acaso, onde eram identificadas, contabilizadas e analisadas as colônias de corais. O método do ponto de contato foi utilizado para determinar a cobertura bentônica no qual, a cada 50cm do transecto era analisado o tipo de substrato, sendo 20 pontos de contato por transecto. Todos os dados foram anotados em pranchetas de PVC.

Foram considerados dados abióticos de temperatura e salinidade. Para a verificação da salinidade, a cada coleta era recolhida uma amostra de água, que posteriormente foi analisada através do refratômetro de salinidade. A temperatura foi aferida por meio de um termômetro durante as coletas.

Em relação à saúde das colônias, foi observado e anotados a presença dos seguintes danos: doenças, branqueamento, presença de sedimento sobre a colônia, crescimento algal e despigmentação.

2.3 Análise de dados

Para avaliar o comportamento das doenças sobre a comunidade de corais foi utilizada a metodologia de Raymundo et al. (2008), na qual, a prevalência das doenças é definida como o número de colônias afetadas por uma determinada doença em uma população. Sendo calculada comparando o número total de corais afetados por uma dada doença com o número total de colônias de corais observadas (infectadas + sadias). Ou seja:

$$\text{Prevalência} = \left(\frac{\text{Colônias doentes}}{\text{Total de colônias}} \right) \times 100$$

O Índice de Branqueamento e Mortalidade (*Bleaching and Mortality Index* - BMI) foi feito seguindo a metodologia de McClanahan et al. (2004), para avaliar o impacto do branqueamento sobre as colônias de corais presentes em cada transecto. As colônias de corais foram agrupadas de acordo com as quatro categorias de branqueamento. Sendo: não branqueados ou pálidos (C1), moderado com até 50% branqueado (C2), grave com 50% - 100% branqueado (C3), e mortos (C4). Através da fórmula:

$$\text{BMI} = \frac{(0 \times C1 + 1 \times C2 + 2 \times C3 + 3 \times C4)}{3}$$

Em que:

BMI = Índice de Branqueamento e Mortalidade

C1 = Branqueamento grau 1

C2 = Branqueamento grau 2

C3 = Branqueamento grau 3

C4 = Branqueamento grau 4

As análises de correlação entre prevalência e temperatura, prevalência e salinidade, temperatura e IBM foram feitas usando o Past3 versão 1.0.0.0, sendo a correlação Linear r (Pearson), com o nível de significância $P < 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Espécies encontradas e cobertura bentônica

Durante a pesquisa, as temperaturas mais altas foram registradas nos meses de fevereiro e março, sendo de 31°C. Enquanto a mais baixa foi registrada durante o mês de maio, sendo de 27°C. Em relação à salinidade, as mais altas foram registradas nos meses de março, abril e maio, sendo de 45ppm. A mais baixa foi de 34ppm, correspondente ao mês de fevereiro.

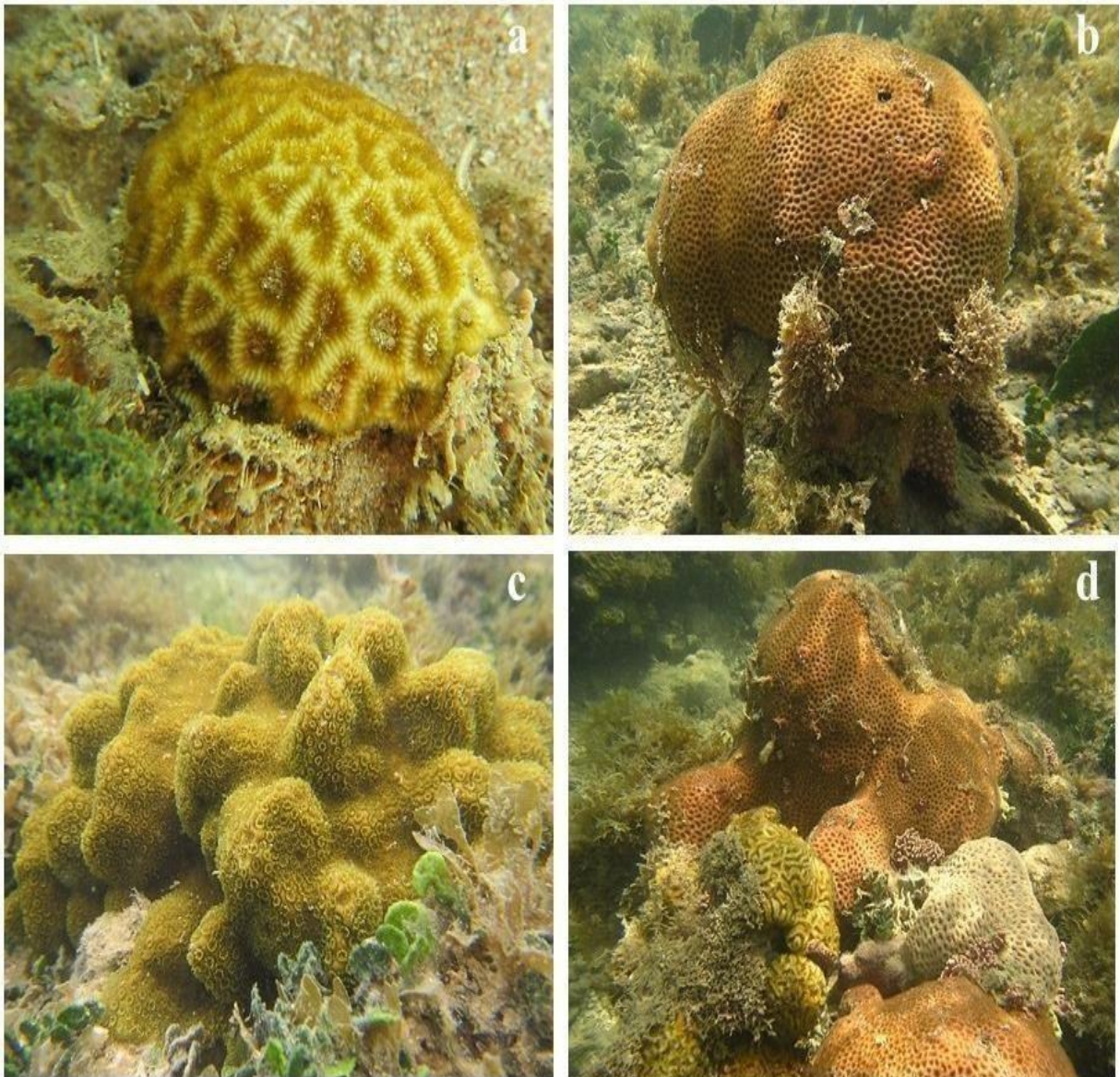
Em relação às espécies, foram encontradas 1100 colônias de *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 (Figura 2b e 2d), 81 colônias de *Favia gravida* Verrill, 1868 (Figura 2ª e 2d) e três colônias de *Porites astreoides* Lamarck, 1816 (Figura 2c), totalizando 1184 colônias, sendo 887 adultos e 297 recrutas. Durante os mergulhos, também foram vistas colônias de *Agaricia agaricites* (Linnaeus, 1758). Contudo, por não estarem dentro dos transectos não foram contabilizadas (Anexo A).

Quanto aos recrutas, as espécies encontradas foram *S. Stellata* com 97% (n=297), e *F. Gravida* com 3% (n=297). Destes, a maioria estava saudável, mas dois estavam doentes com a doença da banda vermelha e síndrome branca, respectivamente, e 35 apresentavam algum tipo de dano (Figura 4b). Além disso, dois recrutas de *S. Stellata* tinham branqueamento grau 3 e 4.

Sobre a cobertura bentônica, foram encontrados quatro tipos diferentes de substratos (Figura 3), sendo, cascalho com 55% (n=504), alga 33% (n=504), areia 10% (n=504), e coral 2% (n=504).

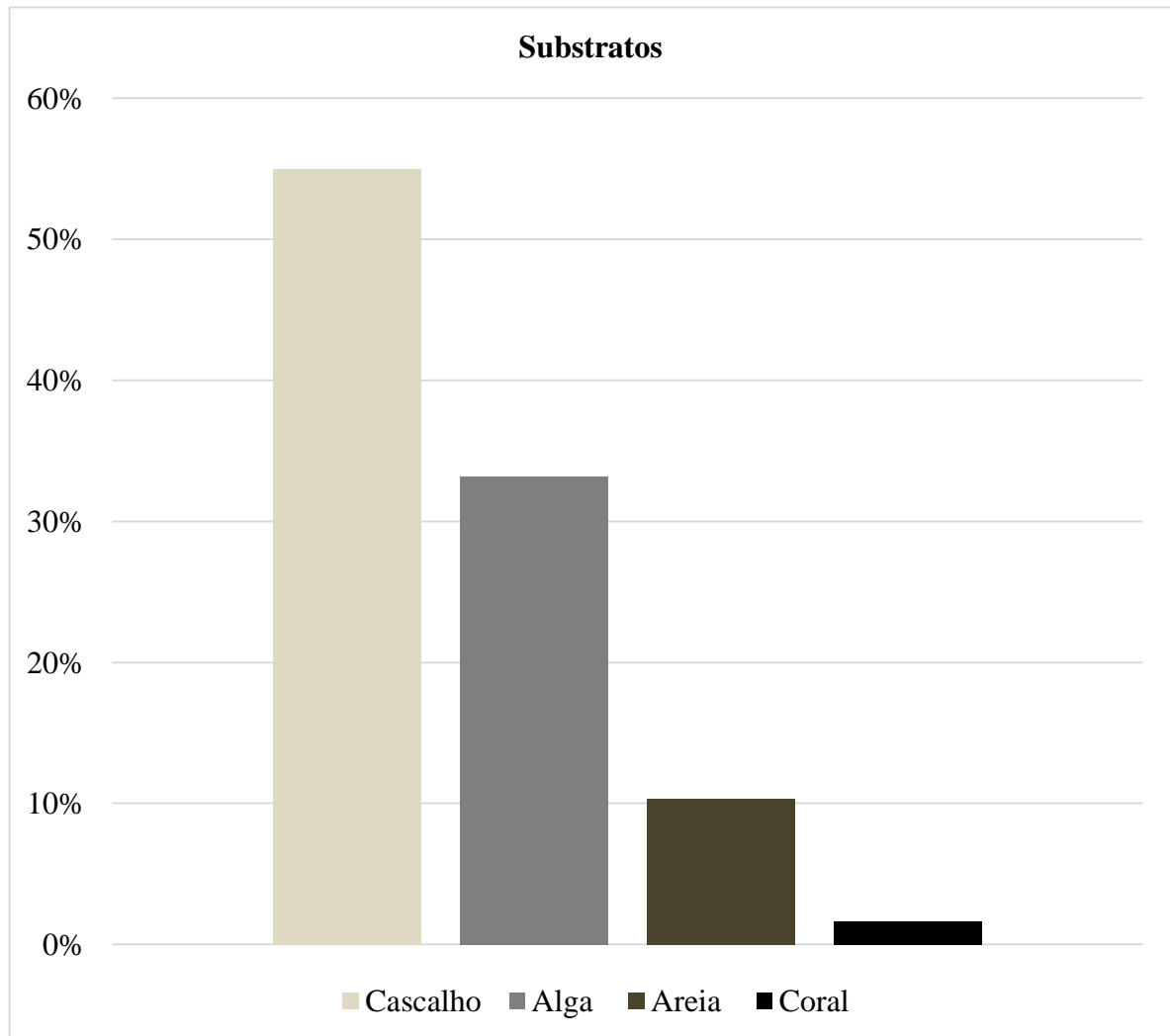
De acordo com Lourenço; Crispim; Eloy (2015), o fluxo de marés do PEMAV dificulta o desenvolvimento de algumas espécies de corais, resultando em uma baixa diversidade coralínea. Porém, a baixa riqueza de espécies de corais observada neste estudo pode estar mais relacionada a limitada área amostrada e, entre outros fatores, ao histórico de degradação desta área, que vem sendo explorada há décadas. De acordo com Labrel (1970), além de *S. Stellata* e *P. astreoides*, outros corais escleractíneos encontrados na área foram *Mussismilia hartii* e *M. Hispida*, além de gorgônias como *Muriceopsis sulphurea* e *Plexaurella* spp. (*P. grandiflora* e *P. dichotoma*). *S. Stellata* é a mais abundante, seguido de *F. Gravidata*, porque são espécies comumente encontradas em águas muito rasas, por apresentarem uma alta adaptabilidade e resistência. Além disso, ambas são endêmicas do litoral brasileiro (GONDIM et al., 2011). Porém, segundo Labrel (1970), outrora, a espécie mais abundante era *Porites astreoides*.

Figura 2 – Espécies de corais registradas: **a)** *Favia gravida*. **B)** *Siderastrea stellata*. **C)** *Porites astreoides*. **D)** Colônias de *Siderastrea stellata* e *Favia gravida*.



Fotos: Camile Avelino.

Figura 3 – Representação gráfica dos tipos de substrato da cobertura bentônica.



Fonte: Elaborada pelo autor.

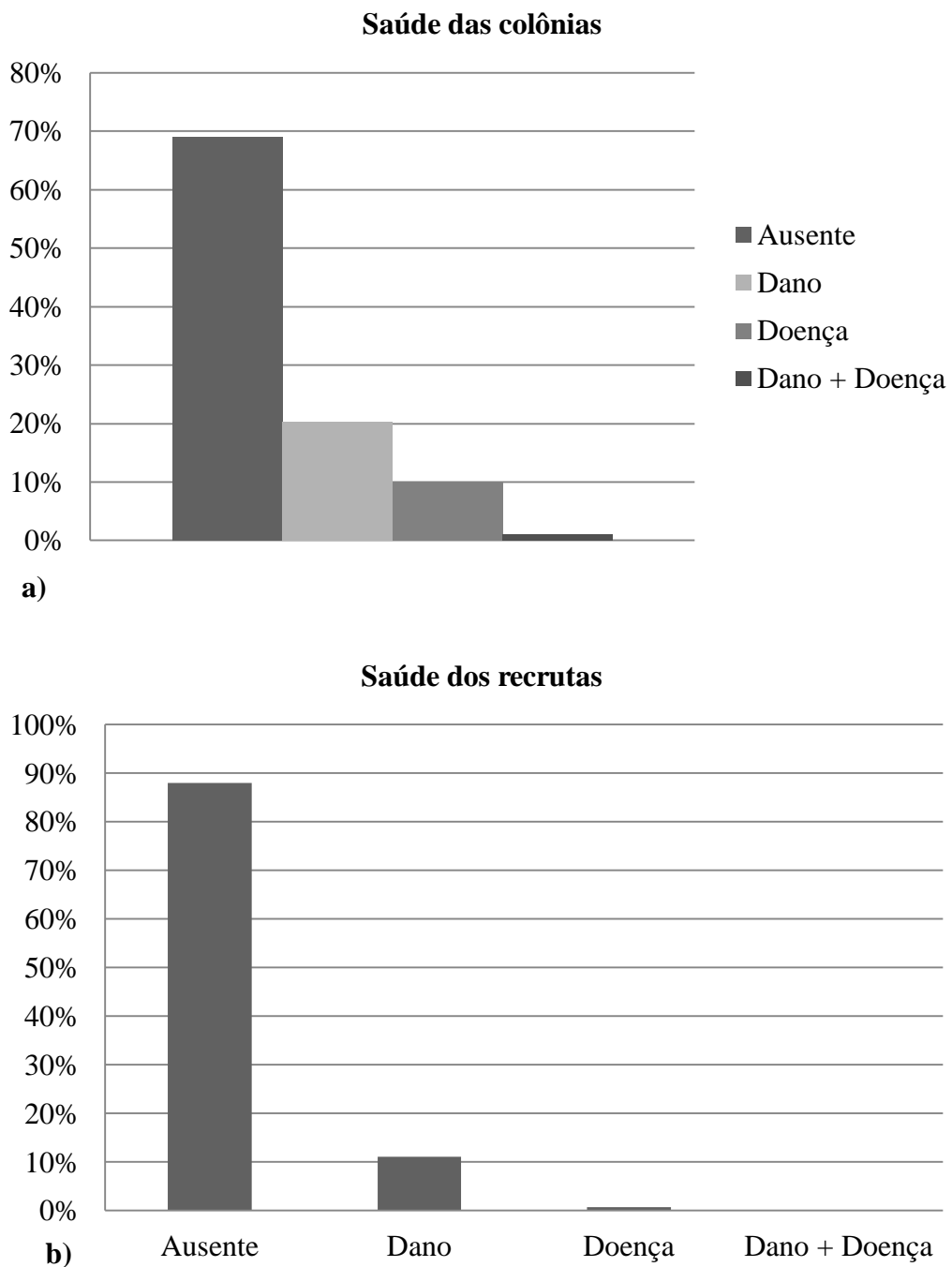
3.2 Tipos de danos encontrados

Dessas colônias, 69% (n=1184) não apresentaram dano ou doença, 20% (n=1184) apresentaram algum tipo de dano, 10% (n=1184) estavam doentes e 1% (n=1184) possuíam dano e doença (Figura 4a). O dano mais frequente foi o crescimento algal com 63% (n=239), que ocorre quando as algas colonizam o coral, seguido da sedimentação e despigmentação.

De acordo com Zaneveld et al. (2016), o crescimento algal é favorecido pela poluição por nutrientes, resultando na competição coral-alga podendo levar a morte do coral, além de aumentar o oportunismo bacteriano.

Sabe-se que, os recifes costeiros do Brasil sofrem com o aporte de nutrientes e sedimentação advindo da costa, devido ao desflorestamento costeiro para agricultura (LEÃO et al., 2016). E no Nordeste, há uma influência considerável da monocultura da cana de açúcar (MAIDA & FERREIRA, 1997). Devido a isto, é concebível que o dano mais encontrado tenha sido o crescimento algal, seguido da sedimentação. Além disso, a proliferação das algas pode ser um indicio do declínio da população de herbívoros, como peixes (MUMBY; HASTINGS; EDWARDS, 2007).

Figura 4 - a) Representação gráfica da saúde das colônias, considerando as variáveis dano e doença. **b)** Saúde apenas dos recrutas considerando as variáveis supracitadas.



Fonte: Elaborada pelo autor.

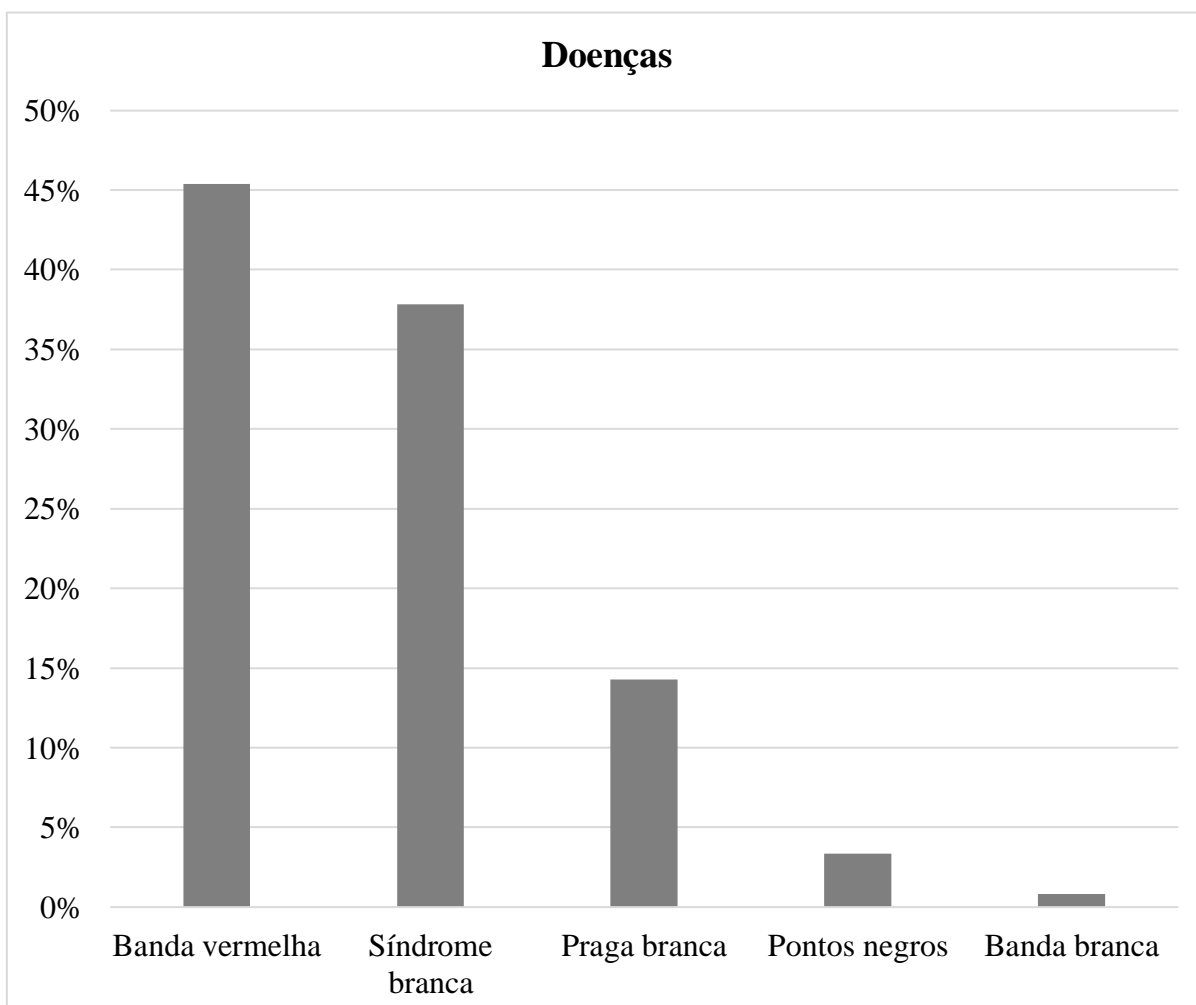
3.3 Doenças encontradas

Em relação às doenças, cinco possíveis doenças foram registradas: banda vermelha, síndrome branca, praga branca, pontos negros e banda branca. A doença mais frequentemente observada foi a banda vermelha com 45% (n=119), enquanto a banda branca foi a menos registrada (Figura 5). Todas as doenças foram encontradas nas colônias de *S. stellata*, em *F. grvida* foram encontradas praga branca e síndrome branca. Todas as colônias de *P. astreoides* estavam saudáveis.

A doença da banda vermelha (Figura 6c) tem uma perda de tecido de rápida a moderada, considerando isto, é preocupante que tenha sido a doença mais encontrada. É diferenciada das demais doenças por apresentar uma banda difusa ou circular de cor vermelha ou marrom-avermelhada, é comum em octocorais e escleractíneos como *Siderastrea*. A síndrome branca (Figura 6d) não apresenta uma banda aparente, sendo caracterizada por áreas com perda de tecido difusa, devido a isto, se assemelha ao branqueamento, contudo é diferenciado pela perda de tecido, afetando cerca de 15 gêneros de corais. Em contrapartida, em pontos negros (Figura 6f) há lesões que podem ser de focais a multifocais com margens anulares a irregulares, possuindo coloração de roxo a marrom, que ocasionam pontos escuros característicos, sendo muito comum em colônias de *Siderastrea* (RAYMUNDO et al., 2008).

A praga branca (Figura 6a e 6e) é provavelmente a doença mais severa com perda de tecido rápida. Nela, é possível observar uma banda discreta entre o tecido saudável e o esqueleto, que começa na base ou na margem da colônia. A banda branca (Figura 6b) também apresenta uma banda que separa o tecido saudável do esqueleto exposto colonizado por epibiontes, são poucos os registros de banda branca, diferente da praga branca que afeta mais de 40 espécies de corais. O primeiro registro de banda branca para o Atlântico Sul foi de Avelino (2017), também em *S. stellata*, antes havia sido documentada apenas em colônias de *Acropora* (RAYMUNDO et al., 2008; WOODLEY et al., 2015).

Figura 5 - Representação gráfica das doenças encontradas.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 6 – Colônias doentes observadas: **a)** Praga branca em *F. gravida*. **b)** Banda branca em *S. stellata*. **c)** Banda vermelha em *S. stellata*. **d)** Síndrome branca em *S. stellata*. **e)** Praga branca em *S. stellata*. **f)** Pontos negros em *S. stellata*.



Fotos: Camile Avelino.

3.4 Prevalência das doenças

As maiores prevalências de doenças foram registradas durante o mês de maio. De acordo com Bruno et al. (2007), as altas temperaturas aumentam a suscetibilidade de corais a doenças, resultando em surtos. Contudo, o mês de maio não registrou as temperaturas mais altas.

Os menores registros da prevalência (Tabela 1) foram de 0, nos transectos 4,5 e 10, nos meses de fevereiro e março. Sendo os meses que correspondem às altas temperaturas. Entretanto, a análise de correlação do Past3 mostra que não houve relação significativa entre a prevalência das doenças e a temperatura dos transectos, com $P > 0,05$ (Quadro 1a).

Os menores registros de salinidade foram do mês de fevereiro. Segundo Kerswell & Jones (2003), a exposição a baixa salinidade pode acarretar no branqueamento das colônias de corais. E considerando que o branqueamento está relacionado com a prevalência de doenças, de acordo com Cróquer & Weil (2009), é concebível que a baixa salinidade influencia na prevalência das doenças.

Contudo, os transectos do mês de fevereiro não correspondem aos transectos de maior prevalência. Todavia, as análises de correlação mostraram que também não há relação significativa entre a prevalência das doenças e a salinidade (Quadro 1b).

Tabela 1 - Prevalência das doenças por transecto e prevalência geral.

Transecto	Mês	Prevalência
T1	Fevereiro	0,172
T2	Fevereiro	0,071
T3	Fevereiro	0,037
T4	Fevereiro	0
T5	Fevereiro	0
T6	Fevereiro	0,062
T7	Março	0,096
T8	Março	0,153
T9	Março	0,166
T10	Março	0
T11	Março	0,123
T12	Março	0,148
T13	Abril	0,032
T14	Abril	0,134
T15	Abril	0,117
T16	Abril	0,155
T17	Abril	0,076
T18	Abril	0,033
T19	Maio	0,125
T20	Maio	0,05
T21	Maio	0,018
T22	Maio	0,145
T23	Maio	0,111
T24	Maio	0,181
Prevalência geral		0,099

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 1 - Correlação entre prevalência e temperatura, prevalência e salinidade, respectivamente.

Coluna 1	A	B	Coluna 1	A	B
A		0,273	A		0,887
B	-0,232		B	0,030	

Fonte: Elaborada pelo autor.

3.5 Índice de Branqueamento e Mortalidade (Bleaching and Mortality Index BMI)

O maior BMI registrado foi de 5,33 no mês de maio, com BMI geral de 19, sendo que varia de 0 a 100 (Tabela 2). A análise de correlação Linear r (Pearson) entre o BMI e temperatura mostrou que não há relação significativa entre ambos (Quadro 2).

O baixo BMI é resultado de muitas colônias estarem saudáveis, ou parcialmente branqueadas (C1), com branqueamento visível em apenas algumas partes da colônia. E também, porque foram encontradas poucas colônias mortas (C4), no qual é possível o esqueleto do coral sem o tecido devido à morte recente.

De acordo com McClanahan et al., (2004), existem três fatores que influenciam no branqueamento dos corais, sendo o local, táxon, abundância e tipos de *Symbiodinium*. Os táxons mais susceptíveis costumam ser os mais abundantes (GOREAU et al., 2000; MCCLANAHAN, MUTHIGA, MANGI, 2001), no caso *S. stellata* e *F. gravida*. Visto que, ambos contribuem intensamente para a formação dos recifes brasileiros, torna-se preocupante seu estado de saúde, ameaçando a armação e composição dos recifes.

Apesar do aumento na temperatura da superfície do mar elevar as taxas de branqueamento, os corais desenvolveram vários mecanismos adaptativos que melhoram sua resiliência diante das mudanças climáticas. O problema, é que as alterações climáticas têm se tornado cada vez mais frequentes, devido a isto, os corais não possuem tempo suficiente para se recuperar do dano sofrido (MYDLARZ; MCGINTY; HARVELL, 2010). Além disso, o branqueamento compromete a imunidade das espécies coralíneas, que se tornam mais suscetíveis a doenças, podendo resultar na mortalidade das colônias (HARVELL et al., 2007).

Quadro 2 - Correlação entre BMI e temperatura.

Coluna 1	A	B
A		0,648
B	-0,097	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2 - BMI por transecto e BMI geral.

Transecto	Mês	BMI
T1	Fevereiro	0
T2	Fevereiro	0,33
T3	Fevereiro	0
T4	Fevereiro	0
T5	Fevereiro	0
T6	Fevereiro	0

T7	Março	0
T8	Março	0
T9	Março	0
T10	Março	0
T11	Março	3,33
T12	Março	0,67
T13	Abril	0
T14	Abril	2
T15	Abril	0,33
T16	Abril	0
T17	Abril	1,66
T18	Abril	0
T19	Maio	0
T20	Maio	0
T21	Maio	1
T22	Maio	4,33
T23	Maio	5,33
T24	Maio	0
BMI geral		19

Fonte: Elaborada pelo autor.

4 CONCLUSÃO

Considerando que os táxons abundantes são os mais afetados, no caso *S. stellata* e *F. gravida*, isso prejudica a formação dos recifes, pois, ambas participam ativamente da formação dos recifes brasileiros. O crescimento algal esteve bastante presente dentro dos transectos, o que é algo comum nos recifes do Nordeste. Entretanto, o crescimento descontrolado pode levar a competição coral-alga, resultando na morte das colônias por sufocamento. Visto que, a progressão da perda de tecido pela banda vermelha pode ser rápida, é crítico que tenha sido a mais encontrada dentre as doenças, pois pode acarretar uma diminuição na cobertura coralínea. O baixo BMI encontrado sugere um baixo grau de branqueamento e mortalidade na comunidade coralínea.

As mudanças climáticas frequentes afetam a imunidade do coral hospedeiro deixando-os mais susceptíveis às doenças e ao branqueamento. Mesmo com seus mecanismos adaptativos, as alterações climáticas têm se tornado tão frequentes que as espécies de corais não dispõem de tempo suficiente para se recuperar. Os dados obtidos através dos cálculos de

prevalência das doenças possibilitam compreender o comportamento de tais doenças dentro da população, e como isso influencia na mortalidade das colônias. Tal dado pode orientar estratégias para evitar o declínio dos recifes de corais, que provocaria danos irreparáveis ao meio ambiente, considerando que, muitas espécies dependem dos recifes para o seu desenvolvimento.

O presente estudo proporciona uma base de dados e informações para estudos e observações futuras que podem contribuir para a conservação, entendimento e preservação dos recifes de corais do Nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS

- AINSWORTH, T. D. et al. Coral disease diagnostics: what's between a plague and a band?. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 73, n. 3, p. 981-992, 2007.
- AVELINO, Camile Dias. Estrutura da comunidade de corais recifais e efeitos de anomalias térmicas na água superficial do oceano em recifes rasos da Paraíba. 2017.
- BRANNER, John Casper. The Stone Reefs of Brazil, Their Geological and Geographical Relations, with a Chapter on the Coral Reefs... With Ninety-nine Plates. 1904.
- BRUNO, John F. et al. Thermal stress and coral cover as drivers of coral disease outbreaks. **PLoS Biology**, v. 5, n. 6, p. e124, 2007.
- CONNELL, Joseph H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science**, v. 199, n. 4335, p. 1302-1310, 1978.
- CRÓQUER, Aldo; WEIL, Ernesto. Changes in Caribbean coral disease prevalence after the 2005 bleaching event. **Diseases of aquatic organisms**, v. 87, n. 1-2, p. 33-43, 2009.
- DIAS, Thelma LP; ROSA, Ierecê L.; FEITOZA, Bertran 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. 1, p. 1-10, 2001.
- FRANCINI-FILHO, Ronaldo 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.
- FRIAS-LOPEZ, Jorge et al. Partitioning of bacterial communities between seawater and healthy, black band diseased, and dead coral surfaces. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, n. 5, p. 2214-2228, 2002.
- GONDIM, Anne Isabelley et al. Macrofauna benthica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo, Paraíba, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 2, p. 1-12, 2011.
- GOREAU, Tom et al. Conservation of coral reefs after the 1998 global bleaching event.

Conservation Biology, v. 14, n. 1, p. 5-15, 2000.

GUEST, James R. et al. Contrasting patterns of coral bleaching susceptibility in 2010 suggest an adaptive response to thermal stress. **PLoS One**, v. 7, n. 3, p. e33353, 2012.

HARVELL, C. Drew et al. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. **Science**, v. 296, n. 5576, p. 2158-2162, 2002.

HARVELL, Drew et al. Coral disease, environmental drivers, and the balance between coral and microbial associates. **Oceanography**, v. 20, p. 172-195, 2007.

HARVELL, C. Drew et al. Emerging marine diseases--climate links and anthropogenic factors. **Science**, v. 285, n. 5433, p. 1505-1510, 1999.

JONES, Clive G.; LAWTON, John H.; SHACHAK, Moshe. Organisms as ecosystem engineers. In: **Ecosystem management**. Springer, New York, NY, 1994. p. 130-147.

KERSWELL, Ailsa P.; JONES, Ross J. Effects of hypo-osmosis on the coral *Stylophora pistillata*: nature and cause of low-salinity bleaching¹. **Marine Ecology Progress Series**, v. 253, p. 145-154, 2003.

LABOREL, Jacques. 1970. Les peuplements de madréporaires des côtes tropicales du Brésil. *Annales de l'Université d'Abidjan, Série E*, 2(3): 1-260.

LEÃO, Z. M. A. N. et al. Status of Eastern Brazilian coral reefs in time of climate changes. **PanAmerican Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 2, p. 224-235, 2010.

LEÃO, Zelinda MAN et al. Brazilian coral reefs in a period of global change: A synthesis. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. SPE2, p. 97-116, 2016.

LOURENÇO, Liliâne de Jesus Silva et al. Proposta de zoneamento e capacidade de carga para o parque estadual marinho de Areia Vermelha. 2010.

LOURENÇO, L. J. S.; CRISPIM, M. C.; ELOY, C. C. Caracterização do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo, PB, baseado na diversidade e abundância dos cnidários da Classe Anthozoa, como subsídio para o zoneamento ecológico econômico. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 1, p. 134-140, 2015.

MAIDA, Mauro; FERREIRA, Beatrice Padovani. Coral reefs of Brazil: an overview. In: **Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium**. Smithsonian Tropical Research Institute Panamá, 1997. p. 74.

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.

MCCLANAHAN, T.; MUTHIGA, N.; MANGI, S. Coral and algal changes after the 1998 coral bleaching: interaction with reef management and herbivores on Kenyan reefs. **Coral Reefs**, v. 19, n. 4, p. 380-391, 2001.

MOBERG, Fredrik; FOLKE, Carl. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological Economics**, v. 29, n. 2, p. 215-233, 1999.

MOURA, R. L. Brazilian reefs as priority areas for biodiversity conservation in the Atlantic Ocean. In: Proceeding of the 9th **International Coral Reef Symposium, Bali, Indonesia**. 2002. p. 917-920.

MULLER, E. M. et al. Bleaching increases likelihood of disease on *Acropora palmata* (Lamarck) in Hawksnest Bay, St John, US Virgin Islands. **Coral Reefs**, v. 27, n. 1, p. 191-195, 2008.

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, Laura D.; MCGINTY, Elizabeth S.; HARVELL, C. Drew. What are the physiological and immunological responses of coral to climate warming and disease?. **Journal of Experimental Biology**, v. 213, n. 6, p. 934-945, 2010.

PATTERSON, Kathryn L. et al. The etiology of white pox, a lethal disease of the Caribbean elkhorn coral, *Acropora palmata*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 13, p. 8725-8730, 2002.

QUERINO, Luciana Alcantara Carvalho et al. Composição e estrutura da comunidade de peixes recifais do parque estadual marinho areia vermelha, Cabedelo, PB. 2011.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, SUSAN E. **Biologia Vegetal**. 8ª Edição. Ed. 2014.

RAYMUNDO, Laurie J. et al. Coral Disease Handbook Guidelines for Assessment, Monitoring & Management. 2008.

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. 2010. 6 ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

WOODLEY, Cheryl M. et al. (Ed.). **Diseases of coral**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2015.

ZANEVELD, Jesse R. et al. Overfishing and nutrient pollution interact with temperature to disrupt coral reefs down to microbial scales. **Nature Communications**, v. 7, p. 11833, 2016.

ZILBERBERG, Carla; ABRANTES, Douglas Pinto; MARQUES, Joseane Aparecida (Ed.).

Conhecendo os recifes brasileiros: rede de pesquisas Coral vivo. Museu Nacional,
Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

ANEXO A – Colônia de *Agaricia agaricites* (Linnaeus, 1758) registrada durante os mergulhos.



AGRADECIMENTOS

A minha família, que foi toda a minha base durante a realização desse sonho. Mesmo estando muito longe, sempre me apoiou e ajudou de todas as formas possíveis, e nos momentos mais difíceis.

As minhas meninas, Kiara e Coral, que sempre me deram a pata nos momentos mais complicados, e também nos momentos de alegria. Eu não me canso de dizer que eu quem fui adotada por vocês.

A minha orientadora Thelma Lúcia Pereira Dias e coorientadora Camile Dias Avelino, por todo o tempo, paciência, confiança e conhecimento disponibilizados para a realização do projeto. Vocês são minha inspiração, e representam o profissional que desejo ser um dia. Obrigada pelos conselhos e pela amizade sincera.

A Luís Carlos (Pop) pela ajuda nas coletas, pelos ensinamentos, conversas e conselhos valiosos.

A todos os meus amigos, aos mais antigos, e aqueles que eu conheci durante o curso. Obrigada por todos os momentos maravilhosos, por sempre estarem do meu lado nos momentos de ansiedade e desespero. Eu amo muito todos vocês.

Ao Laboratório de Biologia Marinha (LBMar). Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), pelo auxílio financeiro. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC).

As energias do universo conspiraram a favor, para que a garotinha que um dia aspirava se tornar uma bióloga conseguisse realizar seu sonho.

A mim, pela coragem e perseverança durante toda essa jornada. E pela personalidade obstinada, sempre correndo atrás dos meus objetivos.

E a banca, por ter aceitado de fazer parte desse momento, além de contribuir agregando conhecimento ao trabalho.