



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR**  
**GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**ANNE LARISSA ALVES REBOUÇAS GURGEL**

**RECIFES DE ARENITO ENTREMARÉS NA ZONA TROPICAL: UM  
ECOSSISTEMA COM ALTA HETEROGENEIDADE ESPACIAL E TEMPORAL?**

**FORTALEZA-CE**

**2019**

ANNE LARISSA ALVES REBOUÇAS GURGEL

**RECIFES DE ARENITO ENTREMARÉS NA ZONA TROPICAL: UM  
ECOSSISTEMA COM ALTA HETEROGENEIDADE ESPACIAL E TEMPORAL?**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, a ser utilizado como Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares.

FORTALEZA-CE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

G987r Gurgel, Anne Larisse Alves Rebouças.  
RÉCIFES DE ARENITO ENTREMARÉS NA ZONA TROPICAL: UM ECOSISTEMA COM ALTA  
HETEROGENEIDADE ESPACIAL E TEMPORAL? / Anne Larisse Alves Rebouças Gurgel. – 2019.  
94 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do  
Mar, Curso de Oceanografia, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares.

1. Zoantídeos. 2. Algas. 3. Granulometria. 4. Atlântico Equatorial. 5. Abundância. I. Título.

CDD 551.46

---

ANNE LARISSA ALVES REBOUÇAS GURGEL

**RECIFES DE ARENITO ENTREMARÉS NA ZONA TROPICAL: UM  
ECOSSISTEMA COM ALTA HETEROGENEIDADE ESPACIAL E TEMPORAL?**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, a ser utilizado como Trabalho de Conclusão de Curso.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dra. Caroline Vieira Feitosa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dra. Mônica Pimenta de Novaes Castelo Branco  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Msc. Caroline Costa Lucas  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Ao mar.

A minha mãe, Anne Luise.

A Ariel.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNQp, pelo financiamento de minha Iniciação Científica de 2017 a 2019.

Ao Instituto de Ciências do Mar, por ter sido a minha casa ao longo destes cinco anos. E agora mais dois (se Deus quiser).

Ao Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares, por todos os ensinamentos e incentivos, por confiar no meu potencial e pela relação de amizade, compartilhando histórias, risadas e me aturando durante minhas crises de ansiedade. Sim, no final sempre deu tudo certo, obrigada por me fazer enxergar isso. Melhor orientador e amigo possível.

Ao Laboratório de Plâncton e Análise Ambiental, por me acolherem, pelas conversas e companheirismo. Agradecimento especial à Lívia Fontelles, Nathaniel Gomes, Gabriel Abreu, Mariana Teotônio, Dra. Carol Coelho, Dra. Tallita Tavares, Dra. Hortência Barroso e Dra. Tatiane Garcia.

Ao Laboratório de Oceanografia Geológica, pelo carinho, paciência e compreensão e também pelas inúmeras risadas. Muito obrigada ao Regimário pelas dicas quanto a área de estudo, a Anna por me ensinar a usar o SAG, a Karina, por ser a Karina e ao Bruno pelo mapa incrível. Agradecimento especial à Dra. Mônica Pimenta de Novaes Castelo Branco e à Dra. Maria Cidrônea Conceição da Silva (Cida), por todo o apoio e suporte, que foram essenciais pra mim. Não teria conseguido se não fosse por vocês.

Aos meus professores que moldaram a profissional que me tornei, especialmente Prof. Dra. Caroline Feitosa, Prof. Dra. Cristina Rocha, Prof. Dr. Geraldo Ferreira e Prof. Dr. Carlos Teixeira.

Aos técnicos Dr. Gleidson da Costa e Msc. Jailton Nogueira, por me auxiliarem em campo e com as análises.

Ao Prof. Dr. Marcus Vinícius por ter colaborado com nossa ideia e por acreditar que o drone iria sobreviver ao voo.

Ao meu amigo Gabriel Magalhães, pelas fotos do drone. Ficaram incríveis. Tu é incrível.

A todos os meus amigos que me ajudaram nos campos: Antônio Derley, Lorena Sampaio, Victor Nascimento, Tayanne Pires, Marina Sousa, Isaías da Câmara, Bruna Oliveira, Marina Mendonça, Lívia Fontelles, Yasmin Barros, Caio Erik, Mariana Rodrigues, Mayra Klyvia, Marília Cardoso, Dávila Araújo e Alana Magda. Devo esse trabalho a vocês. Um agradecimento especial ao Caio Erik por ter me ajudado com as fórmulas do Excel, melhorou minha vida 100%.

A Marinha do Brasil, aos oficiais, pesquisadores e tripulantes da comissão XIX PIRATA a bordo do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira, por todo o apoio, ensino e energias positivas durante nosso tempo juntos. Foi maravilhoso navegar com vocês.

A Mônica Fontenele, por ter me mantido sã durante este ano tão complicado para mim. Obrigada por ter me guiado.

A minha mãe, minha maior torcedora e apoiadora desde que falei o que queria fazer na faculdade e ela disse: “oceano o que?”. Obrigada por compreender, mesmo com os campos, congressos e todas as viagens, que era isso que me faria feliz. Que me **faz** feliz.

Ao Isaac Felipe, por todo o apoio e compreensão ao longo destes anos. Sim, a vida é imprevisível e não estamos mais onde começamos, mas ainda assim, foi um privilégio chegar até aqui ao seu lado. Obrigada por entender que eu preciso navegar, desbravar o desconhecido e que agora, neste momento, eu me sinto pronta pra isso. Você sempre será a minha âncora.

A Deus, por ter me guiado nessa jornada.

“Não somos quem gostaríamos de ser.  
Não somos o que ainda iremos ser.  
Mas, graças a Deus, não somos mais quem nós  
éramos.”

**Martin Luther King.**



## RESUMO

Nos ecossistemas recifais da região entremarés atuam vários componentes bióticos e abióticos, onde as comunidades bentônicas se organizam e se estruturam criando uma heterogeneidade, a qual pode variar no espaço e no tempo. Estes ambientes funcionam como habitats com diversidade intermediária entre os recifes de corais (mais alta) e o costões rochosos (mais baixa), porém há uma escassez de estudos que avaliem esta variabilidade. Com isso, o objetivo deste estudo é avaliar a heterogeneidade espacial e temporal em um recife de arenito da zona entremarés por meio do uso de indicadores ecológicos (cobertura da comunidade bentônica) e sedimentológicos (granulometria, carbonato de cálcio e matéria orgânica) que atuam nestes sistemas. Os resultados indicam que o grupos de macroalgas e algas filamentosas foram dominantes durante a maior parte do período de estudo, com exceção do mês de agosto/2019, com baixa cobertura da primeira (1,29%) e elevada da segunda (37,29%). O recife comumente apresentou-se assoreado com altas taxas de cobertura, variando entre ~24% e 41%. Os corais e zoantídeos apresentaram baixas taxas de cobertura representando menos de 15% de cobertura dos recifes em todos os meses. Dentre as espécies, *Palythoa variabilis* mostrou-se o mais abundante, variando de 7,5% a 10,83%. O sedimento sobre o recife de arenito é composto principalmente por areia fina. Houve variabilidade na composição granulométrica entre os meses, fator relacionado ao início e final da estação chuvosa. As condições de hidrodinâmica atuantes na área de estudo, combinadas ao elevado aporte continental durante o período chuvoso, tiveram impacto direto na distribuição dos organismos da comunidade bentônica. O teor de matéria orgânica, favoreceu a grande ocorrência de algas filamentosas no mês de agosto/2019. O zoantídeo *Palythoa variabilis* mostrou ter uma grande resistência à dessecação, ocorrendo em zonas com maior tempo de exposição ao ar e na presença de material inconsolidado. *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* apresentaram baixa ocorrência devido sua zonação vertical, considerando a tridimensionalidade do recife, fator este não abordado na metodologia. Conclui-se que houve uma significativa heterogeneidade tanto espacial (numa escala de poucos metros) e temporal (ao longo de poucos meses). Esta heterogeneidade era determinada por fatores físicos (presença de bancos de areia, rochas com irregularidades, intromissão tidal), assim como por relações interespecíficas (algas e corais). Pesquisas nesse tipo de ambiente costeiro podem ser utilizados para avaliar impactos em ecossistemas recifais no mundo todo, realizando predições de condições futuras a respeito da distribuição da comunidade bentônica.

**Palavras-chave:** Zoantídeos; Algas; Granulometria; Atlântico Equatorial; Abundância.

## ABSTRACT

In the reef ecosystems of the intermarine region there are various biotic and abiotic components, where benthic communities are organized and structured creating a heterogeneity, one which may vary in space and time. These environments function as habitats with intermediate diversity between coral reefs (higher) and rocky costs (lower), but there is a dearth of studies that evaluate this variability. Thus, the objective of this study is to evaluate spatial and temporal heterogeneity in an intertidal zone environment through the use of ecological (benthic community coverage) and sedimentological (particle size, chemical carbonate and organic material) indicators that act as systems. The results show that the groups of macroalgae and filamentous algae were dominant during most of the study period, except for August/2019, with low coverage of the former (1,29%) and high coverage of the latter (37,29%). Common feature displayed has high coverage rates ranging from ~ 24% to 41%. Coral and zoanths charge coverage rates of less than 15% of reef coverage every month. Among the species, *Palythoa variabilis* was more abundant, ranging from 7,5% to 10,83%. The sediment on sandstone recovery is mainly composed of fine sand. There was variability in particle size composition between months, a factor related to the beginning and end of the rainy season. The hydrodynamic conditions in the study area, combined with the continental maximum during the rainy season, had a direct impact on the distribution of benthic community organisms. The organic matter content favored a high occurrence of filamentous algae in August/2019. *Palythoa variabilis* presented a great resistance to desiccation, occurring in areas with longer exposure time and presence of unconsolidated material. *Palythoa caribaeorum* and *Zoanthus sociatus* presented low occurrence due to their vertical, considering a three-dimensional recovery, a factor not addressed in the methodology. It was concluded that there was significant heterogeneity both spatially (on a scale of few meters) and temporal (over a few months). This heterogeneity was determined by physical factors (presence of shoals, irregular rocks, tidal intrusion), as well as interspecific relations (algae and corals). Research on this type of coastal environment can be used to assess impacts on reef ecosystems worldwide, making predictions of future conditions regarding the distribution of the benthic community.

**Keywords:** Zoanths; Algae; Granulometry; Equatorial Atlantic; Abundance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Mapa da área de estudo.....	23
Figura 2	– Praia da Pedra Rachada, Paracuru/CE.....	24
Figura 3	– Delimitação da APA das Dunas de Paracuru.....	25
Figura 4	– Estrutura da Petrobras na Praia da Pedra Rachada em A) píer e B) embarcação atracando no píer.....	26
Figura 5	– Outros organismos encontrados na área de estudo: A) <i>Haliclona</i> sp; B) ascídia não identificada; C) esponja não identificada; D) <i>Phragmatopoma</i> cf. <i>lapidosa</i> ; E) gastrópode não identificado; F) <i>Aplysia dactylomela</i> ; G) <i>Mitbrax bispidus</i> ; H) caranguejo não identificado; I) <i>Eriphia gonagra</i> .....	27
Figura 6	– Colônia dos corais encontrados na área de estudo: A) <i>Palythoa caribaeorum</i> ; B) <i>Zoanthus sociatus</i> ; C) <i>Palythoa variabilis</i> e D) <i>Siderastrea</i> cf. <i>stellata</i> .....	28
Figura 7	– Presença de macroalgas ao longo do recife de arenito na área de estudo A, B e C.....	29
Figura 8	– Imagem de drone da área de estudo durante a maré baixa com a marcação dos 4 transectos: T1, T2, T3 e T4, cada um com 60 m de extensão e equidistantes, aproximadamente, 5 m entre si.....	31
Figura 9	– Coleta de dados ao longo do transecto pelo método <i>PIT</i> onde A) substrato exposto e B) coberto por água e a visualização se dá por meio do uso de máscara.....	32
Figura 10	– Processo de análise granulométrica das amostras de sedimento inconsolidado.....	36
Figura 11	– Análise do teor de Carbonato de Cálcio das amostras de sedimento.....	37
Figura 12	– Determinação do teor de matéria orgânica das amostras de sedimento.....	38
Figura 13	– Índice de similaridade de Bray-Curtis entre os transectos.....	48
Figura 14	– Índice de similaridade de Bray-Curtis entre os grupos morfofuncionais....	50

Figura 15 – Prancha com as espécies de alga registradas na área de estudo: A) <i>Ulva lactuca</i> ; B) <i>Caulerpa racemosa</i> ; C) <i>Caulerpa parvifolia</i> ; D) <i>Gracilaria</i> sp.; E) <i>Clorophyceae</i> sp.; F) <i>Rhizoclonium</i> sp. G) <i>Gracilaria</i> sp. H) <i>Gracilaria</i> sp. I) <i>Amansia mutifida</i> J) 1. <i>Pteroclatiella</i> sp. e 2. <i>Pterocladia</i> sp.; K) <i>Rhodophyceae</i> sp.; L) <i>Dictyopteris</i> sp.; M) <i>Padina</i> sp.; N) 1. <i>Hapalidialles</i> sp. e 2. alga calcária articulada e O) <i>Corallina officinalis</i> .....	60
Figura 16 – A) Pesca linha e anzol; B) pesca com equipamentos de mergulho e C) currais de pesca.....	63
Figura 17 – A) <i>Siderastrea</i> cf. <i>stellata</i> coberto por sedimento ao lado de uma colônia de <i>Palythoa variabilis</i> ; B) <i>Palythoa variabilis</i> ocupando ambos ambiente emerso e submerso da poça de maré, enquanto <i>Siderastrea</i> cf. <i>stellata</i> se mantém na parte submersa, há ainda a presença de alga filamentosa em cima deste último; C) <i>Siderastrea</i> cf. <i>stellata</i> e macroalgas em uma poça de maré.....	66
Figura 18 – Pólipos do coral <i>Palythoa variabilis</i> em substrato inconsolidado.....	67
Figura 19 – Zona correspondente ao transecto 2 em A) visão de cima e B) visão lateral.....	68
Figura 20 – A) Formações rochosas mais elevadas da área de estudo e B) zonação vertical de <i>Zoanthus sociatus</i> na parede da rocha de arenito.....	69
Figura 21 – Zonação vertical e interação competitiva por entre 1) <i>Zoanthus sociatus</i> , 2) <i>Palythoa caribaeorum</i> e 3) <i>Palythoa variabilis</i> .....	70

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Média da pluviosidade registrada na área de estudo.....	30
Gráfico 2	– Composição (%) da comunidade recifal ao longo do período de estudo....	39
Gráfico 3	– Ocorrência de a) Alga Filamentosa e b) Macroalga.....	40
Gráfico 4	– Ocorrência de a) Sedimento e b) Fundo Rochoso.....	41
Gráfico 5	– Ocorrência de a) <i>Palythoa variabilis</i> , b) <i>Palythoa caribaeorum</i> e c) <i>Zoanthus sociatus</i> .....	43
Gráfico 6	– Ocorrência de organismos bioconstrutores, com excreção de carbonato de cálcio a) Coral Vivo ( <i>Siderastrea cf. stellata</i> ) e b) Alga Coralina.....	44
Gráfico 7	– Porcentagem de cobertura dos grupos morfofuncionais para os transectos a) 1 e b) 2.....	46
Gráfico 8	– Porcentagem de cobertura dos grupos morfofuncionais para os transectos a) 3 e b) 4.....	47
Gráfico 9	– Classificação pela média da granulometria.....	51
Gráfico 10	– Classificação por frequência simples da granulometria para os transectos a) 1 e b) 2.....	53
Gráfico 11	– Classificação por frequência simples da granulometria para os transectos a) 3 e b) 4.....	54
Gráfico 12	– Teor de carbonato de cálcio (CaCO <sub>3</sub> ) (%).....	55
Gráfico 13	– Percentual de matéria orgânica (MO) no sedimento (%).....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Dados referentes às campanhas realizadas durante o período de estudo.....	30
Tabela 2	– Modelo de planilha para o mês de agosto/2019. CV = Coral vivo; CB = Coral Branqueado; CMR = Coral com Morte Recente; CMA = Coral com Morte Antiga; MA = Macroalga; AF = Alga Filamentosa; COR = Alga Coralínea; ES = Esponja; OUR = Ouriço; OUT = Outros Organismos; SED = Sedimento; ROC = Fundo Rochoso; PAV = <i>Palythoa variabilis</i> ; PAC = <i>Palythoa caribaeorum</i> ; ZOS = <i>Zoanthus sociatus</i> .....	33
Tabela 3	– Classificação dos sedimentos segundo Wentworth (1922).....	34
Tabela 4	– Percentual de cobertura dos grupos morfofuncionais por mês.....	87
Tabela 5	– Percentual de cobertura dos grupos morfofuncionais por transecto.....	88
Tabela 6	– Dados gerados pelo software SAG para o mês de novembro/2018.....	89
Tabela 7	– Dados gerados pelo software SAG para o mês de janeiro/2019.....	90
Tabela 8	– Dados gerados pelo software SAG para o mês de junho/2019.....	91
Tabela 9	– Dados gerados pelo software SAG para o mês de agosto/2019.....	92
Tabela 10	– Percentual de carbonato de cálcio (CaCO <sub>3</sub> ) para os pontos amostrados por mês.....	93
Tabela 11	– Percentual de matéria orgânica (MO) para os pontos amostrados por mês.....	94

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
AF	Alga Filamentosa
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de Cálcio
CB	Coral Branqueado
CMA	Coral com Morte Antiga
CMR	Coral com Morte Recente
COR	Alga Coralina
CV	Coral Vivo
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
ES	Esponja
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LOG	Laboratório de Oceanografia Geológica
MA	Macroalga
MO	Matéria Orgânica
OUR	Ouriço
OUT	Outros Organismos
PAC	<i>Palythoa caribaeorum</i>
PAV	<i>Palythoa variabilis</i>
PRIMER	<i>Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research</i>
ROC	Fundo Rochoso
SAG	Sistema de Análise Granulométrica
SED	Sedimento
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
ZOS	<i>Zoanthus sociatus</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	22
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	22
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	22
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	23
<b>3.1</b>	<b>Área de estudo</b> .....	23
<b>3.1.1</b>	<i>Clima e condições oceanográficas</i> .....	24
<b>3.1.2</b>	<i>Caracterização geomorfológica</i> .....	25
<b>3.1.3</b>	<i>Comunidade bentônica</i> .....	27
<b>3.2</b>	<b>Coleta e análise de dados</b> .....	30
<b>3.2.1</b>	<b>Grupos morfofuncionais</b> .....	31
<b>3.2.1.1</b>	<i>Transectos PIT</i> .....	31
<b>3.2.1.2</b>	<i>Excel</i> .....	32
<b>3.2.1.3</b>	<i>PRIMER</i> .....	32
<b>3.2.2</b>	<b>Material inconsolidado</b> .....	33
<b>3.2.2.1</b>	<i>Análise granulométrica</i> .....	34
<b>3.2.2.2</b>	<i>Carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>)</i> .....	35
<b>3.2.2.3</b>	<i>Matéria orgânica</i> .....	37
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	38
<b>4.1</b>	<b>Comunidade bentônica recifal</b> .....	38
<b>4.2</b>	<b>Material inconsolidado</b> .....	50
<b>4.2.1</b>	<i>Classificação pela média</i> .....	50
<b>4.2.2</b>	<i>Classificação por frequência simples</i> .....	51
<b>4.2.3</b>	<i>Teor de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>)</i> .....	55
<b>4.2.4</b>	<i>Teor de matéria orgânica (MO)</i> .....	56
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	57
<b>5.1</b>	<b>Efeitos da sedimentação</b> .....	57
<b>5.2</b>	<b>Elevada abundância de macroalgas e algas filamentosas</b> .....	59
<b>5.3</b>	<b>Baixa cobertura de organismos calcários</b> .....	64
<b>5.4</b>	<b>Cobertura de zoantídeos</b> .....	66
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	71



<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>
	<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>86</b>
	<b>APÊNDICE II.....</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE III.....</b>	<b>88</b>
	<b>APÊNDICE IV.....</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE V.....</b>	<b>94</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os recifes tropicais estão entre os ambientes marinhos mais produtivos do Planeta, apresentando elevada biomassa e produtividade primária (COUTINHO, 2002). Esta produtividade dos recifes permite o desenvolvimento de uma complexa cadeia alimentar, abrigando assim, cerca de 25% do total de espécies marinhas (ADEY, 2000). Estes ecossistemas se caracterizam por fornecer abrigo, suporte e substrato para o crescimento e desenvolvimento de diversas formas de vida tanto da fauna como da flora marinha (KAPLAN, 1982; LEVINTON, 1995; PEREIRA & SOARES-GOMES, 2009; SHEPPARD, et al., 2009). Pode-se destacar ainda sua importância socioeconômica na proteção da linha de costa contra a ação das ondas, potencialidade para a descoberta de compostos medicinais, berçário para espécies marinhas e benefícios provenientes do uso recreativo e turístico (MOBERG & FOLKE, 1999; FERREIRA et al., 2001). Estima-se que mais de 500 milhões de pessoas que vivem em países de clima tropical usufruem de bens e serviços ambientais providos pelos recifes (HUGHES et al. 2018).

O ecossistema recifal pode ser idealizado como um habitat onde atuam vários componentes bióticos e abióticos, assim como a interação entre eles (BRADBURY & YOUNG, 1981; SHEPPARD, 1982; CHADWICK, 1991; MOROSKO & ROCHA, 1999). Da mesma forma, a estrutura da comunidade e a distribuição dos organismos em substratos rochosos dependem de fatores abióticos e das relações intra e interespecíficas que atuam como controladores do equilíbrio local (MENGE, 1976; VINCENT & CLARKE, 1995; TKACHENKO & ZHIRMUNSKY, 2002).

Na região entremarés de ambientes tropicais existem substratos rochosos sedimentares que são extensamente ocupados por comunidades bentônicas como esponjas, corais e algas (SOARES et al., 2016). Dentre estes ecossistemas temos os recifes de arenito. Estes ambientes são poucos estudados e provavelmente funcionam como um ambiente com diversidade intermediária entre os recifes de corais, mais alta, e os costões rochosos que ocorrem em rochas cristalinas e tem riqueza de espécies mais baixa (VERGÉS et al., 2014).

As comunidades bentônicas formadas por corais, algas e esponjas se organizam e se estruturam em um habitat criando uma heterogeneidade, a qual pode variar no espaço (ao longo do recife) e no tempo (como em meses ou décadas) (BARRY & DAYTON, 1991; PAINE, 2002). Esta variação espacial e temporal cria mosaicos e habitats na paisagem recifal que gera maior (ou menor) biodiversidade (SCHWARTZ, 2005). Portanto, avaliar esta heterogeneidade é fundamental para entender a riqueza de espécies existentes bem como a

oferta de bens e serviços ambientais. A heterogeneidade de um ecossistema pode ser avaliada por três importantes indicadores, como a porcentagem de cobertura (abundância) de algas, corais e sedimentos sobre os recifes.

As algas podem ocorrer na maioria dos ambientes bentônicos, em especial os costões rochosos ou recifes de arenito. Neste último é possível encontrar os maiores níveis de riqueza, exibindo diversas adaptações tanto morfológicas como fisiológicas para suportar as condições físico-químicas da água e, às vezes, sua exposição aérea (PEREIRA, 2009). São seres de elevada importância na cadeia trófica, uma vez que constituem a base da produtividade primária nos oceanos, através da fotossíntese, além de ser a principal fonte de alimentação para os consumidores primários (LEE, 2008). A sua importância também está ligada ao seu potencial uso para os humanos, como fonte de alimentação, suplementação, ração para animais e corretivos de solo na agricultura (SANTIAGO, 2016).

Os corais escleractíneos bioconstrutores e zoantídeos (corais moles) são cnidários pertencentes à classe Anthozoa que tem importante papel ecológico em recifes tropicais. Apesar das espécies de cnidários serem encontradas em praticamente todos os mares e oceanos ao redor do mundo, os cnidários formadores de recifes limitam-se às zonas tropicais e subtropicais (LEÃO et al., 2016). Isso se deve às condições de abióticas de temperatura, luminosidade, nutrientes e pH que proporcionam seu crescimento e deposição de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Portanto, uma alta taxa de porcentagem de cobertura (abundância) de corais escleractíneos normalmente indicaria um ecossistema recifal saudável pela heterogeneidade e complexidade estrutural e funcional dos corais bioconstrutores (HUGHES et al., 2018).

Contudo, com os cenários atuais de mudanças climáticas, tem sido registrada a maior abundância de zoantídeos em recifes marginais onde as mudanças de fase são uma das consequências mais drásticas da degradação local (KLEYPAS et al., 1999; NORSTRÖM et al., 2009; CRUZ et al., 2016; CRUZ et al., 2018). Esse fenômeno é caracterizado por uma diminuição da abundância de corais bioconstrutores e aumento de organismos não construtores de recifes, como algas, zoantídeos, esponjas e octocorais. A consequência desse fenômeno é a perda de alguns serviços do ecossistema, como a pesca, o turismo, o aumento da erosão costeira e perda da biodiversidade local (CRUZ et al., 2016).

Outro importante indicador de heterogeneidade em recifes tropicais é a abundância de material inconsolidado sedimentado, como os siliciclásticos, resultado de diversos processos ocasionados pela dinâmica local. Taxa de sedimentação é o fluxo de partículas em suspensão, envolvendo processos como a advecção e a ressuspensão (D'AQUINO et al., 2006). Os sedimentos finos provenientes do intemperismo continental

chegam a plataforma interna através dos estuários, onde vão sofrer diversos processos, podendo permanecer suspensos por um longo período, ficando neste estado por estarem em um equilíbrio entre sua velocidade de sedimentação e o grau de turbulência do meio (ALLEN 1985). Além disso, a taxa de sedimentação e as características dos sedimentos (granulometria e matéria orgânica) influenciam a dinâmica espacial e temporal do recife. Isto ocorre porque as características sedimentológicas podem alterar na abundância de grupos-chaves como as algas e corais, os quais possuem distintas tolerâncias aos sedimentos. Na literatura científica as algas possuem maior tolerância comparado aos corais que podem ter sua abundância reduzida no caso de forte entrada de sedimentos (SEBENS e JOHNSON, 1991; HIXON, 1997; MCCOOK et al., 2001; TITLYANOV et al., 2007).

Por se encontrarem no mesolitoral, os recifes de arenito se caracterizam como um ambiente altamente dinâmico sob a influência dos movimentos de subida e descida da maré, os quais favorecem uma série de adaptações dos organismos bentônicos, especialmente os de vida sésil (MATTHEWS-CASCON & LOTUFO, 2006). Dessa forma, é encontrada nesses habitats uma heterogeneidade da comunidade recifal com variação tanto espacial como temporal e com distintos padrões a serem analisados (MILOSLAVICH et al., 2016; PORTUGAL et al., 2016). Diferentemente de costões rochosos, certas características não são tão evidentes nesses habitats, como a zonação. Isso ocorre devido, principalmente, a intromissão de nível tidal gerada pela presença de poças de maré que criam microambientes distintos ao longo da faixa entremarés (RABELO, 2007).

Dentre as formações recifais presentes no litoral brasileiro, têm-se destaque os recifes de arenito que ocorrem desde o Maranhão até o litoral do sul da Bahia (MAIDA & FERREIRA, 2004). Eles se distinguem pela formação geológica, representando antigas linhas de costa e pela origem sedimentar com deposição de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) em associação à áreas de interface de ambientes típicos de água doce e salgada (DINIZ, 2002). Estes são considerados um ecossistema marginal, com corais escleractíneos vivendo em situações consideradas extremas (SUGGETT et al., 2012; LOIOLA et al., 2019).

A zona costeira da margem equatorial brasileira, área de estudo do presente trabalho, é caracterizada por maior pluviosidade no primeiro semestre do ano e um regime intenso de ventos no segundo semestre. Esta intensa dinâmica eólica combinados com características oceanográficas (marés, ondas e correntes) bem como extensos campos de dunas e depósitos arenosos na plataforma geram uma sedimentação significativa. Assim, esta costa equatorial possui intensa sedimentação, águas turbidas e de temperaturas elevadas, porém estáveis, superiores a 26 °C (PORTELA, 2009; SOARES et al., 2019).

Com base nisso, avaliar a heterogeneidade espacial e temporal em recifes de arenito entremarés tropicais e estudar indicadores ecológicos (cobertura de corais e algas) e sedimentológicos (granulometria e cobertura de sedimentos) nestes sistemas na costa equatorial do Brasil pode servir como modelo para entender padrões sobre como estes ambientes entremarés funcionam e se organizam.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar a heterogeneidade espacial e temporal de um recife de arenito entremarés por meio de indicadores ecológicos e sedimentológicos.

### **2.2 Objetivos específicos**

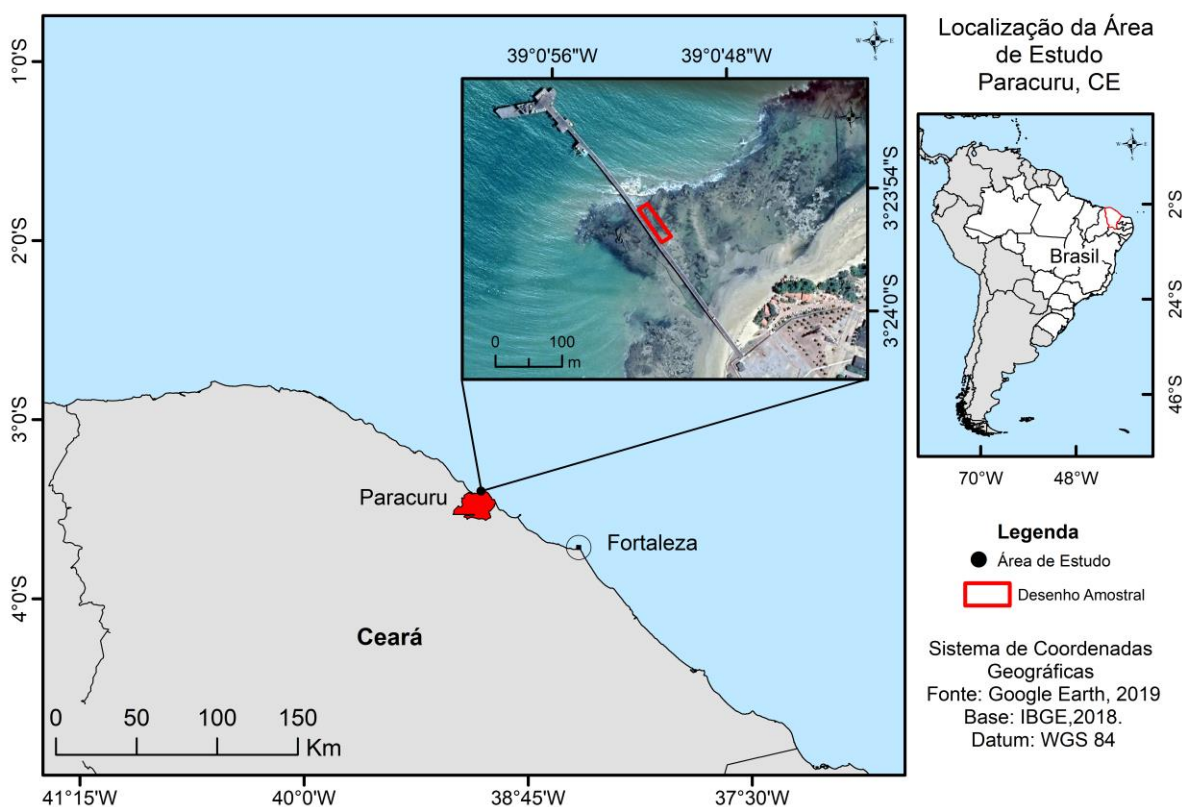
- Avaliar a heterogeneidade no espaço e no tempo de indicadores ecológicos, como a porcentagem de cobertura bentônica e grupos morfofuncionais dominantes.
- Avaliar como fatores ambientais, como granulometria, carbonato de cálcio e matéria orgânica influenciam na comunidade bentônica.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

Localizada a 85 km a noroeste de Fortaleza, capital cearense, a cidade de Paracuru (03°23'53,0"E, 39°00'38,8"W) limita-se a norte com o Oceano Atlântico, a leste e a sul com São Gonçalo do Amarante, e a oeste com o município de Paraipaba (figura 1), possuindo área superior a 300 km<sup>2</sup>, e população estimada em 32 mil habitantes (IBGE, 2019).

Figura 1: Mapa da área de estudo.



Fonte: A autora (2019).

A costa apresenta 17 km de faixa litorânea, composta por campos de dunas, piscinas naturais, estuários e afloramentos rochosos – *beach rocks* ou recifes de arenito – este último com cerca de 3 km de extensão. Trata-se de um ecossistema altamente dinâmico o qual apresenta uma das maiores diversidades de espécies de invertebrados marinhos da costa oeste do litoral cearense (MATTHEWS-CASCON & LOTUFO, 2006; PORTUGAL et al., 2016).

A área de estudo se concentra na praia da Pedra Rachada (figura 2) onde se encontra um terminal petrolífero da Petrobras com tubulação para abastecimento de óleo diesel e água potável, e onde existe um tráfego constante de rebocadores e lanchas para transporte de materiais diversos (VIANA et al., 2005). Em sua zona entremarés destacam-se

os recifes de arenito, afloramentos rochosos que provavelmente representam uma plataforma de abrasão elaborada sobre a Formação Barreiras (TORRES-FILHO, 1993). Esse afloramento rochoso, além de barreira natural contra a ação abrasiva das ondas atua no desenvolvimento sócio-econômico devido os serviços ecossistêmicos oferecidos pelos recifes como turismo, renovação dos estoques pesqueiros e função de berçário (CONSTANZA et al., 2014).

Figura 2: Praia da Pedra Rachada, Paracuru/CE.



Fonte: A autora (2019).

### ***3.1 Clima e condições oceanográficas***

Paracuru tem um clima Tropical Quente Semiárido Brando, apresentando-se úmido, principalmente no verão. A média da temperatura da superfície do mar (TSM) anual oscila a valores acima de 26 °C com baixa variação intra anual ( $< 2$  °C) (SOARES et al., 2019). A pluviosidade média anual é de 1.238 mm, com dois períodos bem definidos, um seco e longo e outro úmido, curto e irregular (PESSOA e OLIVEIRA, 2016).

A intensidade dos ventos é sazonal, sendo mais fortes nos períodos de estiagem a partir do mês de junho e fazem parte dos ventos alísios do quadrante de SE e NE (PORTELA, 2009). O vento exerce um papel fundamental no litoral cearense, devido ao aporte eólico de dunas e praias arenosas ao longo da costa (SOUZA et al., 2000). As características das ondas na área de estudo obedecem ao padrão verificado na costa do Estado do Ceará e nos registros do Porto do Pecém, sendo predominantes do quadrante E ou SE (SOUSA et al., 2006).

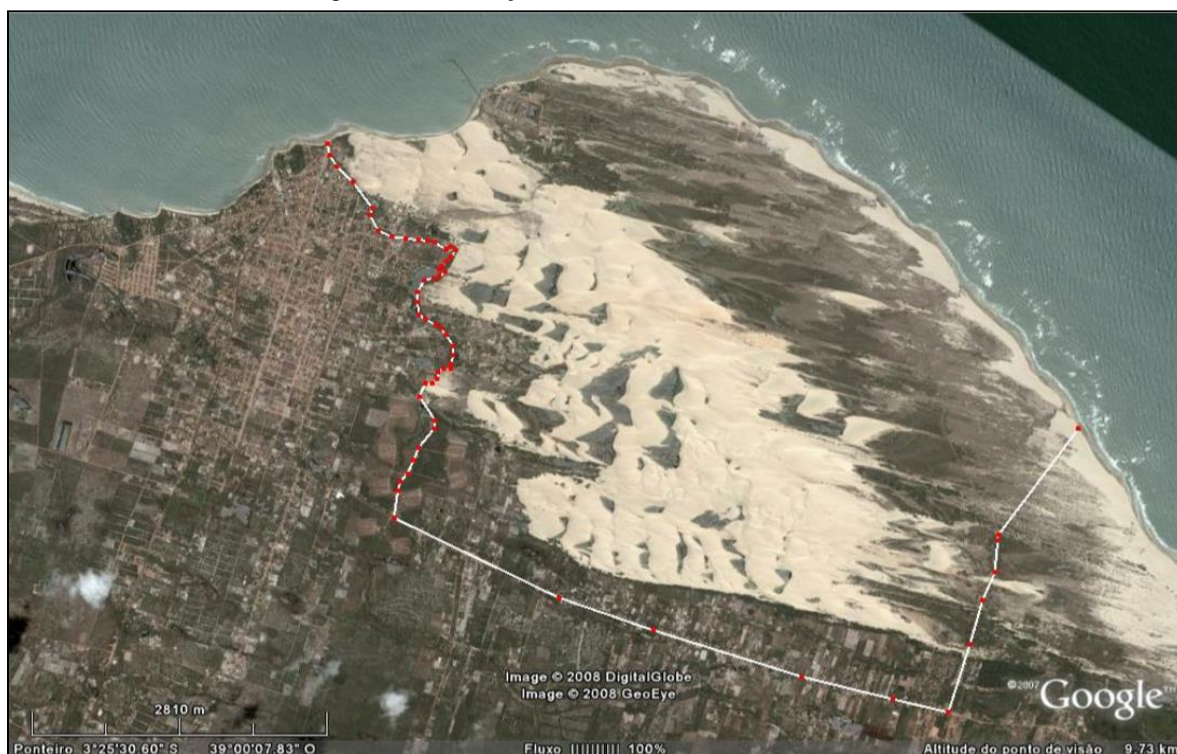


Segundo Maia (1998), as marés na área de estudo são semi-diurnas, ou seja, caracterizam-se por preamares e baixa-mares no período de um dia lunar (24 h 50min). Medições das correntes superficiais realizadas por Queiroz (2003) mostram que sua intensidade média varia entre 0.15 e 0.30m/s, sugerindo ainda que os ventos demonstram uma forte correlação com as correntes costeiras atuantes na área, que possuem direção preferencial no sentido W a NNW.

### 3.2 Caracterização geomorfológica

O litoral de Paracuru está inserido nos limites de duas Áreas de Proteção Ambiental (APAs): a APA das Dunas de Paracuru e a APA do Estuário do Rio Curu. A área da APA das Dunas (figura 3) é de 39,09 km<sup>2</sup> e foi criada por intermédio do Decreto Estadual N° 25.418 de 29.03.1999. A APA do Estuário do Rio Curu tem área de 8,81 km<sup>2</sup> e sua criação ocorreu a partir do Decreto Estadual N° 25.416 de 29.03.1999 (SOUSA et al., 2008). Essas duas APAs protegem prioritariamente as dunas e um estuário, que são prováveis fontes de sedimento para o recife entremarés da área de estudo.

Figura 3: Delimitação da APA das Dunas de Paracuru.



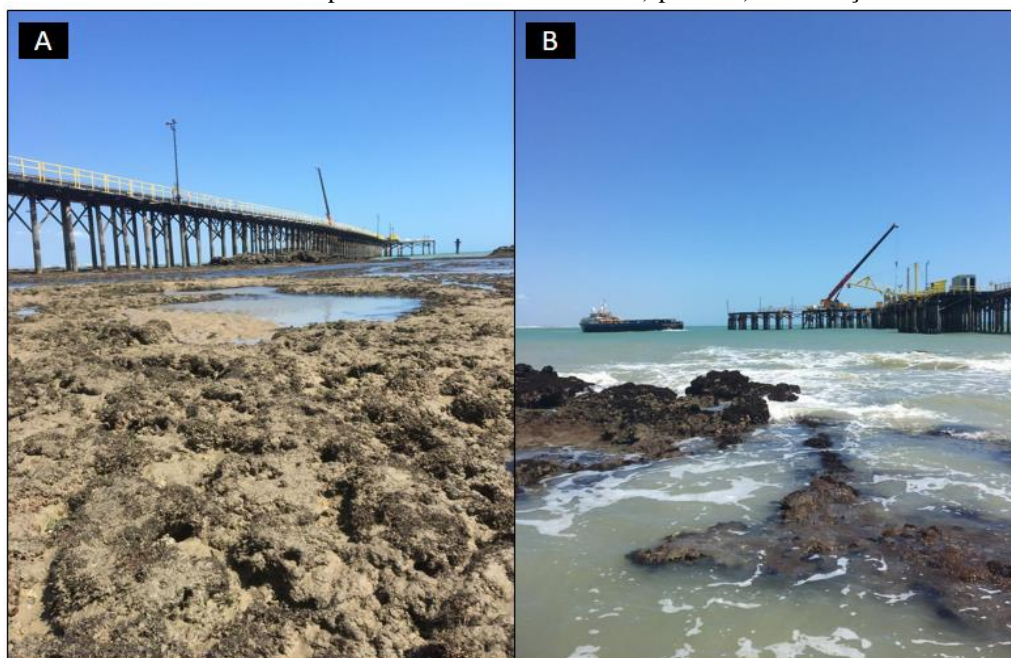
Fonte: Portela, 2009.

Durante o período chuvoso, os estuários importam sedimento de granulometria fina da plataforma e que são remobilizados pela ação de correntes litorâneas e de maré (MAIA, 1998). Não é conhecido, porém, nenhum trabalho de hidrodinâmica da praia da Pedra Rachada que especifique como se dá a deposição desses sedimentos no platô recifal.

A área de estudo possui um litoral largo na maré baixa, porém, quase inteiramente submerso durante a preamar, quando resta somente uma pequena zona de pós-praia e a presença de uma extensa faixa de *beach rocks* (MAGALHÃES, 2015). Segundo Morais (1968), os *beach rocks* são formações de areias cimentadas próximas ao nível do lençol freático, onde as condições de temperatura são altas, possibilitando a precipitação de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) como cimento, e que ocorrem paralelamente à linha de costa, funcionando como obstáculo natural de proteção da praia contra os processos erosivos.

A dinâmica litorânea local, no entanto, é marcada, segundo Magalhães (2015), pela ação de processos erosivos devido a (1) geomorfologia da linha de costa onde, pela dinâmica eólica e litorânea, os sedimentos tendem a transpassar o obstáculo oferecido pelo promontório, e não serem ali depositados, além dos recifes de arenito que impedem que as marés depositem grandes volumes de areias na praia correspondente; e (2) instalações da Petrobras (figura 4), as quais resultaram numa barreira à circulação de material transportado pelo vento em direção à praia, interferindo na dinâmica local, contribuindo com a modificação de feições dunares e com a interrupção parcial do transpasse de sedimentos.

Figura 4: Estrutura da Petrobras na praia da Pedra Rachada em A) píer e B) embarcação atracando no píer.

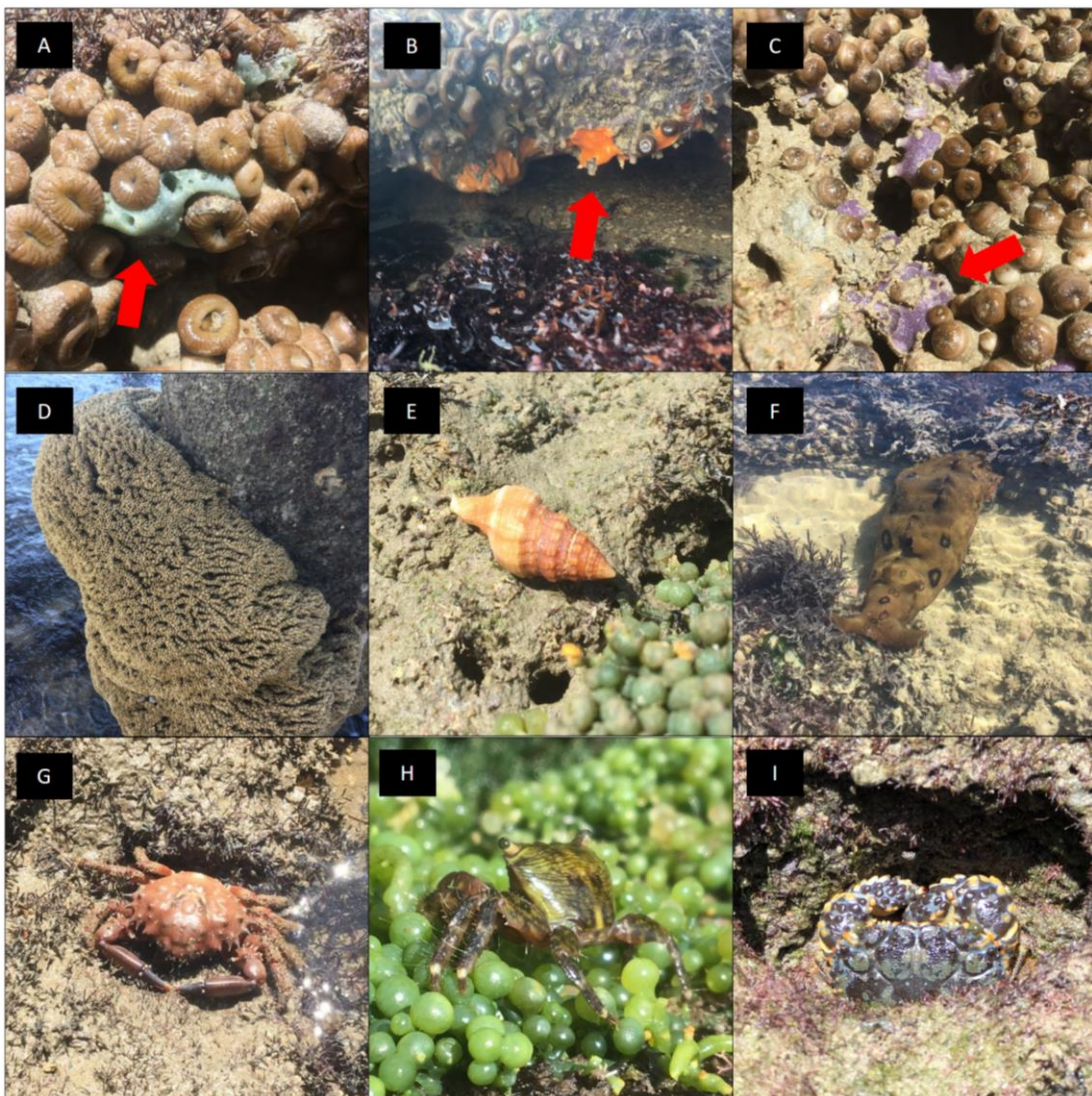


Fonte: A autora (2019).

### 3.3 Comunidade bentônica

Em substratos rochosos, os organismos bentônicos estão distribuídos em diversas zonas estabelecidas em função da morfologia da costa, natureza do substrato e os fatores ambientais e, em praias rochosas, essa zonação é mais evidente (COELHO et al., 2004). No trabalho de Matthews-Cascon & Lotufo (2006), foram realizadas campanhas tanto no período chuvoso como no de estiagem. De acordo com os autores, notou-se uma alteração na composição da comunidade em relação aos dois períodos, com maior abundância para o período chuvoso, porém, maior diversidade no período seco. Na figura 5 estão listados alguns organismos registrados pela a autora durante o monitoramento da área de estudo.

Figura 5: Outros organismos encontrados na área de estudo: A) *Halictona* sp; B) ascídia não identificada; C) esponja não identificada; D) *Phragmatopoma* cf. *lapidosa*; E) gastrópode não identificado; F) *Aplysia* *dactylomela*; G) *Mitbrax bispidus*; H) caranguejo não identificado; I) *Eriphia gonagra*.

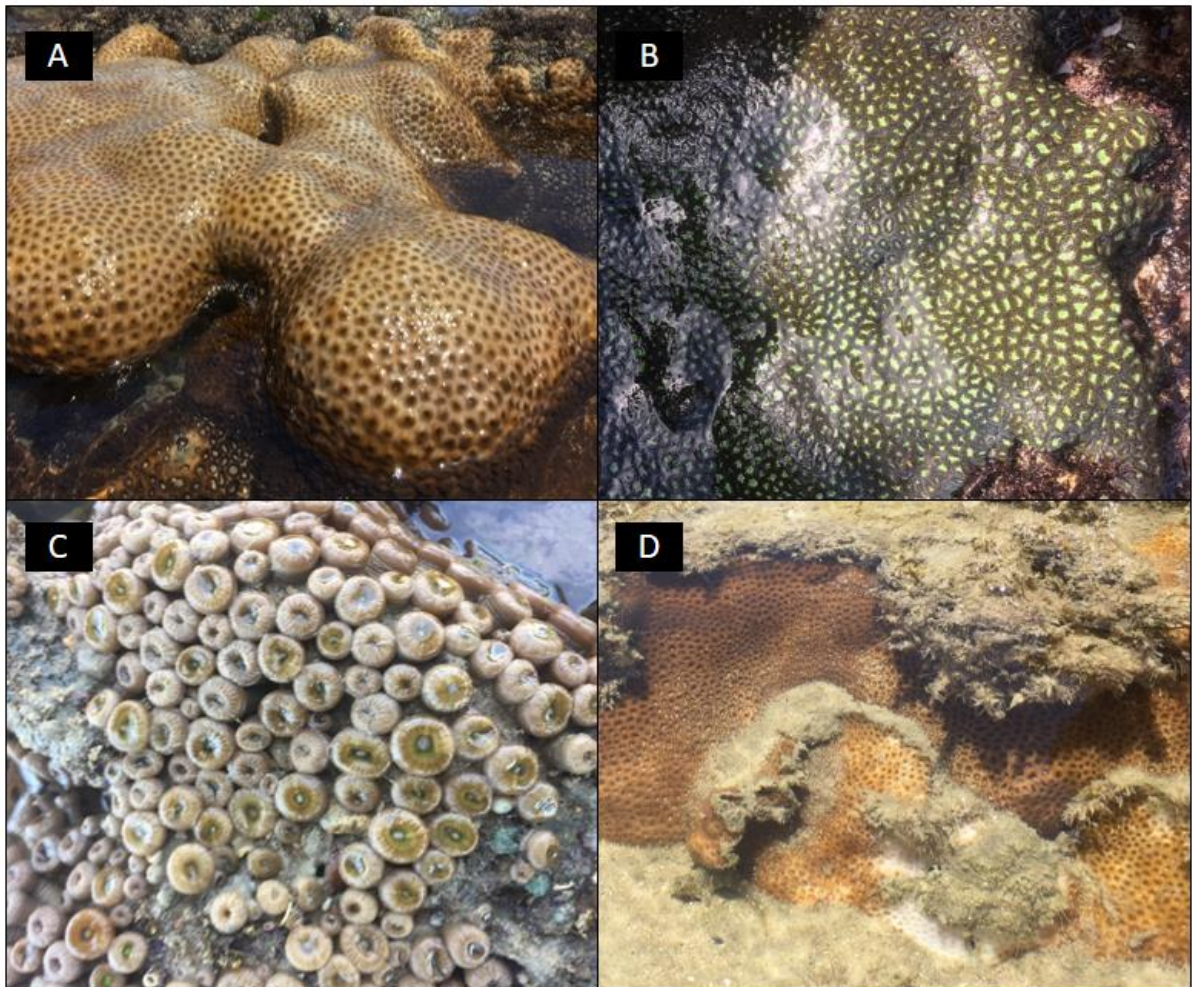


Fonte: A autora (2019).

A alta turbidez da água é o principal fator limitante da ocorrência de recifes de coral no litoral cearense, devido à taxa de deposição de sedimento de origem continental ao longo do litoral (RABELO, 2007). Assim, de uma maneira geral, predominam os corais zooxantelados não construtores conhecidos como corais moles. Esses organismos têm essa denominação devido ao fato de não apresentarem deposição de carbonato de cálcio.

Corais moles ou zoantídeos são invertebrados comumente encontrados em todos os oceanos do mundo, geralmente formando grandes colônias incrustadas sobre as formações recifais da faixa intertidal (KAPLAN, 1982). Na área de estudo há o registro de três espécies de zoantídeos, *Palythoa variabilis*, *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*, e uma de coral escleractíneo, *Siderastrea* cf. *stellata* (figura 6).

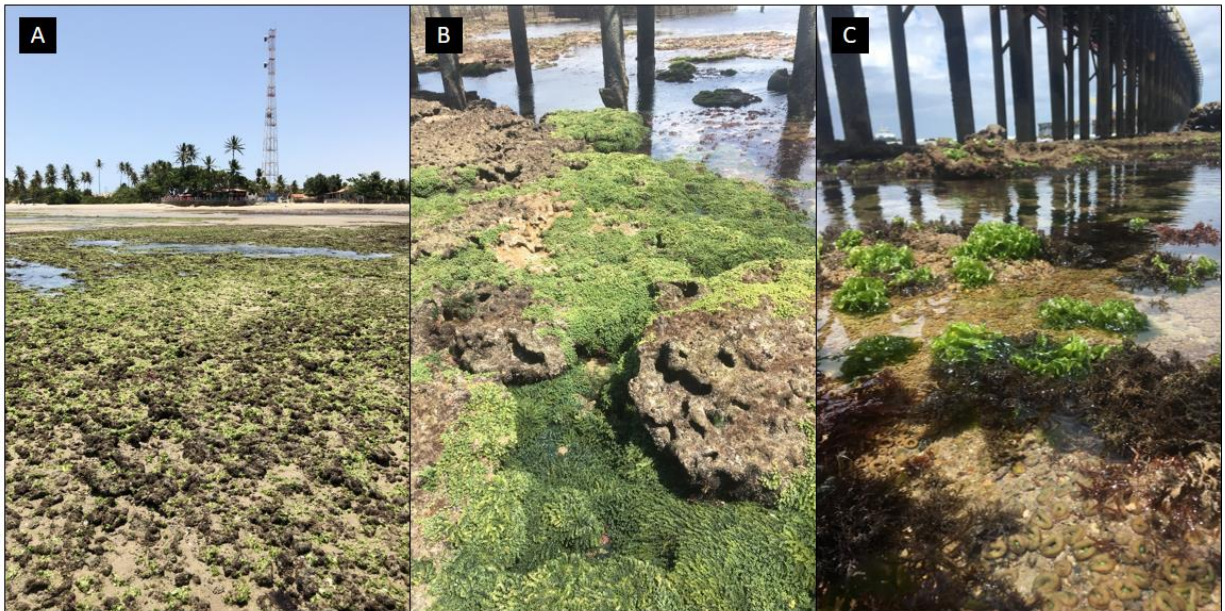
Figura 6: Colônia dos corais encontrados na área de estudo: A) *Palythoa caribaeorum*; B) *Zoanthus sociatus*; C) *Palythoa variabilis* e D) *Siderastrea* cf. *stellata*.



Fonte: A autora (2019).

Na área de estudo existe uma grande dominância de macroalgas e algas filamentosas (figura 7), estas últimas conhecidas por inibirem o assentamento de corais, especialmente quando associadas a deposição de sedimento não consolidado (BIRREL et al, 2005). A competição entre corais e macroalgas é um processo ecológico fundamental nos recifes de coral, especialmente durante a degradação dos recifes, que geralmente envolve uma “mudança de fase” de recifes de coral para dominados por alga (JOMPA e MCCOOK, 2003).

Figura 7: Presença de macroalgas ao longo do recife de arenito na área de estudo A, B e C.



Fonte: A autora (2019).

### 3.2 Coleta e análise de dados

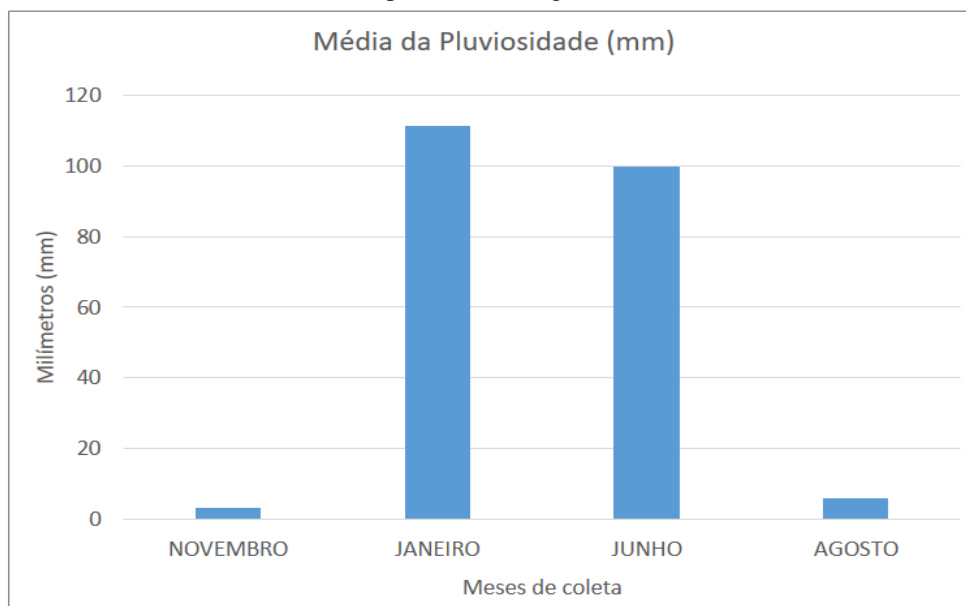
As coletas ocorreram na zona entremarés da área de estudo durante a baixamar da maré de sizígia. Foram feitas 4 campanhas, de acordo com a tabela 1, nos meses de novembro de 2018, janeiro, junho e agosto de 2019. A média da pluviosidade mensal está registrada no gráfico 1. As amostragens ocorreram ao longo de 4 transectos de 60 metros (figura 8), dispostos perpendicularmente à linha de costa e distantes paralelamente 5 metros entre si. Foram excluídas as poças de maré para evitar intromissão do nível tidal.

Tabela 1: Dados referentes às campanhas realizadas durante o período de estudo.

Mês	Dias	H baixamar	Horário
Novembro/2018	24	0.3m	11:11h
	25	0.3m	11:58h
Janeiro/2019	21	0.2m	10:47h
	22	0.1m	11:36h
Junho/2019	4	0.1m	11:24h
	5	0.2m	12:09h
Agosto/2019	29	0.0m	09:47h
	30	-0.1m	10:34h

Fonte: DHN (2019).

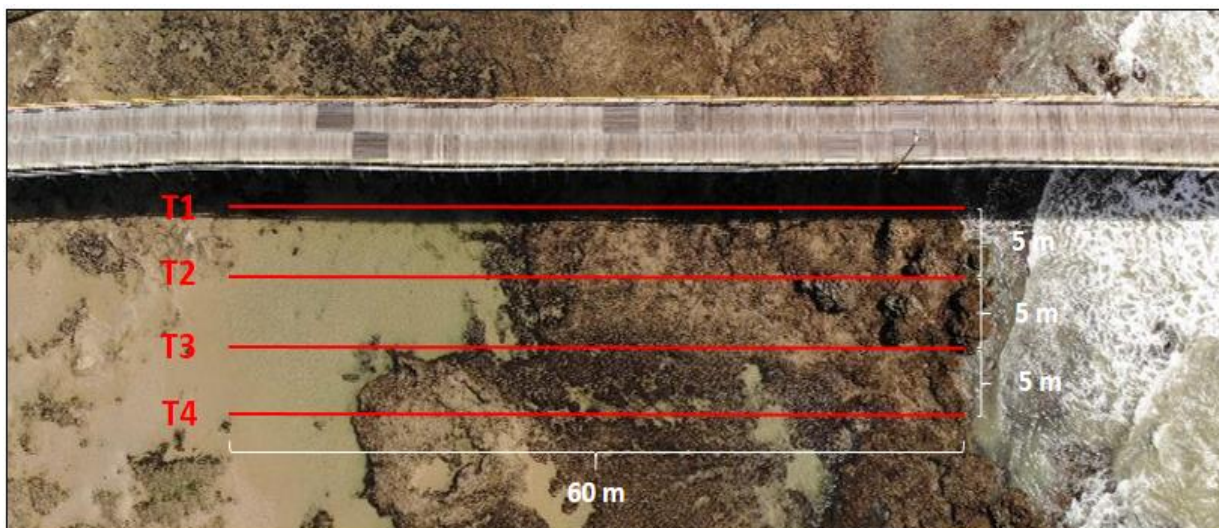
Gráfico 14: Média da pluviosidade registrada na área de estudo.



Fonte: FUNCEME (2019).

Em média, a cada 20 metros do transecto, foram coletadas três amostras de sedimento, gerando um total de 12 amostras. Estas, foram devidamente armazenados e levados para análise no Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG) do Instituto de Ciências do mar – Labomar.

Figura 8: Imagem de drone da área de estudo durante a maré baixa com a marcação dos 4 transectos: T1, T2, T3 e T4, cada um com 60 m de extensão e equidistantes, aproximadamente, 5 m entre si.



Fonte: A autora (2019).

### 3.2.1 Grupos morfofuncionais

#### 3.2.1.1 Transectos PIT

O método PIT (*Point Intercept Transect*), transecto de pontos, consiste numa abordagem simples e sistemática que avalia o tipo de cobertura recifal (LEÃO, et al., 2015). Através da extensão de linhas graduadas no comprimento de 60 m, é identificado, a cada 10 cm, o grupo morfofuncional ocorrente embaixo da trena, gerando um total de 600 pontos por transecto. Foram realizados 4 transectos por se tratar de um estudo na zona entremarés onde as condições ambientais de maré enchente limitam o tempo que os pesquisadores podem coletar os dados. Assim, por mês, foi gerado um total de 2.400 pontos visando o cálculo da porcentagem de cobertura. Este método é um protocolo adaptado de Leão et al., (2015).

Os transectos foram dispostos ao lado do píer da Petrobrás (figura 9), onde há ocorrência das três espécies de corais moles (*Palythoa variabilis*, *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*) e de um escleractíneo (*Siderastrea cf. stellata*), já registrados na literatura para a área de estudo.

Figura 9: Coleta de dados ao longo do transecto pelo método *PIT* onde A) substrato exposto e B) coberto por água e a visualização se dá por meio do uso de máscara.



Fonte: A autora (2019).



### 3.2.1.2 Excel

Os dados coletados em campo foram plotados em planilhas no programa Excel onde foi possível calcular a porcentagem de cobertura para cada grupo morfofuncional e verificar padrões de distribuição e dominância ao longo de cada transecto, como pode ser visto na tabela 2 como exemplo para a campanha do mês de agosto de 2019.

Tabela 2: Modelo de planilha para o mês de agosto/2019. CV = Coral vivo; CB = Coral Branqueado; CMR = Coral com Morte Recente; CMA = Coral com Morte Antiga; MA = Macroalga; AF = Alga Filamentosa; COR = Alga Coralínea; ES = Esponja; OUR = Ouriço; OUT = Outros Organismos; SED = Sedimento; ROC = Fundo Rochoso; PAV = *Palythoa variabilis*; PAC = *Palythoa caribaeorum*; ZOS = *Zoanthus sociatus*.

	T1-AGO	T2-AGO	T3-AGO	T4-AGO	TOTAL	%
CV	0	0	0	1	1	0,04%
CB	0	0	0	0	0	0,00%
CMR	0	0	0	0	0	0,00%
CMA	0	0	0	0	0	0,00%
MA	0	5	13	13	31	1,29%
AF	219	188	282	206	895	37,29%
COR	20	0	1	0	21	0,88%
ES	0	0	0	0	0	0,00%
OUR	0	0	0	0	0	0,00%
OUT	2	0	2	0	4	0,17%
SED	232	282	153	322	989	41,21%
ROC	30	30	64	24	148	6,17%
PAV	84	64	69	33	250	10,42%
PAC	8	28	15	1	52	2,17%
ZOS	5	3	1	0	9	0,38%
<b>PONTOS</b>	600	600	600	600	2400	100,00%

Fonte: Elaborada pela a autora (2019).

### 3.2.1.3 PRIMER

O programa PRIMER – Rotinas de Plymouth na Pesquisa Ecológica Multivariada (*Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*) – é um pacote estatístico que contém uma coleção de rotinas especializadas, univariadas, multivariadas e gráficas para analisar dados de amostragem de espécies para estudos de ecologia da comunidade. Para este estudo se destacam os dados referentes ao padrão de distribuição e semelhança entre os dados.

Numa planilha são adicionados os dados quantitativos referentes aos transectos realizados, sendo estes divididos por meses e por sua disposição, de acordo como exemplifica a tabela 3, gerando um total de 16 transectos.

Logo após é realizada uma análise de pré-tratamento dos dados, desconsiderando, assim, a grande discrepância entre os valores e mantendo a mesma porcentagem de diferença entre os mesmos. É então rodada, primeiramente, uma análise de similaridade pelo índice de Bray-Curtis nos transectos através de análise multivariada Cluster com foco nos transectos. O resultado se dá pela média do grupo (UPGMA) e pelo teste SIMPROF, destacando os grupos significativos estatisticamente.

Posteriormente, para análise dos dados referentes aos grupos morfofuncionais, é utilizado o mesmo índice de Bray-Curtis, com a planilha gerada no pré-tratamento dos dados, porém destacando a variabilidade e similaridade entre os grupos, gerando um novo resultado.

### 3.2.2 *Material inconsolidado*

As partículas de sedimento são divididas quanto aos seus tamanhos em três classes principais: cascalho (acima de 2 mm), areia (entre 2 mm e 63  $\mu\text{m}$ ) e lama (abaixo de 63  $\mu\text{m}$ ). Existem variações dessa classificação, além de inúmeras formas de distribuir subdivisões dentro dessas categorias, porém a mais adotada nos estudos sedimentológicos é a escala de Wentworth (1922) (tabela 3), que também serviu de base para o presente estudo.

Tabela 3: Classificação dos sedimentos segundo Wentworth (1922).

mm	phi $\phi$	tipo de sedimento
256	-8	bloco
128	-7	
64	-6	seixo
32	-5	
16	-4	cascalho
8	-3	
4	-2	
2	-1	
1	0	areia muito grossa
0.5	1	areia grossa
0.25	2	areia média
0.125	3	areia fina
0.063	4	areia muito fina
0.031	5	silte grosso
0.0156	6	silte médio
0.0078	7	silte fino
0.0039	8	silte muito fino
		argila

Fonte: Modificado de Dias (2004) e Nicholls (2009).

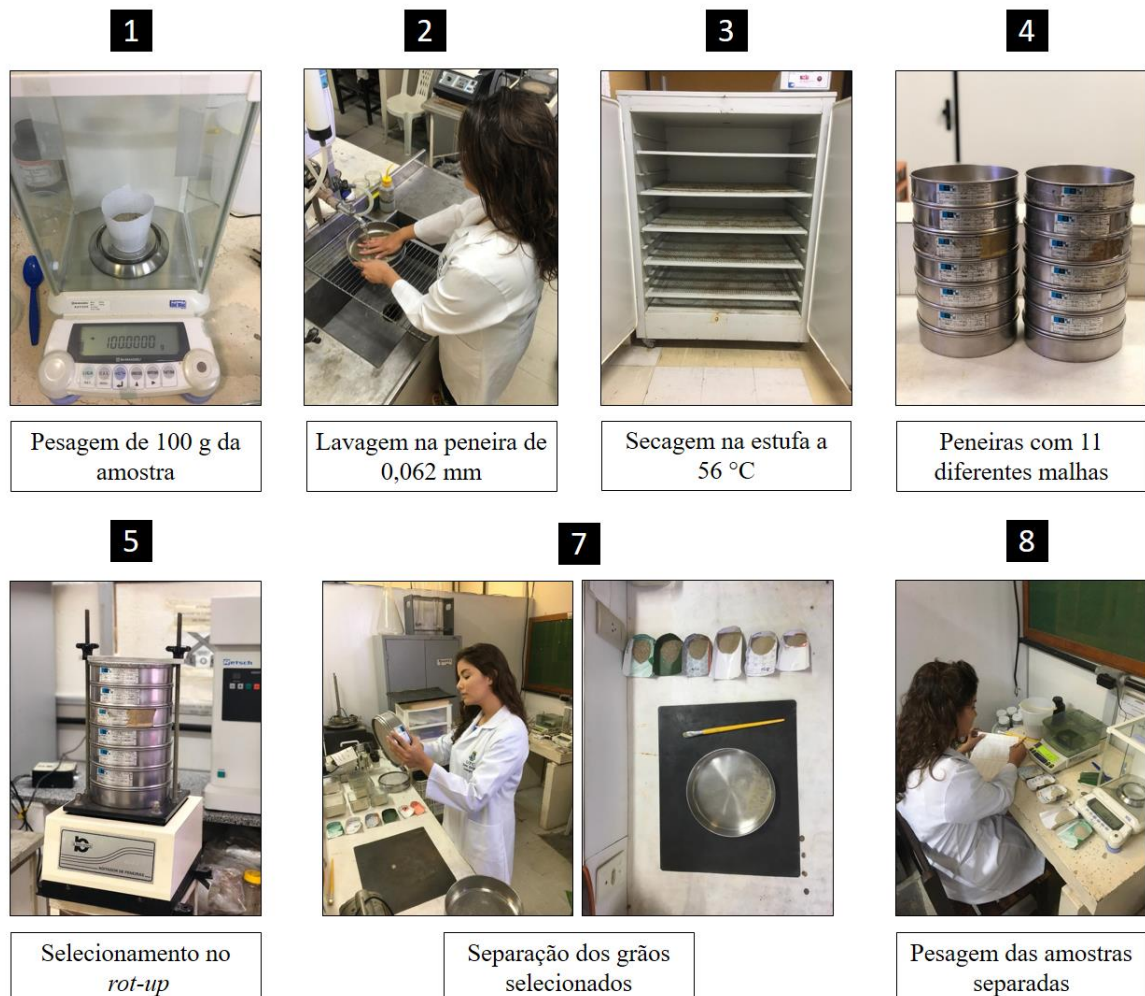
### 3.2.2.1 Análise granulométrica

Após as coletas em campo, foi utilizada a metodologia de peneiramento proposta por SUGUIO (1973), como pode exemplificada pela figura 10. Esse método consiste na secagem da amostra numa estufa a aproximadamente 56° C, quarteamento, pesagem de 100 g para análise, peneiramento úmido auxiliado por uma peneira de malha com abertura de 0,062 mm para separação do sal e da fração de silte-argila e novamente a secagem na estufa.

Com a quantia restante é realizado o peneiramento seco, que consiste na utilização de um *rot-up* com um conjunto de onze peneiras de diferentes malhas e que separa a fração mais grossa da amostra (retida na peneira com malha de abertura 4,000 mm) até a fração mais fina (retida na peneira com malha de abertura 0,062 mm). O *rot-up* realiza um agitação mecânico de todas as peneiras simultaneamente, o que auxilia na seleção dos grãos. Com as parcelas de amostras devidamente selecionadas, a quantia retida em cada uma das peneiras é pesada e os dados anotados em fichas de análise granulométrica.

Os valores obtidos através do peneiramento seco são inseridos no software SAG (Sistema de Análise Granulométrica), onde foram gerados os resultados estatísticos, como a classificação pela média e por frequência simples. Dados de grau de seleção, curtose, assimetria e a classificação de acordo com Larssonneur (1977) estão presentes nas tabelas 6 a 9 no apêndice III.

Figura 10: Processo de análise granulométrica das amostras de sedimento inconsolidado.



Fonte: Elaborada pela a autora (2019).

### 3.2.2.2 Carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ )

Para determinação do teor de  $\text{CaCO}_3$  é utilizado o método de Bernard Modificado (figura 11) por meio de um calcímetro volumétrico, que mede a concentração de  $\text{CaCO}_3$  dos sedimentos através da captação e medição de gás carbônico. Isso acontece quando se mistura HCl com o  $\text{CaCO}_3$  existente na amostra de sedimento. Desta forma, o volume de  $\text{CO}_2$  liberado será proporcional à concentração de carbonato do sedimento (SOARES, 2017).

Ao entrar em contato com o carbonato do sedimento, o ácido libera  $\text{CO}_2$  e este é canalizado para dentro de um sistema hermeticamente fechado, deslocando a coluna d'água contida em uma bureta. O volume deslocado é medido e comparado ao volume deslocado por uma amostra padrão de  $\text{CaCO}_3$  puro.

Conforme descrito na literatura, para esse método se utilizam 0,5 g de amostra de sedimentos e 2 mL de HCl. A concentração de HCl é relatada como sendo entre 10% e 27%.

Para determinação da porcentagem do teor de  $\text{CaCO}_3$ , utiliza-se a equação abaixo com a plotagem dos dados em planilhas no Excel:

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{V_{\text{amostra}} \cdot C_{\text{padrão}}}{V_{\text{padrão}}}$$

Onde:

$V_{\text{amostra}}$ : quantidade, em mL, do volume da solução salina deslocada pelo gás carbônico que foi produzido pela reação entre o teor de carbonato na amostra e o HCl;

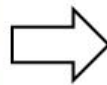
$C_{\text{padrão}}$ : concentração padrão da amostra a 99% de  $\text{CaCO}_3$ ;

$V_{\text{padrão}}$ : quantidade, em mL, do volume da solução salina deslocada pelo gás carbônico quando o HCl reagiu com a solução padrão (branco).

Figura 11: Análise do teor de carbonato de cálcio das amostras de sedimento.



Amostra de 0,5 g de sedimento



Calcímetro de Bernard Modificado

Fonte: Elaborada pela a autora (2019).

### 3.2.2.3 Matéria orgânica (MO)

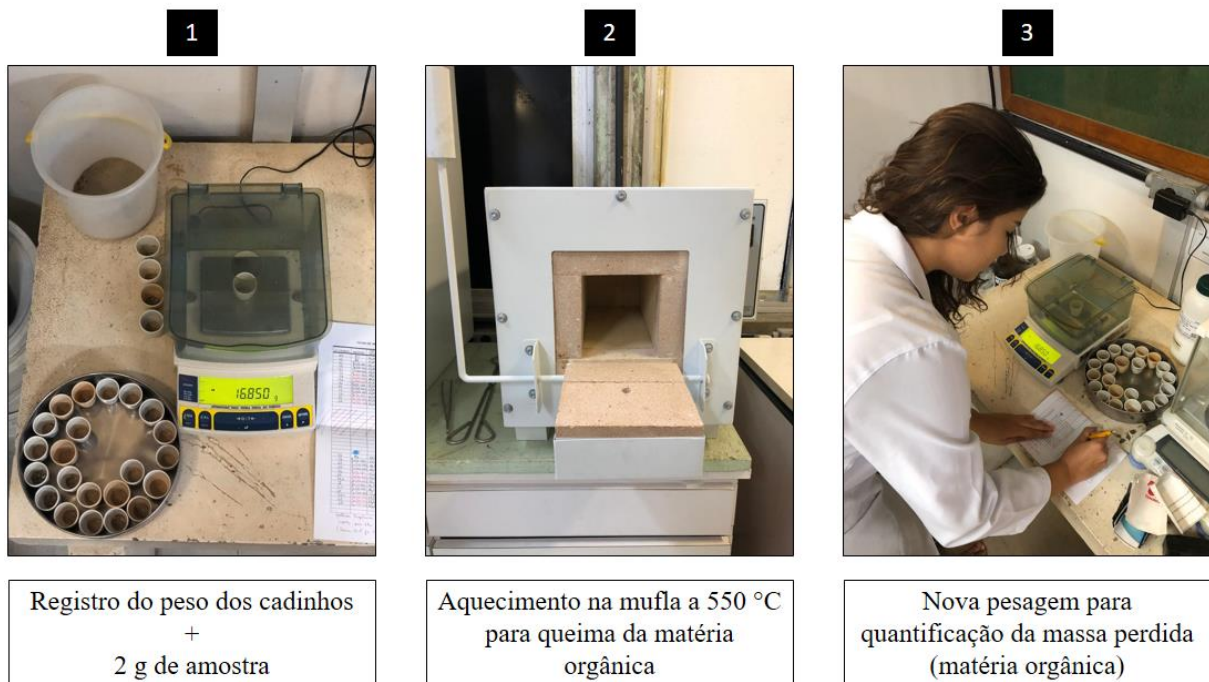
Para a medição do parâmetro de matéria orgânica (MO) foi utilizado o método de calcinação adaptado de Dean (1974), esquematizado pela figura 12. Para isso, foram pesadas 2 g de cada amostra. Depois, essas porções de sedimento foram levadas à mufla em cadinhos de porcelana, onde foram submetidas à temperatura de 550 °C durante uma hora.

Ao fim desse processo, as amostras foram novamente pesadas para que fosse determinado o total de massa perdida, pois esse valor se equivale à quantidade de matéria orgânica contida na amostra de sedimento. Assim, o teor de matéria orgânica (MO) pôde ser calculado através da expressão:

$$[MO] = \frac{m_p \times 100}{m_s}$$

Onde “m<sub>p</sub>” é a matéria orgânica perdida no processo e “m<sub>s</sub>” é a massa inicial da amostra de sedimento.

Figura 12: Determinação do teor de matéria orgânica das amostras de sedimento.



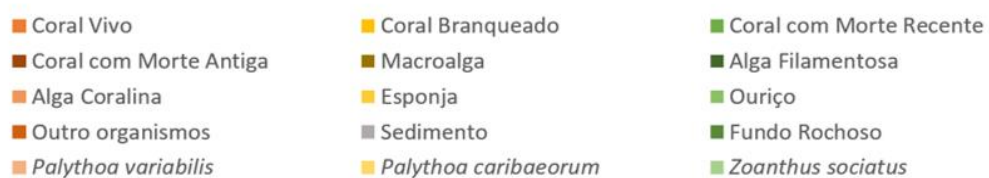
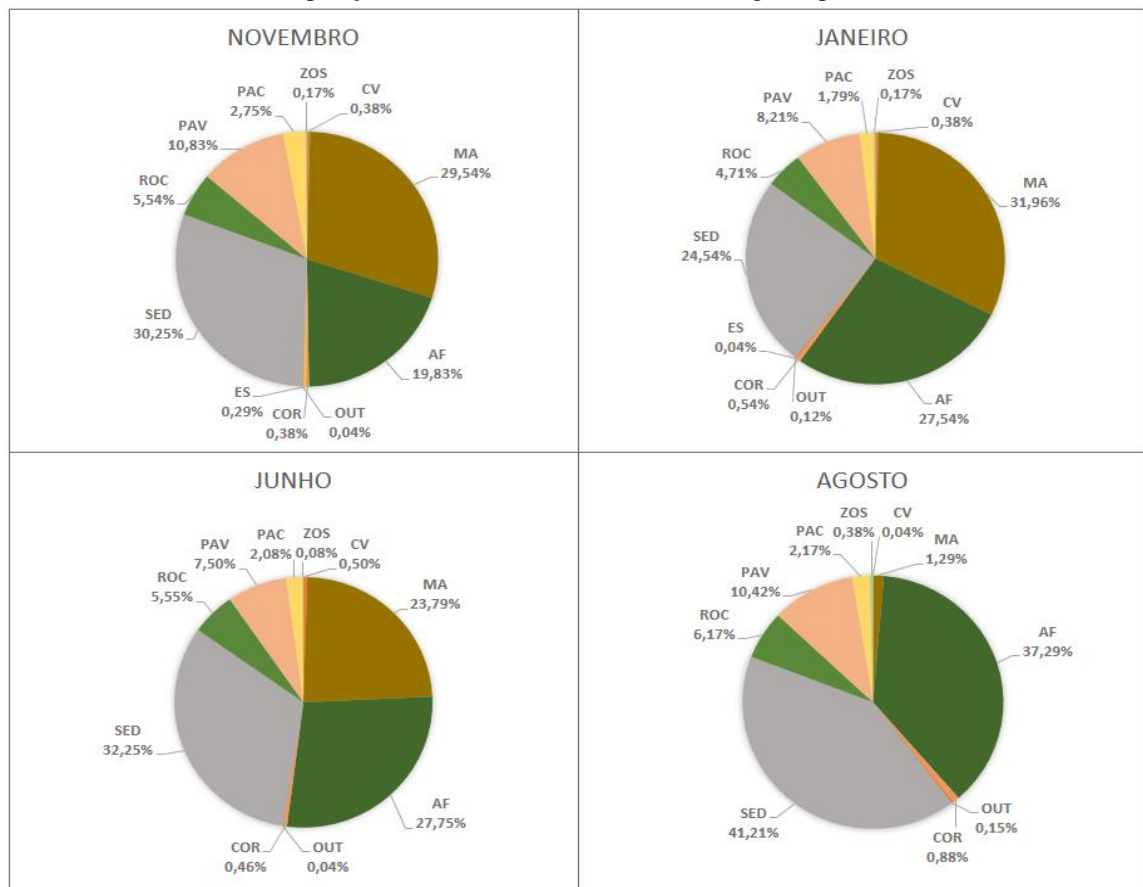
Fonte: A autora (2019).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Comunidade bentônica recifal

As macroalgas foram dominantes na maior parte do período de estudo, exceto no mês de agosto/2019 onde houve uma queda brusca (gráfico 2), enquanto que as algas filamentosas, segundo grupo mais abundante, apresentou a maior porcentagem de cobertura nesse mês. O recife comumente apresentou-se assoreado com altas taxas de cobertura variando entre ~24% e 41% (gráfico 2). Os corais e zoantídeos apresentaram baixas taxas de cobertura representando menos de 15% de cobertura dos recifes em todos os meses (gráfico 2). Dentre as espécies, *Palythoa variabilis* mostrou-se o mais abundante variando de 7,5% a 10,83% de cobertura (gráfico 2). Uma tabela com todos os valores de cobertura dos grupos morfofuncionais encontram-se no apêndice I.

Gráfico 2: Composição (%) da comunidade recifal ao longo do período de estudo.

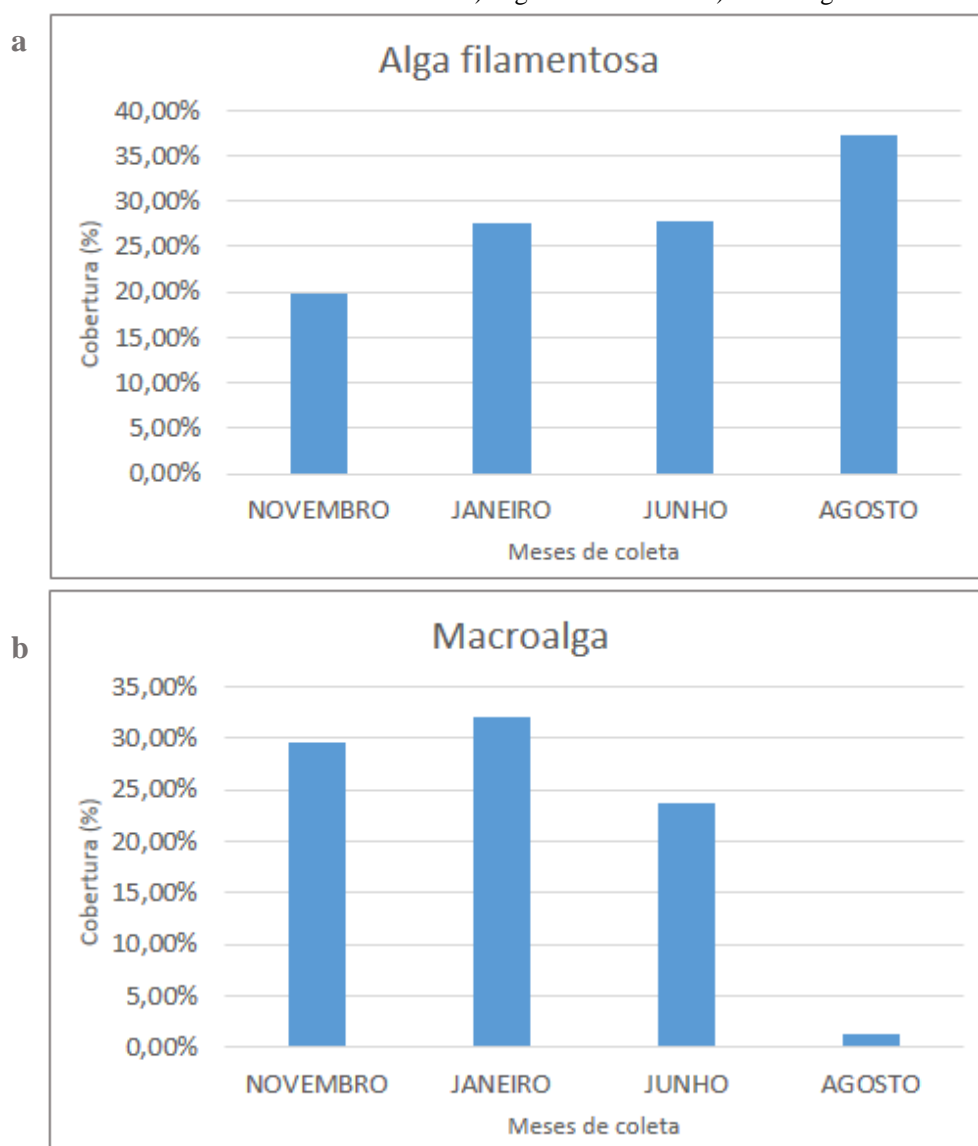


Fonte: A autora (2019).

No gráfico 2 é possível observar a composição dos grupos morfofuncionais para cada mês de coleta. O mês de agosto/2019 foi o que mais se destacou dentre os demais, principalmente devido a elevada quantidade de sedimento e de alga filamentosa, além do baixo valor de macroalga.

Os valores de alga filamentosa apresentaram um crescimento ao longo do período de estudo, com seu ápice no mês de agosto (gráfico 3a). Em contrapartida, as macroalgas apresentaram uma queda significativa desde janeiro com 31,96%, em junho com 23,79%, até agosto, com apenas 1,29% (gráfico 3b).

Gráfico 3: Ocorrência de a) Alga Filamentosa e b) Macroalga.

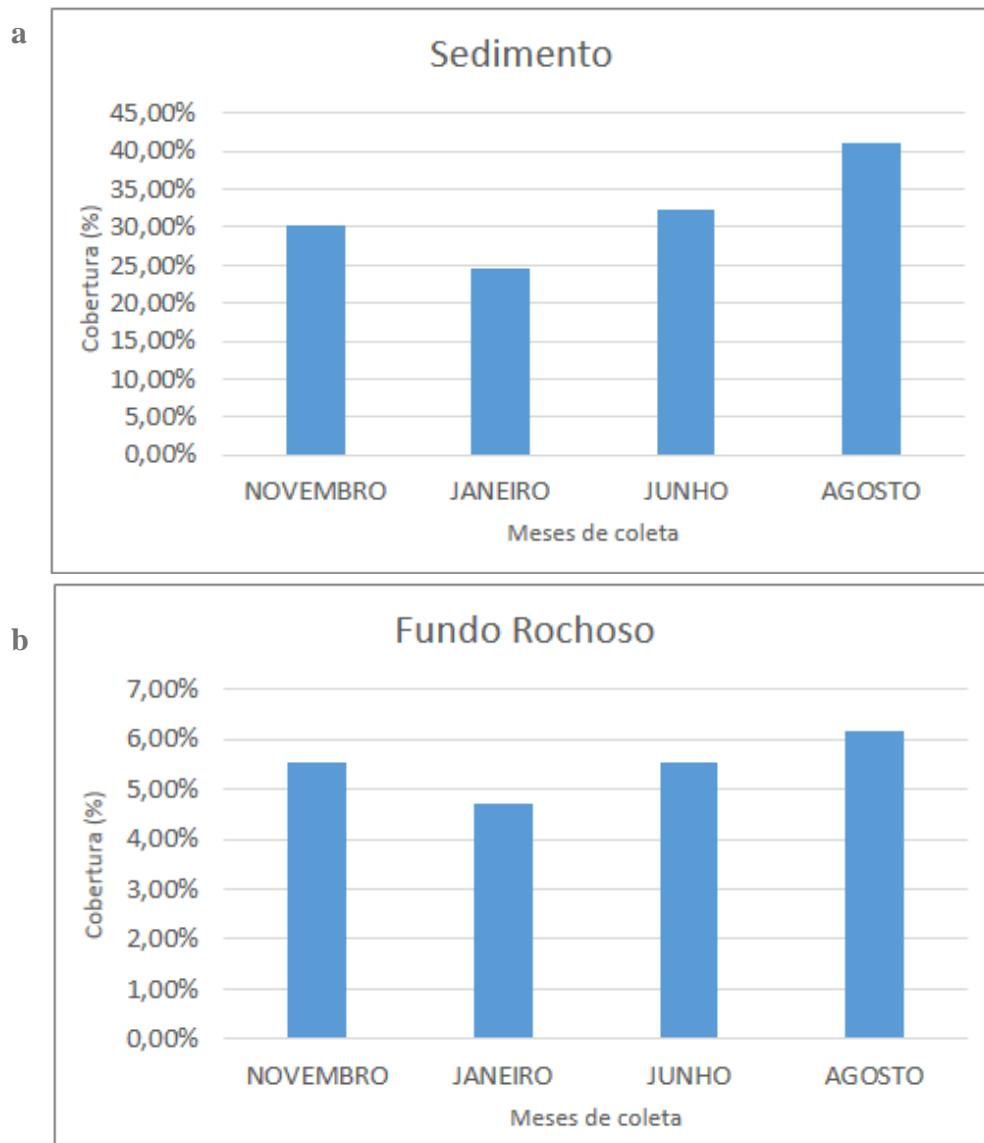


Fonte: A autora (2019).



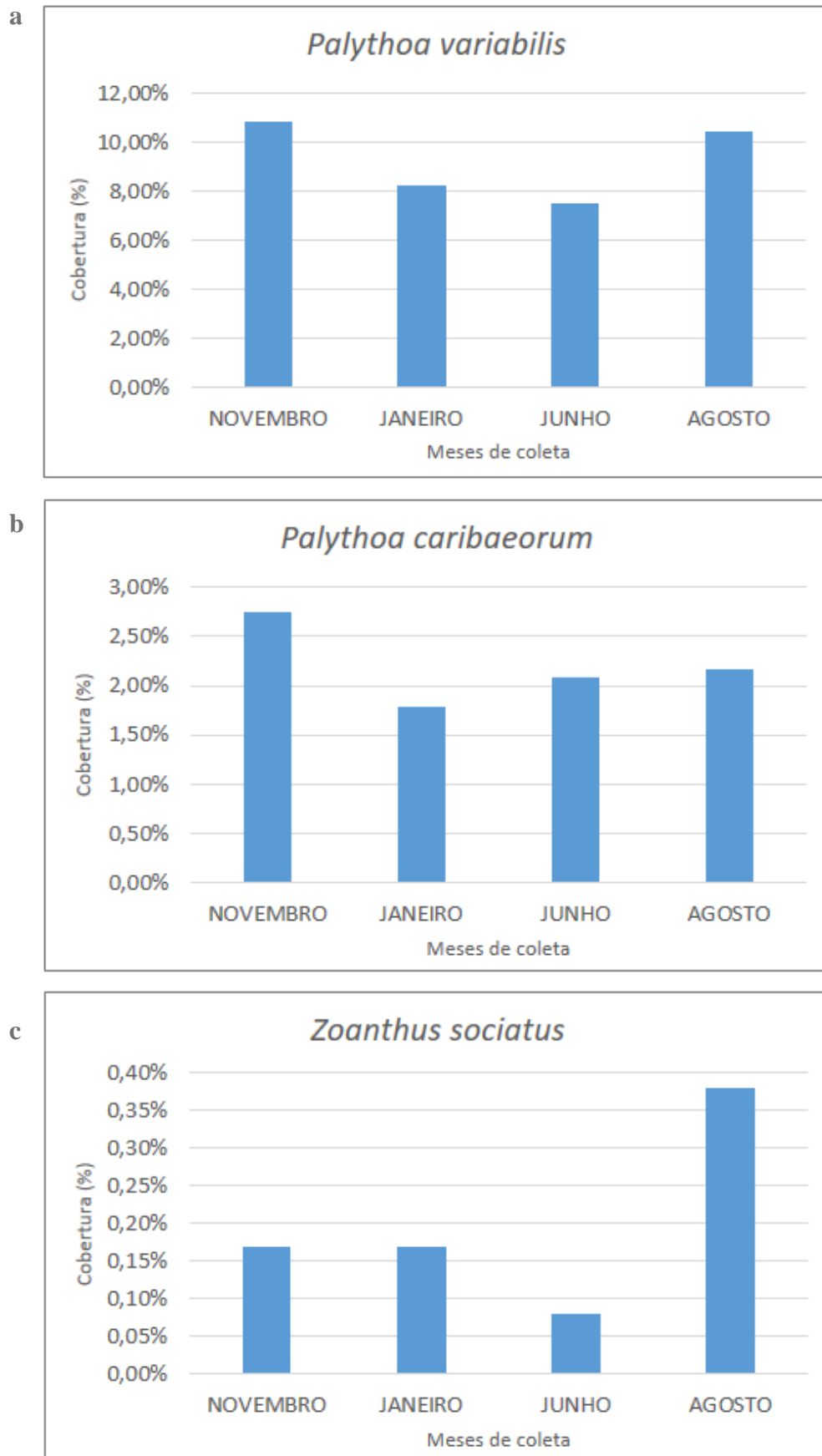
Quanto ao sedimento, sua composição sempre foi abundante, com representação mínima de 24,54% no mês de janeiro e máxima de 41,21% no mês de agosto (gráfico 4a). O fundo rochoso, arenito, matriz formadora do recife, é onde não há o assentamento ou a deposição de nenhum material, deixando exposta a rocha nua. Não houve grande variação em sua ocorrência, com mínima de 5,54% em janeiro e máxima de 6,17% em agosto (gráfico 4b). Acredita-se que os outros grupos sejam mais relevantes para a análise do recife.

Gráfico 4: Ocorrência de a) Sedimento e b) Fundo Rochoso.



Fonte: A autora (2019).

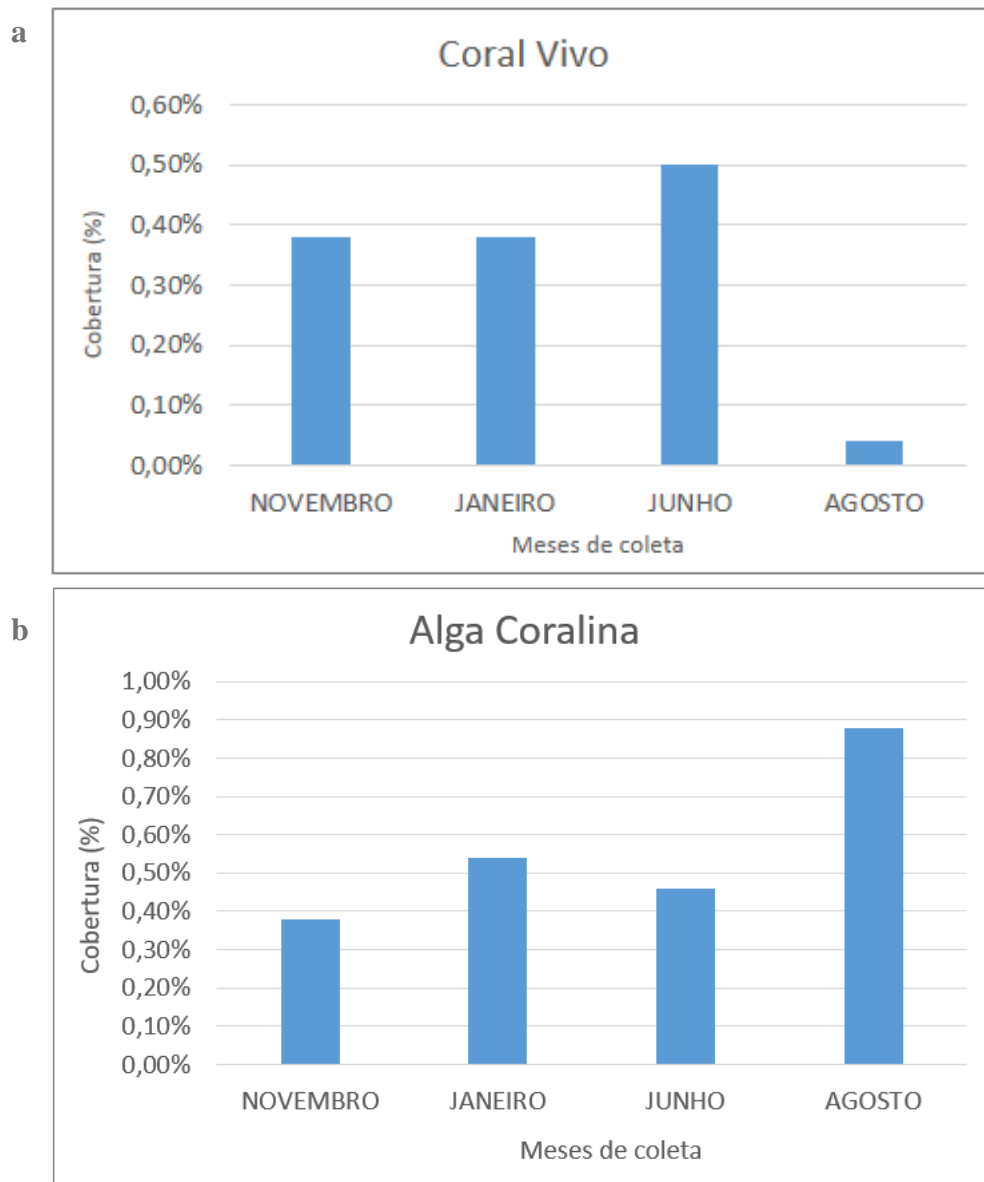
Os corais moles sofreram discretas variações ao longo do período de estudo (gráfico 5a). *Palythoa variabilis*, o mais representativo dentre os corais, apresentou maior abundância no mês de novembro/2018, com 10,42%, e mínima em de junho/2019, com 7,5%. Já o *Palythoa caribaeorum*, também apresentou máxima no mês de novembro/2018, com 2,75% de cobertura, e mínima no mês de janeiro, com 1,79% (gráfico 5b). Quanto ao *Zoanthus sociatus*, sua ocorrência nos transectos era quase nula, uma vez que seu percentual de cobertura nunca ultrapassou 0,38%, seu máximo, no mês de agosto/2019 (gráfico 5c).

Gráfico 5: Ocorrência de a) *Palythoa variabilis*, b) *Palythoa caribaeorum* e c) *Zoanthus sociatus*.

Fonte: A autora (2019).

O coral escleractíneo da área de estudo, *Siderastrea cf. stellata*, obteve baixa cobertura na área, com variação entre 0,04% e 0,5% (gráfico 6a). Suas ocorrências eram pontuais e, com a hidrodinâmica local de elevada sedimentação, seus registros nunca coincidiam na mesma localização no decorrer dos meses. Isso pode ser expresso no gráfico 6a, onde obteve sua menor taxa, com apenas 0,04%, no mês de agosto/2018, quando houve maior sedimentação. Alga coralina teve baixa abundância, entre 0,38% e 0,88% (gráfico 6b).

Gráfico 6: Ocorrência de organismos bioconstrutores, com excreção de carbonato de cálcio a) Coral Vivo (*Siderastrea cf. stellata*) e b) Alga Coralina.



Fonte: A autora (2019).

Os transectos apresentaram uma significativa variação espaço-temporal, onde acredita-se que os fatores ambientais tenham sido determinantes. Ao longo da área amostral houve uma grande heterogeneidade entre os grupos e entre os próprios transectos. Uma tabela com todos os valores de percentual de cobertura dos grupos morfofuncionais por transecto está disponível no apêndice II.

O transecto 1 (gráfico 7a) apresentou uma tendência crescente quanto ao acúmulo de sedimento, com 25,67% em novembro/2018 e 38,67% em agosto/2019. Com exceção do mês de novembro/2018, foi o transecto que exibiu os maiores registros de *Palythoa variabilis*, variando de 11,5% a 18,5%. No transecto 2 (gráfico 7b) ocorreram os maiores registros de *Palythoa caribaeorum*, com variação entre 7% e 4,17%.

O transecto 3 (gráfico 8a) obteve em janeiro e agosto de 2019 os maiores registros de alga filamentosa do período de estudo, com 43,5% e 47%, respectivamente. Sedimento apresentou uma cobertura relativamente baixa se comparada aos outros transectos e que, com exceção do mês de novembro/2018, com 39%, pouco variou, com valores entre 22% e 25,5%. O transecto 4 (gráfico 8b) se destacou dentre os demais nos meses de novembro/2018 e janeiro/2019, devido a sua elevada cobertura de macroalga (50,17% e 70%) e baixa de alga filamentosa (13% e 8,33%) e de sedimento (24,17% e 19%). Para os meses seguintes, junho e agosto de 2019, houve uma clara sucessão ecológica, com a maior predominância de alga filamentosa (32,5% e 34,33%) e de sedimento (38,83% e 53,66%), enquanto ocorria uma redução na cobertura de macroalga (22,33% e 2,17%). Este foi o transecto que apresentou os menores registros de *Palythoa variabilis*, com valores variando entre 1,67% a 6%.

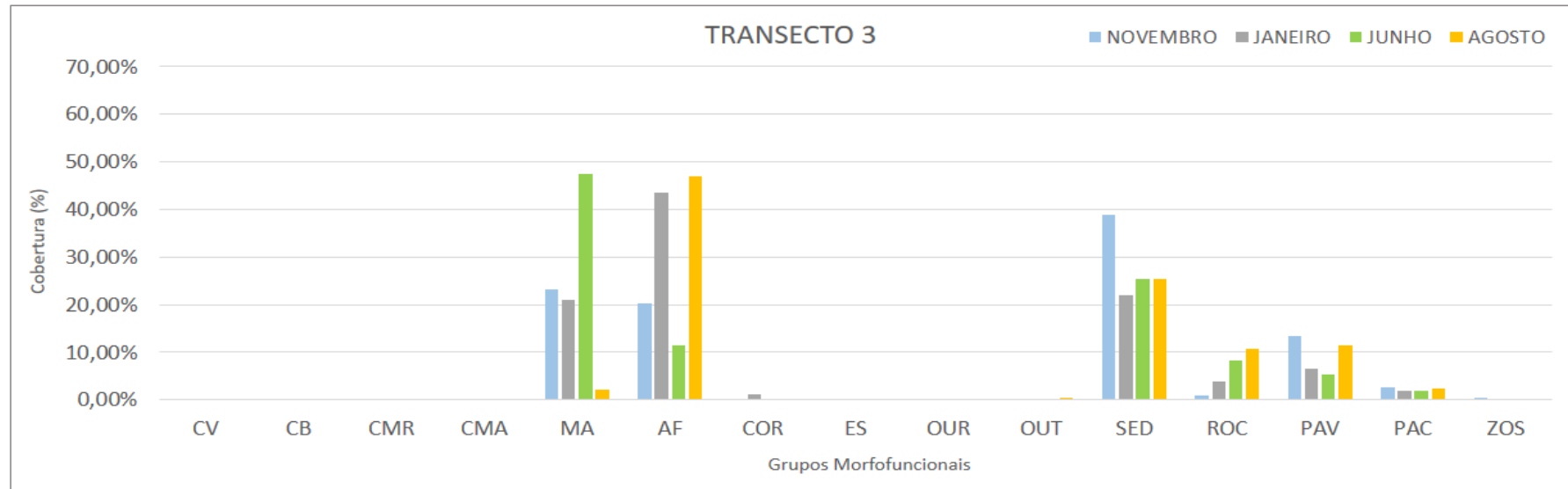
Gráfico 7: Porcentagem de cobertura dos grupos morfofuncionais para os transectos a) 1 e b) 2.



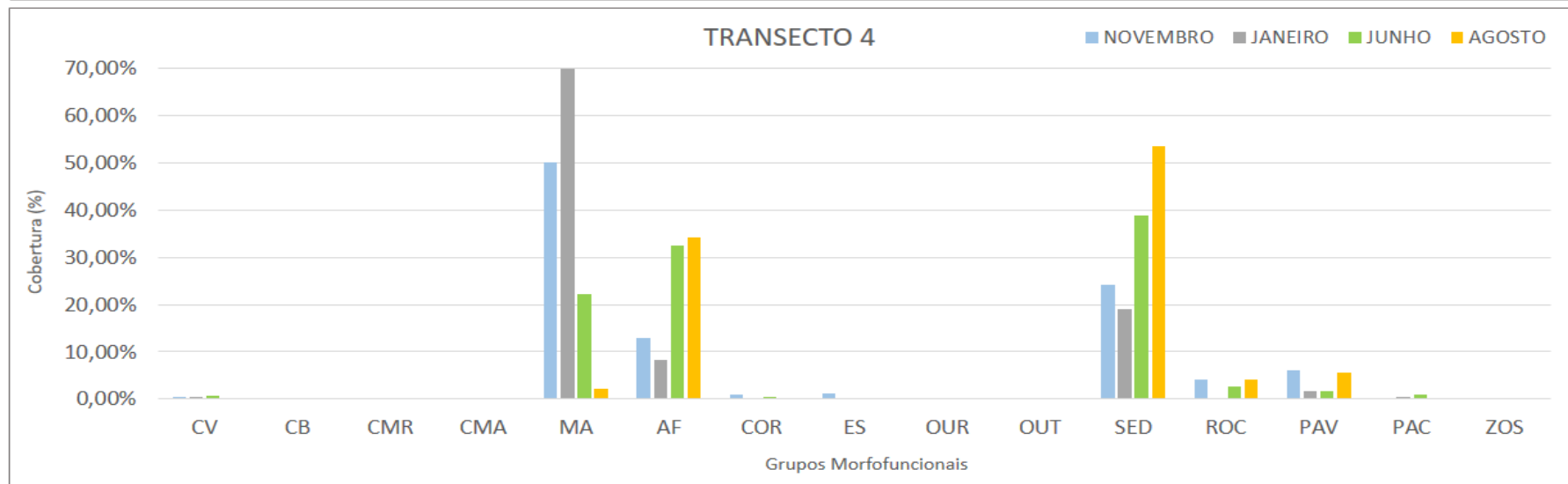
Fonte: A autora (2019).

Gráfico 8: Porcentagem de cobertura dos grupos morfofuncionais para os transectos a) 3 e b) 4.

a



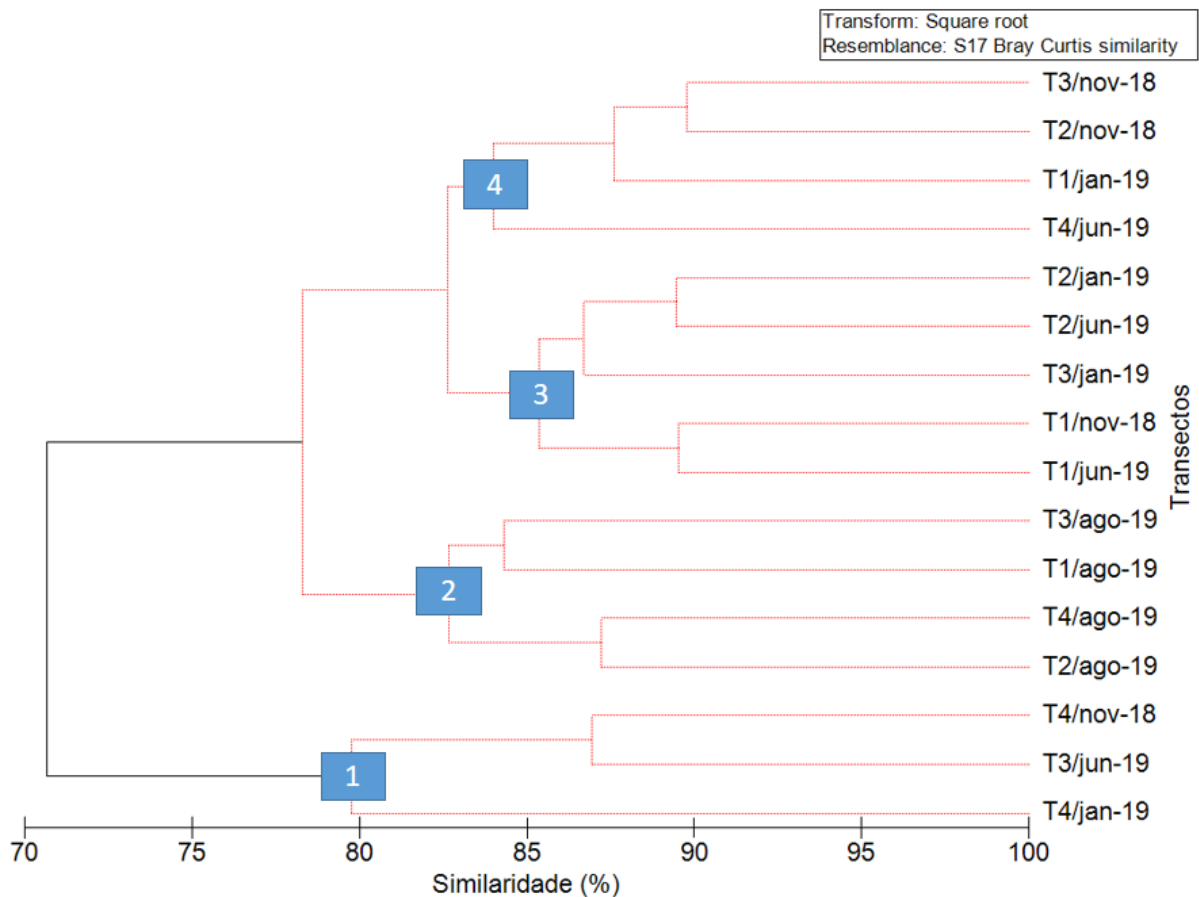
b



Fonte: A autora (2019).

Pelo índice de similaridade de Bray-Curtis foi possível fazer a distinção entre os transectos e analisar a variação espaço-temporal por meio dos dados gerados na figura 13. De antemão é possível fazer a distinção entre 4 grupos.

Figura 13: Índice de similaridade de Bray-Curtis entre os transectos.



Fonte: A autora (2019).

O primeiro, com cerca de 80% de similaridade, é referente aos transectos de número 4 dos meses de novembro/2018 e janeiro/2019 e ao transecto 3 de junho/2019. Esse grupo se diferenciou dos demais devido ao elevado percentual de macroalga, entre 47,5% e 70%, e baixo de alga filamentosa, entre 13% e 8,33%.

O segundo grupo engloba todos os transectos de mês de agosto, com mais de 80% de similaridade. Este foi um mês atípico dos demais devido a quase insignificante cobertura de macroalgas, cerca de 0,83%-2,17%, e a elevada abundância de alga filamentosa, entre 31,33% e 47%. Isso, combinado à elevada taxa de sedimentação local, entre 25,5% e 53,66%.



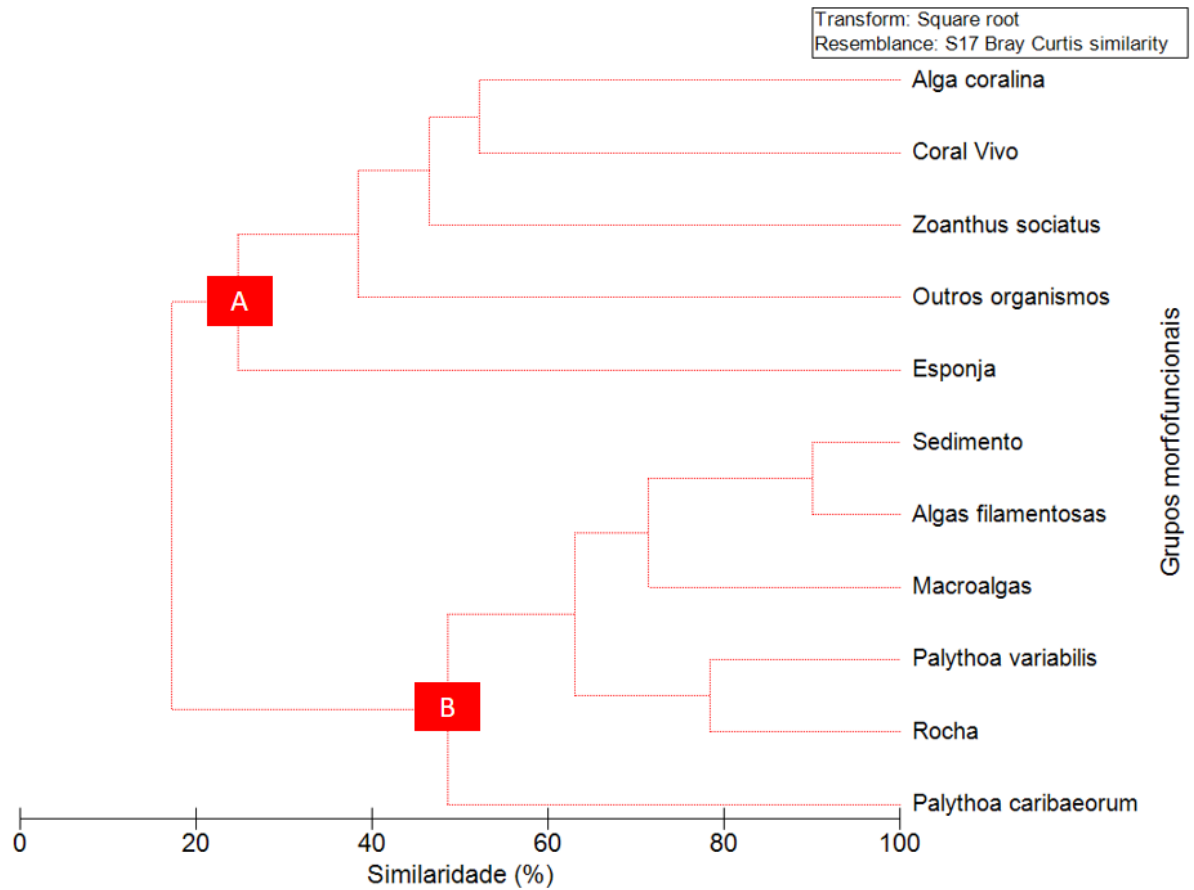
O terceiro grupo é referente aos transectos 1 e 2 de junho/2019, transectos 2 e 3 de janeiro/2019 e transecto 1 de novembro/2018, com mais de 85% de similaridade. Esse grupo se diferencia dos demais pela elevada cobertura de alga filamentosa, entre 27,17% e 43,50%.

Já o quarto grupo, com mais de 90% de similaridade, envolve os transectos 2 e 3 de novembro/2018 e o transecto 1 de janeiro/2019. Eles coincidem pelas elevadas taxas de sedimentação, entre 29,83% e 39%, e por agrupar as maiores coberturas do coral mole *Palythoa variabilis*, entre 12,5% e 18,5%. O transecto 4 de junho/2019 ficou fora deste conjunto, porém apresentando quase 90% de similaridade, devido ao baixo valor de *Palythoa variabilis* (1,67%).

Para os grupos morfofuncionais, foi usado o mesmo índice de similaridade, só que com enfoque nos organismos e grupos-chave do estudo. Foram identificados cerca de 2 grupos os quais ocorriam no mesmo espaço, como poder representado na figura 14.

Foram formados dois grupos principais chamados de A e B (Figura 14). No grupo A, temos, no geral, organismos pouco abundantes e que ocorrem juntos, enquanto ocorre a situação contrária no grupo B, formado por organismos mais abundantes no ambiente recifal. Com isso, destacam-se algumas interações: No grupo A, co-ocorrem as algas coralinas e os corais que são os principais construtores carbonáticos na área, porém com baixa abundância. No grupo B destaca-se o grupo formado pelas macroalgas, sedimentos e algas filamentosas com cerca de 70% de similaridade. Além disso, sedimento e algas filamentosas tem uma similaridade de 85%. No grupo B também ocorrem os zoantídeos *Palythoa caribaeorum* e *Palythoa variabilis*, os cnidários mais abundantes do recife.

Figura 14: Índice de similaridade de Bray-Curtis entre os grupos morfofuncionais.



Fonte: A autora (2019).

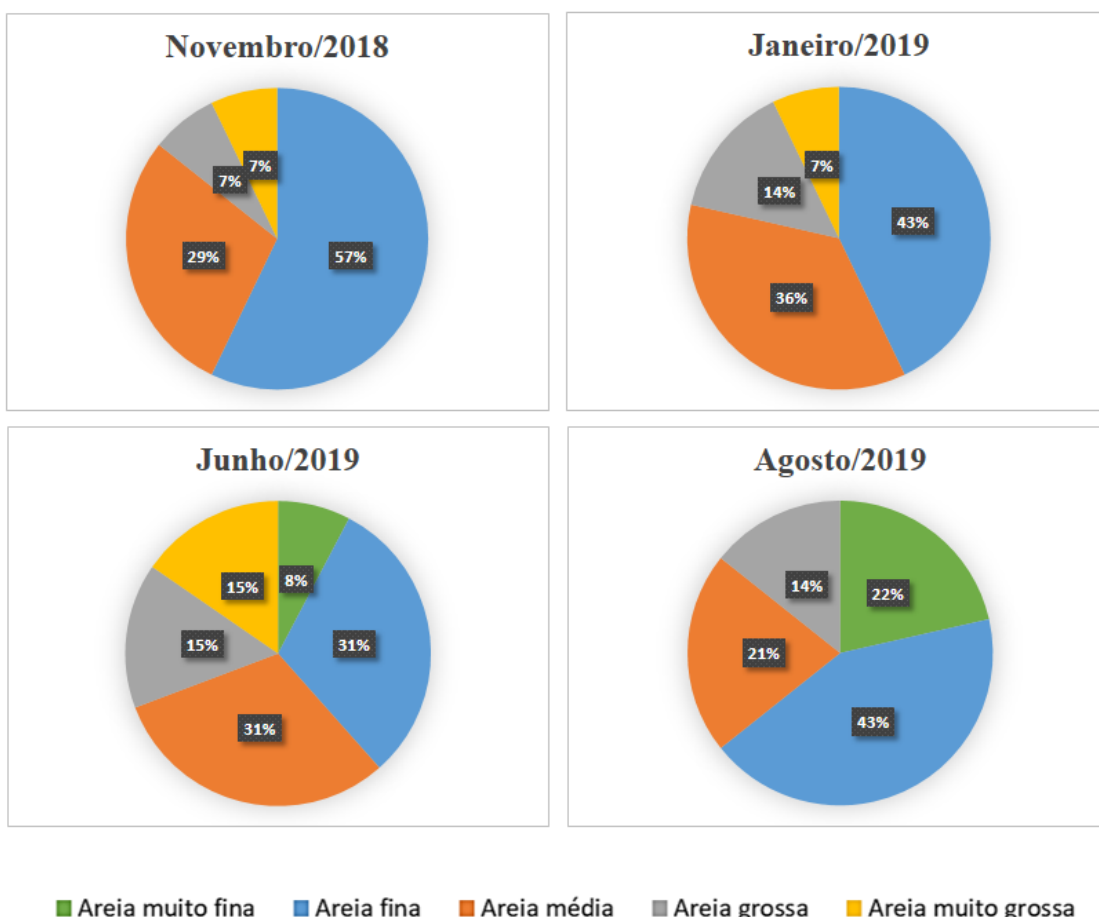
## 4.2 Material inconsolidado

### 4.2.1 Classificação pela média

No gráfico 9 é possível observar a composição sedimentológica ao longo dos meses de pesquisa, por meio da classificação pela média. Sua granulometria vai desde areia muito fina até areia muito grossa. A presença dos dois grupos durante o mesmo período de amostragem só ocorre no mês de junho.

O sedimento sobre o recife de arenito é composto principalmente por areia fina que variou de 31% a 57%. A areia média constitui o segundo principal componente do sedimento sobre o recife, variando de 21% a 36%. Areia grossa não teve variações significativas ao longo do período de estudo, com mínima de 7% e máxima de 15%. A areia muito fina foi restrita a dois meses, porém possivelmente aumentando entre junho (8%) a agosto (22%). No mês de agosto não houve registro de areia muito grossa devido a deposição de areia muito fina, representando cerca de 22%.

Gráfico 9: Classificação pela média da granulometria.



Fonte: A autora (2019).

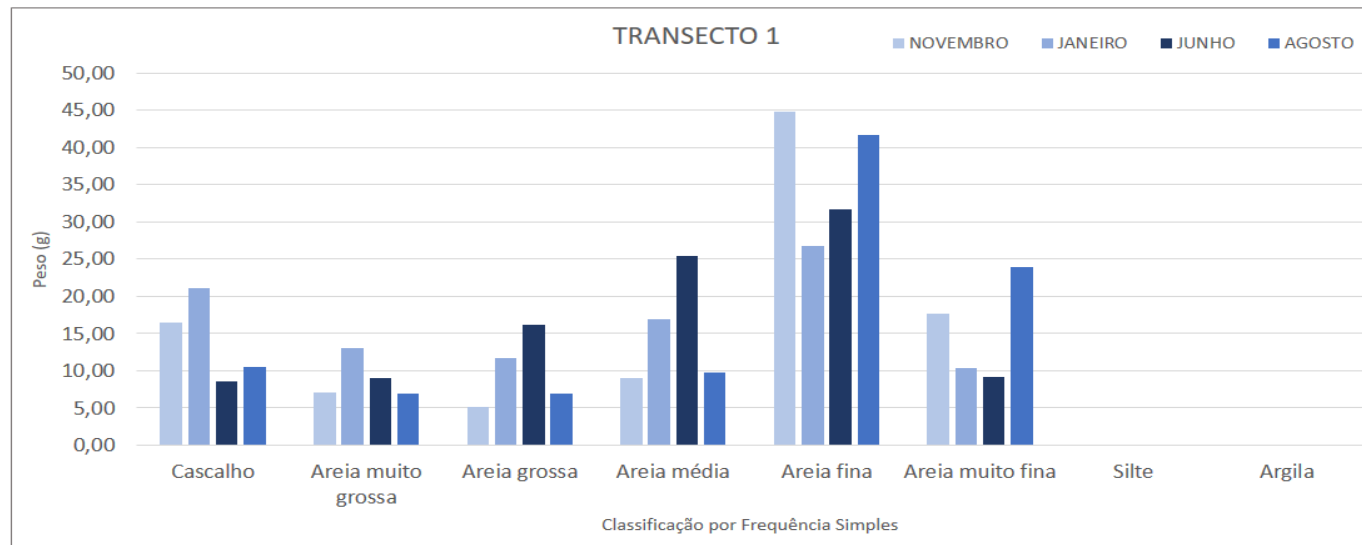
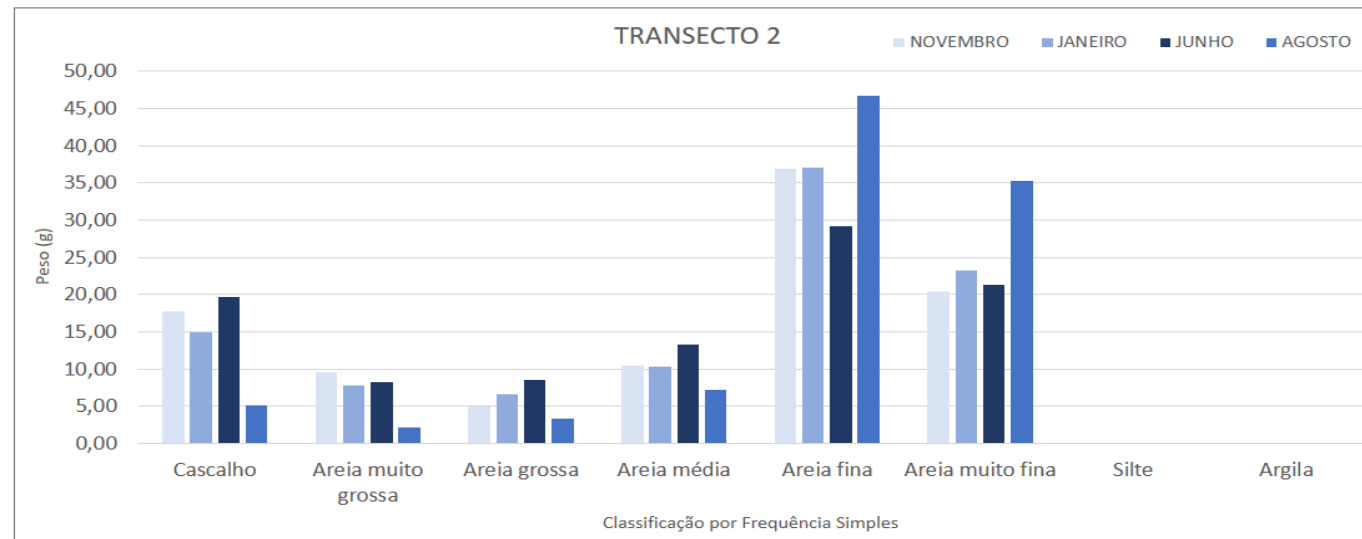
#### ***4.2.2 Classificação por frequência simples***

A composição dos transectos é constituída em sua grande parte por areia fina, em alguns chegando até mais de 50%. Os valores variam ao longo dos meses, e são mais abundantes em determinados transectos do que em outros, evidenciando uma grande heterogeneidade espacial, com valores que variam desde 26,78 g a 53,83 g.

O transecto 1 (gráfico 10a) se destaca entre os demais por apresentar os maiores registros de areia grossa, com valores entre 5,10 g e 16,13 g. Nesse transecto houve o maior valor de cascalho registrado ao longo do período de estudo, no mês de janeiro/2019, com 21,06 g, mais do que nos outros 3 transectos deste mês somados. O transecto 2 (gráfico 10b) obteve o maior registro de areia muito fina do período de estudo, com 35,30 g, em agosto/2019. Também foi o transecto com maior abundância e que sofreu menor variação para este último, com valores entre 20,44 g e 23,27 g.

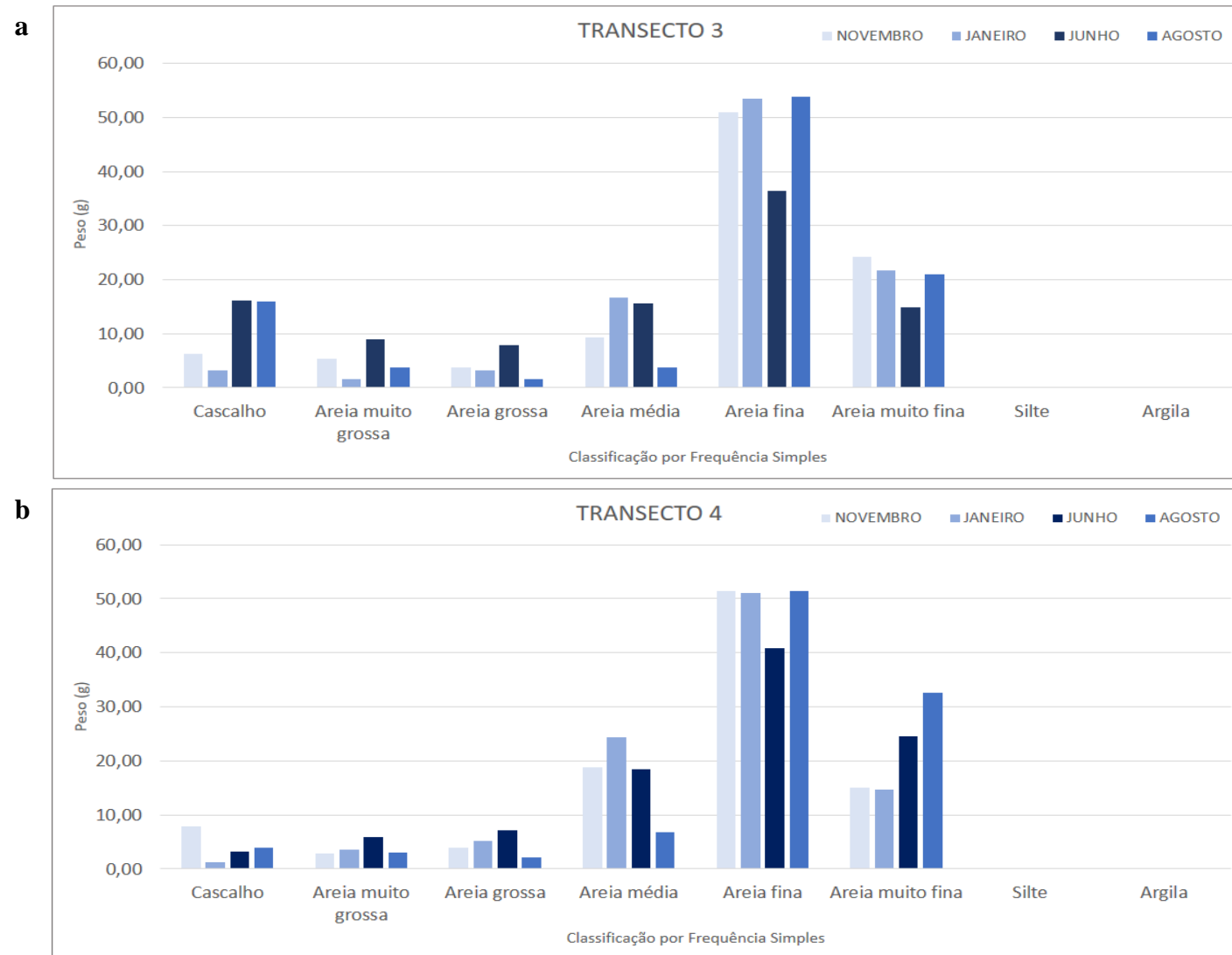
O transecto 3 (gráfico 11a) se destacou pela elevada abundância de areia fina, registrando os maiores valores nos meses de janeiro e agosto de 2019, com 53,58 g e 53,83 g, respectivamente. O transecto 4 (gráfico 11b) também teve grande abundância de areia fina e, apesar de ter registrado o valor máximo apenas no mês de novembro/2018 (51,38 g), foi o que apresentou a menor variação ao longo do período de estudo, com valores entre 40,80 g e 51,46 g. Sua composição de cascalho e areia muito grossa foram as menores dentre os transectos, com valores variando entre 1,23 g e 7,96 g para a primeira e entre 2,92 g e 5,95 g para a segunda.

Gráfico 10: Classificação por Frequência Simples da granulometria para os transectos a) 1 e b) 2.

**a****b**

Fonte: A autora (2019).

Gráfico 11: Classificação por Frequência Simples da granulometria para os transectos a) 3 e b) 4.

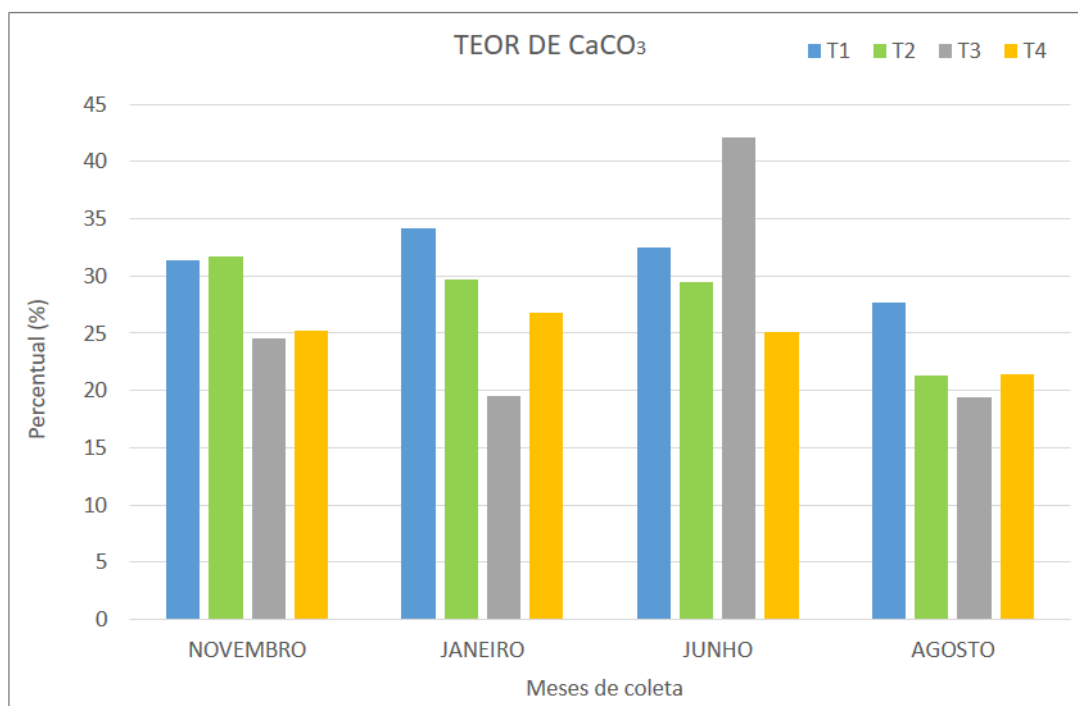


Fonte: A autora (2019).

### 4.2.3 Teor de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ )

Os teores de  $\text{CaCO}_3$  foram medidos ao longo dos transectos e seus resultados expressam, em sua maioria, uma pequena variação espaço-temporal, como pode ser observado no gráfico 12. Com exceção do mês de junho, onde o transecto 3 apresentou um valor anormalmente elevado, cerca de 42%, o padrão mais recorrente era o de que, em ordem decrescente, o teor de  $\text{CaCO}_3$  era maior no transecto 1, logo seguido pelo transecto 2, transecto 4 e, por fim, o de número 3. O mês de agosto se destaca por apresentar os valores mais baixos de teor de  $\text{CaCO}_3$  durante o período de estudo, com teor máximo de 27% no transecto 1 e mínimo de 19% no transecto 3. Os valores do teor de  $\text{CaCO}_3$  estão na tabela 10 no apêndice IV.

Gráfico 12: Teor de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) (%).

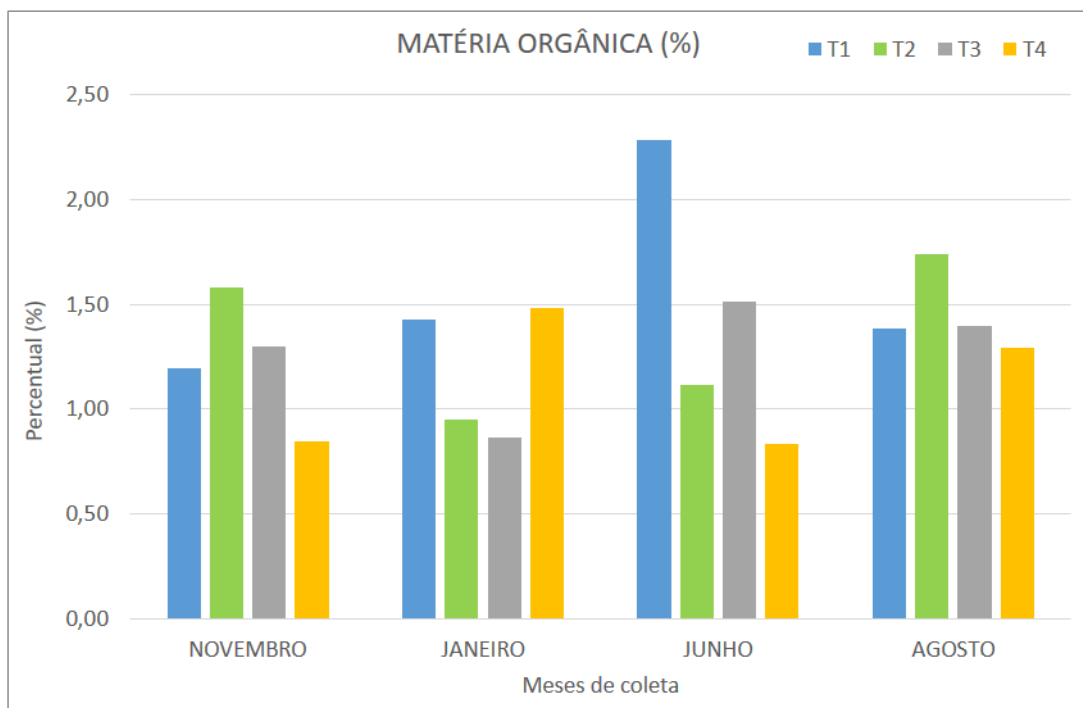


Fonte: A autora (2019).

#### 4.2.4 Teor de matéria orgânica (MO)

O percentual de MO indica uma variação espacial ao longo dos transectos, assim como, temporal, ao longo dos meses (gráfico 13). Janeiro/2018 foi o mês com os menores índices de matéria orgânica. O mês de junho se caracterizou por um valor anormalmente elevado no transecto 1, com 2,28%. No mês de agosto, os valores entre os transectos pouco variaram (1,38% a 1,74%). Os valores do teor de matéria orgânica estão na tabela 11 no apêndice V.

Gráfico 13: Percentual de matéria orgânica (MO) no sedimento (%).



Fonte: A autora (2019).



## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Efeitos da sedimentação

Ao longo de toda a área de estudo a presença de sedimento sempre foi abundante, chegando a representar 41,21% do percentual de cobertura do mês de agosto/2018 (gráfico 2). O transporte de sedimentos na zona costeira é o resultado da ação de um série de agentes que fornecem ao sistema determinado conteúdo energia que, no caso de fundos formados por material sedimentar não consolidado, isso se traduz em um movimento de sedimentos e a modificação da orla costeira (MAIA, 1998).

A Plataforma Continental Nordeste do Brasil é uma região que suporta grande variação sazonal no aporte fluvial. Há existência de muitos rios intermitentes ao longo do litoral dessa região, devido ao padrão de aridez vinculado a tipos climáticos diferentes (e.g. semi-árido, tropical de monção e tropical com verão seco) (OLIVEIRA, 2018). No gráfico 1 há a média mensal da pluviosidade (mm) registrada para a área de estudo (FUNCEME, 2019).

No gráfico 4 é possível observar um padrão crescente no percentual de cobertura de sedimento ao longo dos meses de coleta, com exceção do mês de janeiro/2018 que apresentou a menor cobertura, com 24,5%. Este foi o mês com o maior registro de pluviosidade, cerca de 111.2 mm (gráfico 1).

Isso ocorre, pois, apesar do elevado índice pluviométrico em janeiro, como rios típicos da região semiárida (OLIVEIRA, 2018), os corpos hídricos da área de estudo se caracterizam pelo regime intermitente, onde a pluviosidade só é relevante e efetiva no aporte sedimentar após certo período de ocorrência. Além disso, os rios da região nordeste sofrem com o impacto antrópico na construção de barragens, onde reduz esse aporte do continente para o oceano (MARENGO et al., 1998).

No gráfico 9 é registrada a presença de areia muito fina somente nos meses de junho e agosto de 2018, final do período chuvoso (gráfico 1). Viana et al., (2005) também só obteve registro de granulometria fina na praia da Pedra Rachada durante o período chuvoso. Isso, segundo os autores, se deve ao aumento do aporte sedimentar de origem continental proveniente dos corpos hídricos locais que carrearam uma grande quantidade de sedimento para a costa da área de estudo. Carvalho et al., (2006) encontrou, segundo a classificação sedimentológica da textura de Folk (1957), areia fina, moderadamente selecionada, mesocurtica e com uma assimetria muito negativa. Sousa et al., (2006) registrou uma variação na composição da granulometria entre areia fina a areia muito grossa. Os resultados desta pesquisa e destes autores indicam que existe uma marcada heterogeneidade espacial e temporal nos tipos e características texturais dos sedimentos no recife de arenito analisado.

Devido a esta elevada sedimentação de granulometria fina, não há ocorrência de areia muito grossa (gráfico 9) no mês de agosto/2019, composta por detritos de conchas de moluscos, carapaças de decápodes e estruturas de coral escleractíneo mortos. Isso pode ser evidenciado pelo gráfico 12, onde os teores de  $\text{CaCO}_3$  são os menores registrados ao longo do período de estudo. A individualidade dos padrões sedimentológicos registrados para este mês é expresso na figura 13, onde todos os transectos de agosto/2019 se agruparam, um conjunto com mais de 80% de similaridade entre si.

De modo equivalente, o teor de matéria orgânica foi mais elevado no mês de agosto (gráfico 13). Os rios transportam água, sedimentos, nutrientes e grandes quantidades de material dissolvido e particulado dos continentes para os oceanos, exercendo dessa forma um importante papel nos ciclos biogeoquímicos terrestres (DAI et al. 2009). Segundo Quintana (2008), a qualidade e quantidade da matéria orgânica sedimentar da área de estudo podem ser diretamente influenciadas pela distância da costa e características hidrodinâmicas dos recifes. Segundo a mesma autora, os aportes fluviais podem exercer influência na disponibilização de nutrientes para a produção primária e introdução de material terrestre para pool de matéria orgânica dos sedimentos. A areia muito fina registrada nos meses de junho e agosto de 2019 são de origem continental, conferindo à região de estudo, um ambiente praiial, uma areia lamacenta e lodosa onde os banhistas afundavam imediatamente e tronava difícil o acesso ao recife.

A composição dos transectos também variou consideravelmente ao longo do período de estudo, como pode ser descrito pelos gráficos 9, 10 e 11. Essa descrição sedimentológica é importante, pois evidencia uma grande variedade espacial e temporal, na qual os transectos, constituídos em sua grande parte por areia fina, têm sua abundância alterada pelos fatores ambientais que atuam na região.

Assim, o recife de arenito tem uma porção significativa da sua área assoreada e com quantidades distintas ao longo do ano e em zonas do recife. Além disso, distintas granulometrias e características texturais dos sedimentos, provindos de rios e dunas, alteram as características sedimentológicas qualitativas sobre estes recifes mesmo em uma zona dinâmica como a região entremarés. Vale ressaltar que não é conhecido nenhum trabalho de hidrodinâmica da praia da Pedra Rachada que especifique como se dá a deposição desses sedimentos no platô recifal.

## 5.2 Elevada abundância de macroalgas e algas filamentosas

Os resultados do percentual de cobertura apresentaram uma dominância de algas filamentosas e macroalgas no recife, chegando a totalizar quase 60% da cobertura do mês de janeiro (gráfico 2). Esses dados corroboram com as taxas encontradas por Portugal et al., (2016), onde a maior parte da cobertura bentônica se dava pela presença de macroalgas, especialmente *Ulva lactuca*, *Sargassum vulgare* e *Hypnea musciformes*. Na figura 15, há o registro de algas observadas pela a autora na área de estudo. Contudo, não era o objetivo deste trabalho identificar as algas a nível de espécie, apenas o percentual de cobertura dos grupos.

A estrutura das comunidades macrobênticas segue um ciclo anual de variação, conduzido pelos estresses físicos e maior disponibilidade de materiais orgânicos frescos (QUINTANA, 2008). Diversos estudos evidenciam a zonação de macroalgas ao longo do mesolitoral e dentre eles, o fator com maior destaque que determina esta heterogeneidade tem sido a exposição a dessecação (RIBEIRO et al., 2008; BARRADAS et al., 2010). As alterações ambientais como pluviosidade, hidrodinâmica e o aporte de nutrientes local influenciaram diretamente na sedimentação alterando, conseqüentemente, o crescimento e as relações inter e intra-específicas entre os organismos. Rabelo et al., (2015) determinou uma grande ocorrência de macroalgas em todo a área de estudo, especialmente no mesolitoral, com maior abundância no mesolitoral médio. Vasconcelos et al., (2013) analisaram a ocorrência ao longo de um recife em busca de variações nos padrões de zonação no período seco e chuvoso. Verificou-se uma maior frequência das algas em geral, devido ao maior grau de insolação e menor índice pluviométrico médio (CAVALCANTI & KEMPF, 1967-69).

Figura 15: Prancha com as espécies de alga registradas na área de estudo: A) *Ulva lactuca*; B) *Caulerpa racemosa*; C) *Caulerpa parvifolia*; D) *Gracilaria* sp.; E) *Clorophyceae* sp.; F) *Rhizoclonium* sp. G) *Gracilaria* sp. H) *Gracilaria* sp. I) *Amansia mutifida* J) 1. *Pterocladia* sp. e 2. *Pterocladia* sp.; K) *Rhodophyceae* sp.; L) *Dictyopteris* sp.; M) *Padina* sp.; N) 1. *Hapalidiales* sp. e 2. alga calcária articulada O) *Corallina officinalis*.



Fonte: Elaborada pela a autora (2019).

Algo que se obteve destaque durante o estudo foi o baixo percentual de macroalgas no mês de agosto, cerca de 1,29% (gráfico 3). No segundo semestre do ano, a costa cearense tem seu regime de ventos intensificado pela ação dos ventos alísios de sudeste (CLAUDINO-SALES, 1993; e MAIA, 1998), com velocidade média de cerca de 8 m/s. Isto, na hidrodinâmica local do recife, afeta o assentamento das macroalgas, podendo ser esta a causa dos baixos valores de ocorrência desse grupo.

Marques & Creed (2008) apontam que a ocorrência e a permanência, assim como a biomassa e sua produção, variam se as populações seguem ciclos anuais ou perenes de crescimento. Magalhães et al., (1997) descrevem que tanto os valores morfológicos como a biomassa das macroalgas estão diretamente influenciados pelas condições locais. Certas espécies ocorrentes no ambiente entremarés possuem adaptações que as tornam mais resistentes à dessecação e como elas tem épocas de florações anuais devido eventos reprodutivos. Isso é outra hipótese que justifica a queda no percentual de macroalgas durante o período de estudo, com o seu valor mínimo no mês de agosto de 2019 (gráfico 3b).

Outro fator que merece destaque é o elevado percentual de algas filamentosas para este mês, com 37,29% (gráfico 2). Os sedimentos costeiros têm um papel fundamental no ciclo global do carbono, pois recebem grandes quantidades de material orgânico, os quais podem ter origens distintas (BERNER, 1982; HEDGES & KEIL, 1995). Em regiões onde há elevada deposição de material autóctone, a contribuição alóctone terrígena é relativamente importante, devido aos aportes de materiais fluviais, além de produtos antropogênicos (DELL'ANNO et al., 2002). Com a elevada taxa de pluviosidade ocorrida no primeiro semestre (gráfico 1), o suprimento de nutrientes advindo desse aporte favoreceu o crescimento de algas filamentosas podendo ser esta a causa de sua cobertura elevada (gráfico 2a) (JOMPA & MACCOOK, 2003).

Mudanças de fase em um ecossistema recifal são caracterizadas pela passagem de um estágio de dominância para estágios alternativos de depauperação de corais e aumento da cobertura de algas (DONE, 1992; MUMBY, 2009) e outros organismos não construtores de recifes, como ouriços, esponjas, octocorais e zoantídeos (NORSTRÖMET al., 2009). Independente das causas e magnitudes, o fenômeno é mediado por uma competição de interferência por espaço e de exploração por luz entre corais e algas, com mecanismos de inibição que ocorrem no seu contato direto e/ou indiretamente (MACCOOK et al., 2001; RIVER e EDMUNDS, 2001; JOMPA e MACCOOK, 2003a; TITLYANOV e TITLYANOVA, 2008). A alta abundância de algas nos recifes do Atlântico Equatorial, pode ser em decorrência destes fatores. No entanto, não há o registro de dados pretéritos de monitoramento

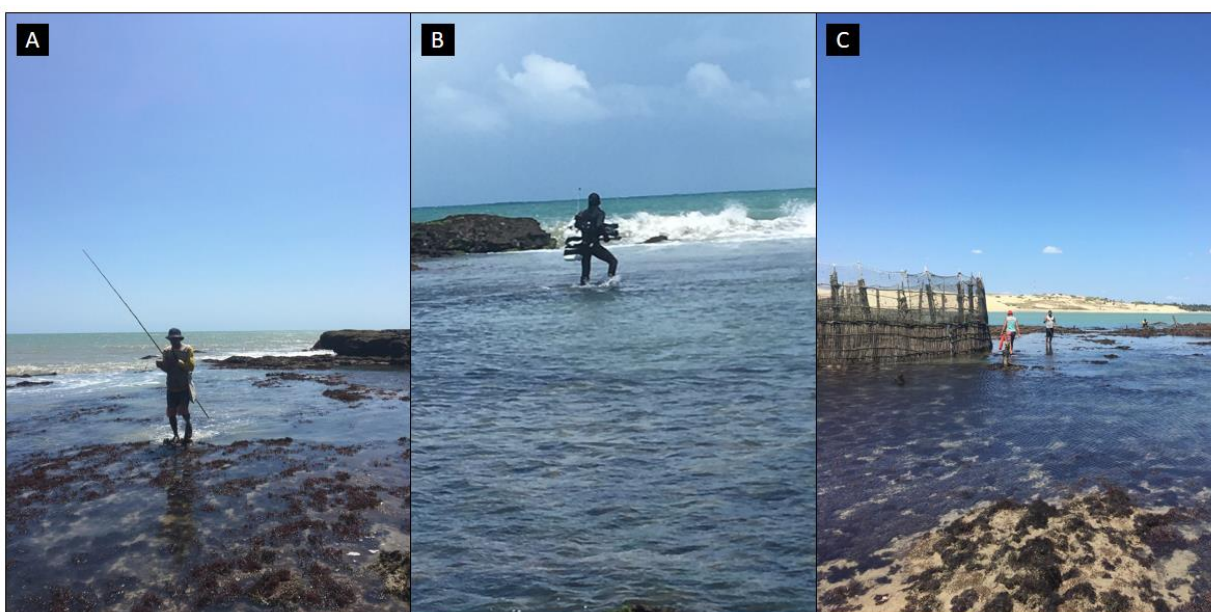
dos recifes por um período de tempo significativo o bastante para se assegurar que os recifes brasileiros estejam passando por uma mudança de fase (CRUZ et al., 2016; CRUZ et al., 2018).

Os resultados expressos na figura 13 evidenciam uma similaridade de cerca de 70% entre macroalgas e algas filamentosas, onde esta última apresentou grande correlação com sedimento (90%). Este conjunto ficou separado do grupo onde há ocorrência de coral vivo (*Siderastrea cf. stellata*) e *Zoanthus sociatus*. No entanto, apresentou cerca de 65% de similaridade com *Palythoa variabilis*. Em estudo realizado por Rabelo (2007), devido a sua menor taxa de crescimento e fraca capacidade competitiva frente aos outros zoantídeos, sua zona de ocorrência se dá na presença de grande densidade algal e de bancos de areia, onde não favorece o crescimento de colônias de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*. Assim, embora *Palythoa variabilis* seja um fraco competidor frente às outras duas espécies de zoantídeos, além de apresentar grande capacidade de colonização em ambientes desfavoráveis para os mesmos, provavelmente, essa espécie tem maior capacidade de coexistência com macroalgas (RABELO, 2007)

A competição por espaço entre algas e corais foi observada na área de estudo por Rabelo et al., (2015), mostrando que as algas são fortes competidoras por espaço tendendo a excluir os zoantídeos de sua área de abrangência. McCook et al., (2001) em uma revisão sobre o assunto, citaram os mecanismos competitivos atribuídos às algas, sendo estes: 1) crescimento sobre o coral, causando ‘sufocamento’ (e.g. TITLYANOV et al., 2007); 2) sombreamento, afetando diretamente as microalgas que vivem em simbiose com os corais, responsáveis por até 90% da sua nutrição (e.g. HIXON, 1997); 3) abrasão dos talos das algas sobre o coral, gerada pelo fluxo oscilatório da água (e.g. RIVER e EDMUNDS, 2001); 4) formação de barreira ao assentamento de novos indivíduos de corais; e 5) uma ‘descamação’, considerada um mecanismo de defesa contra colonização epibiótica (e.g. LITTLER e LITTLER, 1999). Sebens e Johnson (1991) citaram ainda a modificação do regime hidrodinâmico provocado pelas algas, ocasionando maior deposição de sedimento sobre os corais e menor obtenção de alimento pelos mesmos. Smith et al., (2006) consideraram também como um mecanismo competitivo a atividade microbiana proporcionada pelos componentes difusíveis produzidos pelas algas, causando doenças nos corais. Vale ressaltar que a relação entre algas e corais é mutuamente negativa, ou seja, os últimos também apresentam estratégias competitivas potenciais, as mesmas citadas para algas por McCook et al., (2001) e mais a ação pungente dos cnidócitos pelo contato com seus tentáculos (e.g. RIVER e EDMUNDS, 2001).

A área de estudo é caracterizada pela pouca ocupação urbana, sendo frequentada, principalmente, por moradores locais (RABELO, 2007). A estrutura oferecida pelos recifes de arenito funciona como uma importante fonte de alimento e renda por meio de mergulhos livres com auxílio de equipamentos, da pesca artesanal de peixes nos currais e de invertebrados como polvos, que ficam nas poças de maré durante a maré baixa (figura 16).

Figura 16: A) Pesca linha e anzol; B) pesca com equipamentos de mergulho e C) currais de pesca.



Fonte: A autora (2019).

Nos ambientes recifais, as macroalgas são consideradas as maiores competidoras por espaço com os corais. Durante os últimos anos relatou-se uma mudança na fisionomia dos ambientes recifais do mundo, sendo que os recifes que eram dominados por corais estão sendo substituídos por algas (FIGUEIREDO et al., 2008). Uma das causas disso, pode ser o impacto gerado pela pesca, com a maior captura de peixes herbívoros (HUBBARD, 1997).

Segundo Marques (2017), na praia de Pedra Rachada foram registrados 158 indivíduos, pertencentes a oito famílias, 11 gêneros e uma riqueza de 13 espécies. Quanto aos níveis tróficos, foram amostradas espécies herbívoras errantes, onívoras, predadoras de invertebrados móveis e carnívoras, sendo a maioria das espécies carnívoras (38,46%), seguidas por predadores de invertebrados móveis (30,77%). Segundo a autora, não houve uma quantidade significativa de herbívoros no local. Tal fato, segundo Marques (2017), provavelmente se atribui à utilização de micropoças que não permitiram grande abundância deste grupo.

Experimentos que manipulam a abundância dos competidores e/ou dos herbívoros, controlando indiretamente a cobertura de algas, têm documentado os efeitos das interações entre pares de organismos que são abordados como espécies ou grupos funcionais (MCCOOK et al., 2001). O efeito estabilizador de predadores na competição entre suas presas, sendo os primeiros seletivos do competidor mais apto, foi proposto desde a década de 50 (e.g. CONNELL, 1961; ADDICOTT, 1974). Paine (1966) completou que essas interações resultariam em um incremento no número de espécies na comunidade de presas. Desta forma, por desempenharem papel ecológico-chave similar, independentemente de suas afinidades taxonômicas, os peixes herbívoros, juntamente com os ouriços, integram um grupo funcional crítico para a manutenção dos recifes de coral (DONE et al., 1996; BELLWOOD et al., 2004).

Em experimento realizado por Ramos (2010), objetivou-se testar os efeitos recíprocos da interação do coral maciço *Siderastrea stellata* com algas filamentosas na presença e ausência da herbivoria tipicamente encontrada em recifes costeiros do Brasil. Os resultados indicaram uma tendência marcante de aumento da mortalidade dos corais nos tratamentos de interação entre contato com as algas e ausência de herbivoria, e de diminuição no crescimento das algas onde a herbivoria esteve presente.



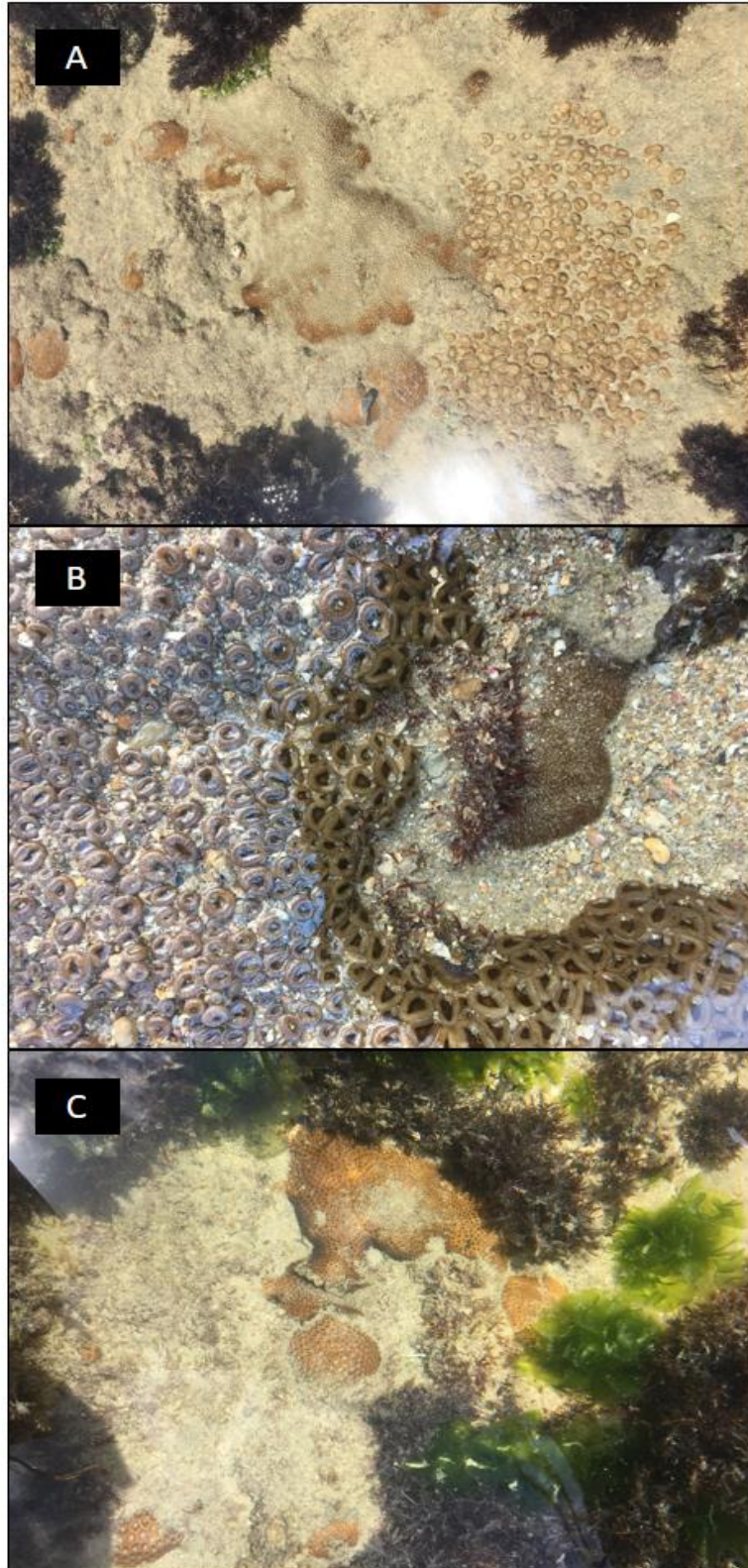
### 5.3 Baixa cobertura de organismos calcários

O coral escleractíneo da área de estudo, *Siderastrea* cf. *stellata*, apesar de altamente resiliente e com ampla distribuição na praia da Pedra Rachada, obteve baixa cobertura (gráfico 6a). Os recifes têm grande contribuição do crescimento de corais e outros organismos calcários, excretadores de  $\text{CaCO}_3$  (biconstrutores), que recebem apenas uma influência marginal das flutuações das marés (SCHWARTZ, 2005). Essas flutuações formam habitats com características ímpares na zona costeira, como as poças de maré, microhabitats criados por meio da intromissão do nível tidal (MARQUES, 2017). A baixa abundância de *Siderastrea* cf. *stellata* nos resultados (gráfico 6a) se deve ao fato de que ele é um coral que só ocupa ambientes emersos, o que, no caso da área de estudo, não há ocorrência dessas formações ao longo dos transectos (figura 9).

Alga coralina também apresentou baixa abundância, entre 0,38% e 0,88% (gráfico 6b). Estas algas precipitam em suas paredes celulares o carbonato de cálcio e magnésio, sob a forma de cristais de calcita (DIAS, 2001). Elas têm uma taxa de crescimento lento, podendo se desenvolver inicialmente a partir de fragmentos de crostas oriundas da fragmentação de outras algas calcárias e constituir ramificações (talos), que se destacam e continuam seu desenvolvimento no estado livre, não fixos, formando depósitos sedimentares, muito cobiçados comercialmente (STELLER et al., 2007).

Deste modo, o ambiente gera grande influência na estrutura espacial e na composição de organismos das comunidades sésseis, uma vez que estas estão sujeitas às variações de condições ambientais, podendo favorecer ou não o assentamento larval e, assim, a sobrevivência da espécie (GLYNN, 1976; TKACHENKO & ZHIRMUNSKY, 2002). Na figura 17, há o registro em poças de maré na praia da Pedra Rachada, onde ocorria a presença de coral vivo, *Siderastrea* cf. *stellata* em interação com outros grupos do recife. Em A, o coral sofre com o assentamento de material inconsolidado, causando, possivelmente, prejuízos na produção de fotossíntese pelas zooxantelas (VILLAÇA, 2009) Na mesma figura e na B, ocorre a competição espacial com o zoantídeo *Palythoa variabilis*. Este, apresentando grande similaridade com sedimento, cerca de 65% (figura 14). Nas figuras B e C ocorre também a competição por espaço com macroalgas e algas filamentosas (MCCOOK et al., 2001).

Figura 17: A) *Siderastrea* cf. *stellata* coberto por sedimento ao lado de uma colônia de *Palythoa variabilis*; B) *Palythoa variabilis* ocupando ambos ambiente emerso e submerso da poça de maré, enquanto *Siderastrea* cf. *stellata* se mantém na parte submersa, há ainda a presença de alga filamentosa em cima deste último; C) *Siderastrea* cf. *stellata* e macroalgas em uma poça de maré.



Fonte: A autora (2019).

#### 5.4 Cobertura de zoantídeos

Os resultados indicam uma significativa cobertura de zoantídeos no recife, especialmente de *Palythoa varibilis*, com valores variando entre 7,5% e 10,83% (gráficos 2 e 5). Isso ocorre devido às elevadas taxas de sedimentação do recife e à elevada resistência à dessecação do coral, pois, segundo Rabelo (2007), a maior frequência e abundância de *Palythoa varibilis* pode ser explicada pela sua capacidade exclusiva dentre os zoantídeos estudados de colonizar substratos inconsolidados (figura 18). Essa adaptação faz com que a espécie possa colonizar mais substrato livre, onde outros zoantídeos não são capazes de viver.

Figura 18: Pólipos do coral *Palythoa varibilis* em substrato inconsolidado.



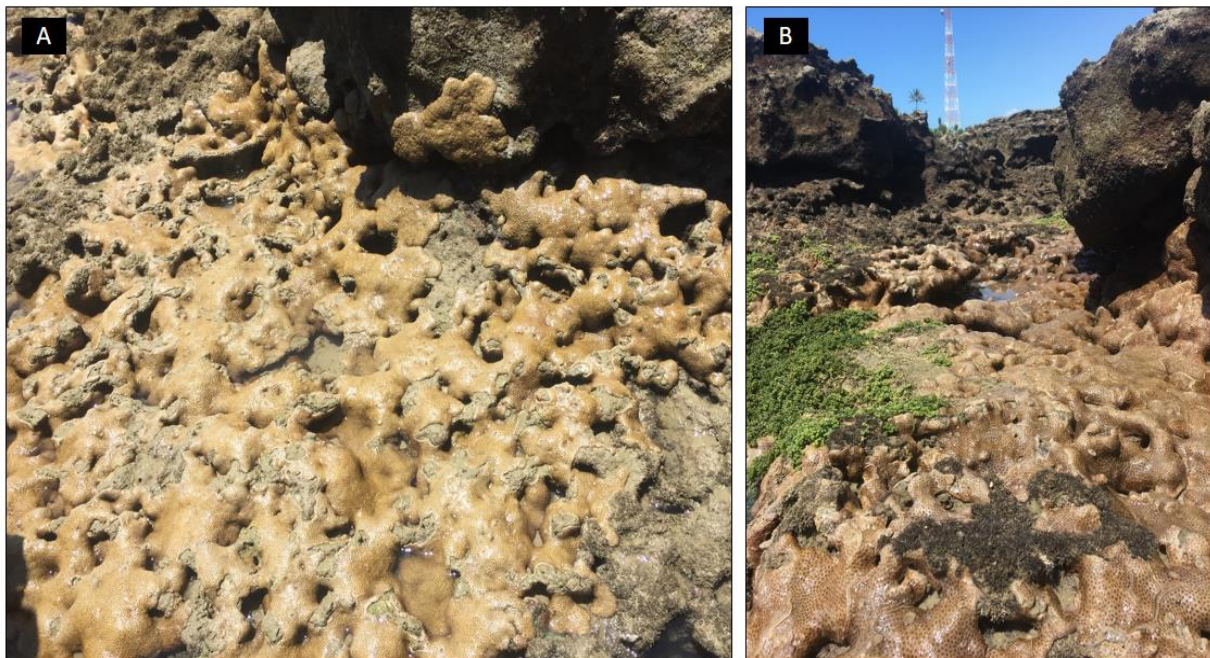
Fonte: A autora (2019).

No entanto, a dominância na área de estudo não significa que o *Palythoa varibilis* seja um bom competidor. Em experimentos realizados por Rabelo (2007), ela registrou a ocorrência de quatro zonas distintas, onde *Palythoa caribaeorum* ocorreu em áreas com baixo grau de dessecação, formando densas colônias que permanecem pouco tempo emersas; *Palythoa varibilis* ocorreu em áreas expostas à dessecação, no mesolitoral médio, formando colônias densas expostas à radiação solar e com poucas poças de maré; e *Zoanthus sociatus* ocorreu nas áreas com maior grau de dessecação e exposição ao sol, no mesolitoral

superior e inferior, onde a radiação solar é intensa e onde há escassez de água por mais tempo durante a maré baixa.

Essa zonação se dá com relação ao grau de tolerância a dessecação de cada espécie e as relações de competição interespecífica (RABELO, 2007). Nos resultados deste trabalho, *Palythoa caribaeorum*, apesar de bom competidor (ROSA et al., 2016), apresentou baixa abundância nos transectos, com exceção no de número 2. Neste transecto (gráfico 7b) ocorreram os maiores registros desse coral, com variação entre 4,17% e 7%. Isso ocorreu porque o transecto 2 apresenta uma maior rugosidade no recife (figura 18). Carleton & Sammarco (1987), verificaram que há uma correlação positiva entre a irregularidade do substrato e a colonização de corais, principalmente com relação ao assentamento larval. Um substrato irregular, como recifes de arenito parecem ser, pois, ambientes ideais para o assentamento larval e colonização uma vez que as rochas apresentam-se irregulares e com muitas fendas (RABELO, 2007).

Figura 19: Zona correspondente ao transecto 2 em A) visão de cima e B) visão lateral.



Fonte: A autora (2019).

O relevo se mostrou relevante na distribuição dos zoantídeos. A presença de rochas elevadas, e conseqüentemente mais expostas (figura 20a), determina a presença de espécies adaptadas à essas condições, como o *Zoanthus sociatus* (figura 20b), enquanto que rochas mais baixas, emersas por maior período de tempo e protegidas, abrigam espécies menos resistentes à dessecação, como *Palythoa caribaeorum* (figura 19). Isso explica porque

*Zoanthus sociatus* teve uma cobertura quase insignificante nos transectos, entre 0,08% e 0,38% (gráfico 2). Eles eram estendidos horizontalmente no recife (figura 8) e não englobavam as paredes das rochas, onde esta espécie apresenta maior abundância. Segundo Herberts (1972), o grau de emersão é aparentemente o fator determinante da distribuição de zoantídeos entremarés. Assim, o tempo de exposição à dessecação apresenta-se como fator limitante da distribuição desses organismos.

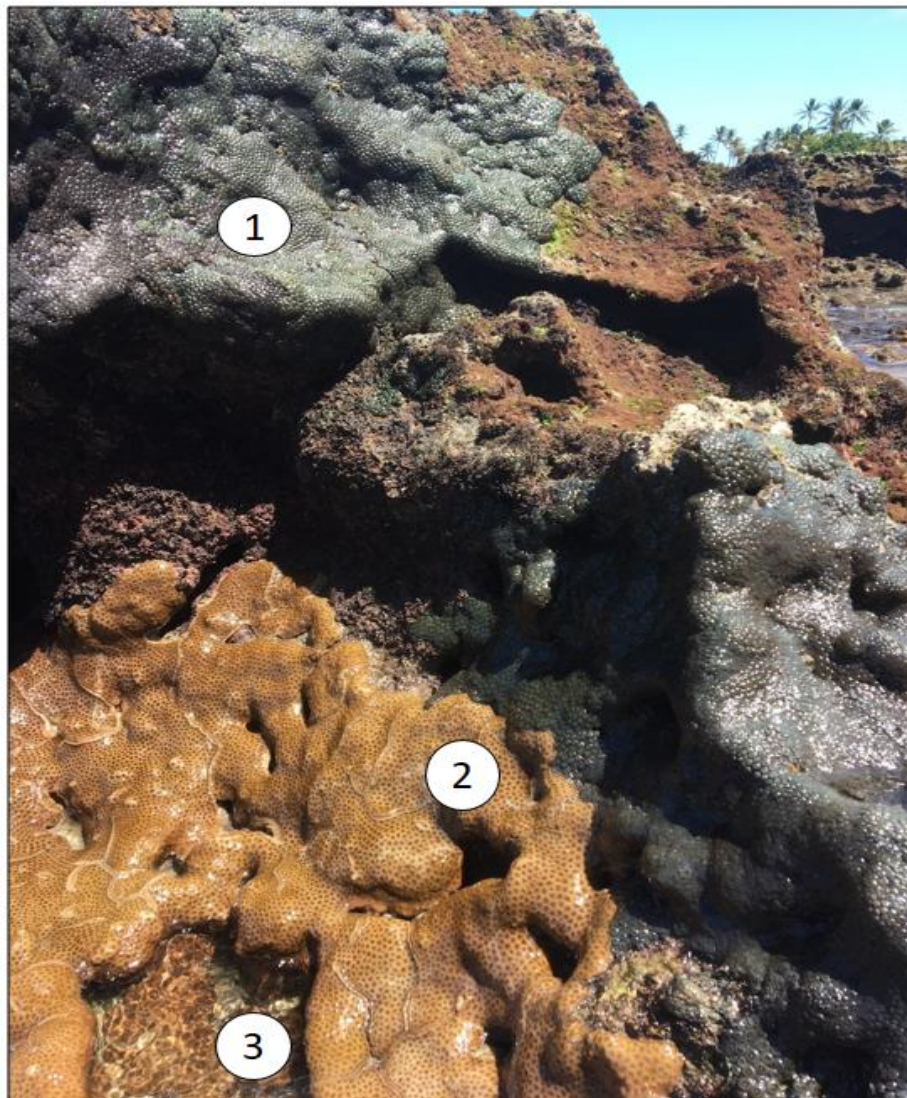
Figura 20: A) Formações rochosas mais elevadas da área de estudo e B) zonação vertical de *Zoanthus sociatus* na parede da rocha de arenito.



Fonte: A autora (2019).

Segundo Rabelo (2007), na área de estudo havia uma zona de interação, onde ocorriam as três espécies de zoantídeos numa intensa competição por espaço. Neste estudo, também houve a ocorrência de uma zona interativa, como pode ser exemplificado na figura 21. A elevação da rocha e os consequentes fatores abióticos como variações na energia da onda e a dessecação influenciaram nas escalas de distribuição entre estes organismos (DAYTON, 1971; COX, 1986; COSTA-JÚNIOR, et al., 2002). Também afetam a distribuição as relações intraespecíficas de competição por espaço, onde, segundo experimento realizado por Rabelo (2007), *Palythoa variabilis* é um fraco competidor e não apresenta elevada abundância, enquanto que *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* parecem não interferir no crescimento um do outro.

Figura 21: Zonação vertical e interação competitiva por entre 1) *Zoanthus sociatus*, 2) *Palythoa caribaeorum* e 3) *Palythoa variabilis*.



Fonte: A autora (2019).

A limitação de alimento destaca-se como um dos fatores de estresse aos quais os organismos sésseis estão sujeitos na zona entremarés (BERGER E EMLET 2007; TEIXEIRA et al. 2013). Rosa et al., (2016) sugerem que o zoantídeo *Palythoa caribaeorum* apresenta grande plasticidade trófica ao enfrentar dessecação, direcionando a maior parte de sua energia na produção de alimento com origem autotrófica para heterotrófica. Esta plasticidade é muito importante, especialmente num ambiente com tantas variações de fatores físicos, como elevadas temperaturas e salinidade, onde o coral pode optar por consumir outra fonte de alimento através da predação de fitoplâncton ou zooplâncton (HOULBRÈQUE e FERRIER-PAGÈS 2009; LEAL et al., 2014b).

Zoantídeos são organismos reconhecidos como fortes competidores contra corais (crescem numa maior velocidade e frequentemente cobrem a maioria da superfície dos recifes), especialmente em condições de alta carga de sedimentos, como ocorre na área de estudo (CRUZ et al., 2018; DURANTE et al., 2018). Loiola et al., (2019) registraram elevada cobertura de *Palythoa caribaeorum* nos recifes costeiros de Abrolhos, onde hipotetizaram que a carga de sedimentos pode influenciar na distribuição da população e as estruturas das comunidades dos recifes de coral. Segundo os autores, os recifes costeiros (elevada turbidez) quando comparados em termos de estruturas bentônicas, apresentaram maior cobertura e abundância de corais, colônias maiores e mais recrutas do que em outros recifes do Atlântico sudoeste. Esse achado está relacionado à predominância de espécies tolerantes a sedimentos nos recifes turvos. Considerando os cenários atuais e futuros do regime climático global, Durante et al., (2018) gerou modelos de distribuição potencial para o presente e o ano de 2100. Seus resultados indicaram que *Palythoa caribaeorum* perderia metade de seus habitats adequados, incluindo as áreas mais ao norte e mais ao sul de sua distribuição. O Mar do Caribe e o nordeste do Brasil, bem como outros locais sob a influência de afloramentos costeiros, podem servir como paraísos em potencial para essa espécie.

## 6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os dados adquiridos de porcentagem de cobertura bentônica dos grupos morfofuncionais dominantes no recife apontaram uma significativa heterogeneidade tanto espacial (numa escala de poucos metros) e temporal (ao longo de poucos meses). Isto, por meio das análises estatísticas de similaridade, comprovou a variação dos indicadores ecológicos no tempo e no espaço pelo agrupamento dos transectos. Esta heterogeneidade era determinada por fatores físicos (presença de bancos de areia, rochas com irregularidades, intromissão tidal), assim como por relações interespecíficas (algas e corais). A análise por meio de indicadores sedimentológicos (granulometria, carbonato de cálcio e matéria orgânica) evidenciou uma correlação de como estes fatores ambientais influenciam na distribuição e na abundância dos organismos.

Com isso, ainda precisa ser melhor avaliada a questão da heterogeneidade horizontal no recife, em busca de padrões que determinem quais fatores ambientais são determinantes na distribuição da comunidade bentônica. Quanto aos zoantídeos, foi observada a influência da rugosidade do recife na distribuição vertical destes organismos. Esse é um fator pouco estudado, mas que chamou atenção, pois interfere diretamente na ecologia dos zoantídeos. A área de estudo, em conjunto com a bibliografia existente, favorece a aplicação de novos estudos, fazendo uso de mapeamento por drone e monitoramento do crescimento das colônias, onde será possível fazer a correlação entre a tridimensionalidade do substrato e a distribuição de zoantídeos.

A área de estudo representa um rico e diverso habitat, onde ações antrópicas, como a construção de obras costeiras, o aporte de efluentes domésticos e a sobrepesca, têm impacto direto no ecossistema. Estudos a respeito da hidrodinâmica e como a deposição de material inconsolidado influenciam na zonação e distribuição dos organismos são necessários para compreender a dinâmica do ambiente entremarés. Pesquisas realizadas nesse tipo de ambiente costeiro, como se é encontrado na margem equatorial atlântica, onde as condições de turbidez e temperatura são tidas como singulares e, até certo ponto, adversas para a existência de recifes de corais, podem ser utilizados para avaliar impactos em ecossistemas recifais no mundo todo, realizando predições de condições futuras.



## 7 REFERÊNCIAS

ADDICOTT, J.F. 1974. **Predation and prey community structure: an experimental study of the effect of mosquito larvae on the protozoan communities of pitcher plants.** *Ecology*55(3): 475-492.

ADEY, W. H. **Coral reef Ecosystems and Human Health: Biodiversity Counts!** *Ecosystem health*, v.6, p. 227-236, 2000.

ALLEN, JRL. 1985. **Principles of physical sedimentology.** London, Chapman & Hall, 430p.

BARRADAS, J.I.; AMARAL, F. D.; ISABEL, M.; HERNANDES, M.; FLORES-MONTES, M. J.; STEINER, A. Q. **Spatial distribution of benthic macroorganisms on reef flats at Porto de Galinhas Beach (northeastern Brazil), with special focus on corals and calcified hydroids.** *Biotemas*, Florianopolis v. 23, n.2, p. 61-67, 2010.

BARROS, N. C. G. **ALGAS MARINHAS BENTÔNICAS COMO BIOINDICADORAS DA QUALIDADE AMBIENTAL EM ÁREA RECIFAL DE TAMANDARÉ, PERNAMBUCO, BRASIL.** Tese Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (UFPE). 118f. 2013.

BARRY, J. P. & P. K. Dayton, 1991. **Physical Heterogeneity and the Organization of Marine Communities** In Kolasa, J. & S. T. A. Pickett (eds), *Ecological Heterogeneity*. Springer New York, New York, NY: 270–320.

BELLWOOD, D.R; HUGHES, T.P.; FOLKE, C.; NYSTRÖM, M. 2004. **Confronting the coral reef crisis.** *Nature* 429: 827-833.

BERGER MS, EMLET RB (2007). **Heat-shock response of the upper intertidal barnacle *Balanus glandula*: thermal stress and acclimation.** *Biol Bull* 212:232–241. doi:10.2307/25066605

BERNER, R. A. **Burial of organic carbon and pyrite sulfur in the modern ocean: its geochemical and environmental significance.** *Am. J. Sci.*; (United States). VOL 282. 1982.

DOI: [10.2475/ajs.282.4.451](https://doi.org/10.2475/ajs.282.4.451)

BIRREL, C. L.; MCCOOK, L. J.; WILLIS, B. L. **Effects of algal turfs and sediment on coral settlement.** Marine Pollution Bulletin. 51 (2005) 408-414. doi: 10.1016/j.marpolbil.2004.10.022. 2005.

BRADBURY, R. H.; YOUNG, P. C. **The effects of a major forcing function, wave energy, on a coral reef ecosystem.** Mar. Ecol. Prog. Ser., v. 5, p. 229-241, 1981.

CARLETON, J. H.; SAMMARCO, P. W. **Effects of substratum irregularity on success of coral settlement: quantification by comparative geomorphological techniques.** Bull. Mar. Sci., n. 40, v. 1, p. 85-98, 1987.

CARVALHO, D. A. P.; PINHEIRO, L. S.; MORAIS, J. O.; SOUSA, P. H. G. O. **A MORFODINÂMICA DA PRAIA DO PARACURU - CE E SUAS IMPLICAÇÕES NO SURGIMENTO DAS ÁREAS DE RISCOS E SEGURANÇA NO BANHO DE MAR.** VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. 2006.

CAVALCANTI, L.B.; KEMPF, M. **Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil).** II. Meteorologia e Hidrologia. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, v9, 10, 11, p.149-158. 1967/69.

CHADWICK, N. E. **Spatial distribution and the effects of competition on some temperate Scleractinia and corallimorpharia.** Mar. Ecol. Prog. Ser., v. 70, p. 39-48, 1991.

CLAUDINO-SALES, V. (1993). **Cenários Litorâneos: Lagoa do Papicu, Natureza e Ambiente na cidade de Fortaleza-CE.** Dissertação (Mestrado), São Paulo: USP.

COELHO, P.A.; TENÓRIO, D.O.; RAMOS-PORTO, M; MELLO, R.L.S. **A fauna bêntica do estado de Pernambuco.** In: Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S.; Costa, M.F. Oceanografia: Um cenário tropical. Recife: Bagaço. 761 p. 2004.

CONNELL, J.H.,1961. **Effects of competition, predation by *Thais lapillus*, and other factors on natural populations of the barnacle *Balanus balanoides*.** Ecol. Monogr.31: 61-104.

COSTA-JUNIOR, O. S.; ATTRILL, M. J.; PEDRINI, A. J.; DE-PAULA, J. C. **Spatial and seasonal distribution of seaweeds on Coral Reefs from Southern Bahia, Brazil.** Bot. Mar., v. 45, p. 346-355, 2002.

COSTANZA, R.; GROOT, R.; SUTTON, P.; SANDER, V. D. P.; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. K. **Changes in the global value of ecosystem services.** Global Environmental Research 26 (2014) 152-158.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>

COUTINHO, R. **Bentos de Costões Rochosos.** In: Pereira, R.C.; Soares-Gomes, A. (eds.). Biologia Marinha, Interciência, p. 147-157, Rio de Janeiro, 2002.

COX, E. F. **The effects of a selective corallivore on growth rates and competition for space between two species of Hawaiian corals.** J. Exp. Mar. Biol. Ecol. v. 101, p. 161-174, 1986.

CRUZ, I. C. S.; MEIRA, V. H.; KIKUCHI, R. K. P.; CREED, J. C. **The role of competition in the phase shift to dominance of the zoanthid *Palythoa* cf. *variabilis* on coral reefs.** Marine Environmental Research 115 (2016) 28-35.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.01.008>

CRUZ, I.C.S., WATERS, L.G., KIKUCHI, R.K.P., LEÃO, Z.M.A.N., TURRA, A., 2018. **Marginal coral reefs show high susceptibility to phase shift.** Mar. Pollut. Bull. 135, 551–561.

D'AQUINO, C. A.; SCHETTINI, C. A. F.; CARVALHO, C. E. **DINÂMICA DE SEDIMENTOS FINOS EM ZONAS DE CULTIVO DE MOLUSCOS MARINHOS.** Atlântica, Rio Grande, 28(2): 103-116, 2006.

DAI A, QIAN T, TRENBERTH KE & MILLIMAN J.D. 2009. **Changes in Continental Freshwater Discharge from 1948 to 2004.** American Meteorological Society, 22: 2773-2792.

DAYTON, P. K. **Competition, disturbance, and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community.** *Ecol. Mon.*, n. 4, v. 41, p. 351-389, 1971.

DEAN, W. E. **DETERMINATION OF CARBONATE AND ORGANIC MATTER IN CALCAREOUS SEDIMENTS AND SEDIMENTARY ROCKS BY LOSS ON IGNITION: COMPARISON WITH OTHER METHODS.** *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 44, No. I, v. 242-248, 1974.

DELL'ANNO, A.; MEI, M. L.; PUSCEDDU, A.; DANOVARO, R. **Assessing the trophic state and eutrophication of coastal marine systems: a new approach based on the biochemical composition of sediment organic matter.** *Marine Pollution Bulletin*. Vol 44. 2002.

DIAS, G. T. M. **CLASSIFICAÇÃO DE SEDIMENTOS MARINHOS INCONSOLIDADOS - PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO EM CARTAS SEDIMENTOLÓGICAS.** Painel XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, setembro 1996.

DIAS, G. T. M. **GRANULADOS BIOCLÁSTICOS – ALGAS CALCÁRIAS.** *Brazilian Journal of Geophysics*, Vol. 18(3), 2000

DIAS, J. A. **A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos.** Faro: Universidade do Algarve. 2004. 84 p.

DINIZ, R. F. **Erosão Costeira ao Longo do Oriental do Rio Grande do Norte: Causas, Consequências, e Influência dos Processos de uso e Ocupação da Região Costeira.** 2002. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências-UFB, p. 150.

DOMINICI-AROSEMENA, A.; WOLFF, M. **Reef fish community structure in the Tropical Eastern Pacific (Panamá): living on a relatively stable rocky reef environment.** *Helgoland Marine Research*, v. 60, n. 4, p. 287, 2006.

DONE, T.J.; OGDEN, J.C.; WIEBE, W.J.; ROSEN, B.R., 1996. **Biodiversity and ecosystem**

**function of coral reefs.** In: Mooney, J.H., Cushman, E., Medina, E., Sala, O. E., Schulze, E.D. (eds.), *Functional roles of biodiversity: a global perspective.* JohnWiley and Sons, New York, pp. 393-429.

DONE, T.J.,1992. **Phase shift in coral reef communities and their ecological significance.** *Hydrobiologia* 247: 121–132.

DURANTE, L.M., CRUZ, I.C.S., LOTUFO, T.M.C., 2018. **The effect of climate change on the distribution of a tropical zoanthid (*Palythoa caribaeorum*) and its ecological implications.** *PeerJ* 6, e4777. <https://doi.org/10.7717/peerj.4777>.

FIGUEIREDO, M.A.O., HORTA, P.A., PEDRINI, A.G., NUNES, J.M.C., 2008. **Benthic marine algae of the coral reefs of Brazil: a literature review.** *Oecol. Bras.* 12(2): 258-269.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. **Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters.** *Journal of Sedimentary Research* (1957) 27 (1): 3-26. <https://doi.org/10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D>

GLYNN, P. W. **Some physical and biological determinants of coral community structure in the Eastern Pacific.** *Ecol. Mon.*, n. 46, p. 431-456, 1976.

GRIFFITHS, S. P. **Rockpool ichthyofaunas of temperate Australia: species composition, residency and biogeographic patterns.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58:173–186. 2003.

HEDGES, J. I.; KEIL, R. G. **Sedimentary organic matter preservation: an assessment and speculative synthesis.** *Marine Chemistry* 49 (1995) 81-115

HERBERTS, C. **Contribution à l'étude écologique de quelques zoanthaires tempérés et tropicaux.** *Mar. Biol.*, v. 13, n. 2, p. 127-136, 1972.

HIXON, M.A.,1997. **The effects of reef fishes on corals and algae.** In: Birkeland, C. (Ed.), *Life and death of coral reefs.* Chapman and Hall, New York,pp. 230-248.

HOULBRÈQUE F, FERRIER-PAGÈS C (2009). **Heterotrophy in tropical scleractinian corals**. Biol Rev 84:1–17. doi:10.1111/j.1469-185X.2008.00058.x

HUBBARD, D. K. **Reefs as dynamic systems**. In: BIRKELAND, C. Life and death of coral reefs. New York, Chapman & Hall. 43-67p.1997.

HUGHES, T. P.; ANDERSON, K. D.; CONNOLLY, S. R.; HERON, S. F.; KERRY, J. T.; LOUGH, J. M.; BAIRD, A. H.; BAUM, J. K.; BERUMEN, M. L.; BRIDGE, T. C.; CLAAR, D. C.; EAKIN, C. M.; GILMOUR, J. P.; GRAHAM, N. A. J.; HARRISON, H.; HOBBS, JP. A.; HOEY, A. S.; HOOGENBOOM, M.; LOWE, R. J.; MCCULLOCH, M. T.; PANDOLFI, J. M.; PRATCHETT, M.; SCHOEPE, V.; TORDA, G.; WILSON, S. K. **Spatial and temporal patterns of mass bleaching of corals in the Anthropocene**. Science, v.359, p.80-83, 2018.

JOMPA, J.; MCCOOK, L. J. **Coral–algal competition: macroalgae with different properties have different effects on corals**. Marine Ecology Progress Series. Vol. 258: 87-95, 2003.

KAPLAN, E. H. **Ecology of the coral reefs**. Field guide to coral reef of the Caribbean and Florida. Houghton-Mifflin Company, 1982. 289 p

KLEYPAS, J.A., MCMANUS, J.W., MEÑEZ, L.A.B., 1999. **Environmental limits to coral reef development: where do we draw the line?** Am. Zool. 39, 146–159.

LARSONNEUR, C. **LA CARTOGRAPHIE DES DÉPÔTS MEUBLES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL FRANCAIS: MÈTHODE MISE AU POINT ET UTILISÉE EM MANCHE**. Journal Rech. Oceanog. V.2 PG 34-39. 1977.

LEAL MC, NEJSTGAARD JC, CALADO R, THOMPSON ME, FRISCHER ME (2014b). **Molecular assessment of heterotrophy and prey digestion in zooxanthellate cnidarians**. Mol Ecol 23:3838–3848. doi:10.1111/mec.12496

LEÃO, Z. M. A. N.; MINERVINO NETO, A.; FERREIRA, B. P.; FEITOSA, C. V.; SAMPAIO, C. L. S.; COSTA-SASSI, C.; NEVES, E. G.; FREIRE, F. A. M.; SILVA, G. O. M.; STRENZEL, G. M. R.; SOVIERZOSKI, H. H.; OLIVEIRA, J. L.; MENDES, L.; SOARES,

M. O.; ARAUJO, M.; OLIVEIRA, M. D. M.; MAIDA, M.; CORREIA, M. D.; ROSA, R. S.; SASSI, R.; JONHSSON, R.; FRANCINI FILHO, Ronaldo; KIKUCHI, R. K. P.; LEITE, T. S. **Monitoramento dos recifes e ecossistemas coralinós.** In: A. Turra & M.R. Denadai. (Org.). *Protocolos de campo para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros*. 1ed.São Paulo: USP, 2015, v. 01, p. 149-173.

LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R. K. P.; FERREIRA, B. P.; NEVES, E. G.; SOVIERZOSKI, H. H.; OLIVEIRA, M. D. M.; MAIDA, M.; CORREIA, M. D.; JONHSSON, R. **Brazilian coral reefs in a period of global changes: A synthesis.** *Brazilian Journal of Oceanography* (Impresso), v. 64, p. 97-116, 2016.

LEE, Robert Edward. **Phycology**. 4. ed. São Paulo: Cambridge University Press, 2008.

LEVINTON, J. S. **Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology**. Oxford University Press, 1995. 420 p.

LITTLER, M.M., LITTLER, D.S., 1999. **Epithallus sloughing: a self-cleaning mechanism for coralline algae.** *Coral Reefs*18: 204.

LOIOLA, M.; CRUZ, I. C. S.; LISBOA, D. S.; MARINANO-NETO, E.; LEÃO, Z. M. A. N.; OLIVEIRA, M. D. M.; KIKUCHI, R. K. P. **Structure of marginal coral reef assemblages under different turbidity regime.** *Marine Environmental Research* 147 (2019) 138-148. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.03.013>.

MAGALHÃES, D. C. **EVOLUÇÃO COSTEIRA CONTROLADA POR PROMONTÓRIO NO LITORAL DE PARACURU – CEARÁ.** 2015. 98f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Ceará.

MAGALHÃES, K. M.; ESKINAZI-LEÇA, E; MOURA, JUNIOR, A. M. **Morfometria e biomassa da fanerógama marinha *Halodule wrightii* Ascherson no litoral norte de Pernambuco.** *Trabalhos Oceanográficos de Pernambuco*, 25:83-92. 1997.

MAIA, L. P. **Procesos costeiros y balance sedimentário a lo largo de Fortaleza (NE Brasil): Implicaciones para uma gestão adecuada de la zona litoral.** 1998. Tese de

Doutorado. Universidade de Barcelona. 256pp.

MAIDA, M.; PADOVANI, B. F. **Recifes de coral brasileiros**. In: Oceanografia: um cenário tropical / Org. por Enide Eskinazi-Leça; Sigrid Neumann-Leitão; Mônica Ferreira da Costa. Recife: Bargaço, 2004. 761 p.

MARENGO J. A.; TOMASELLA J.; UNO C. 1998. **Trends in streamflow and rainfall in tropical South America: Amazonia, eastern Brazil and northwestern Peru**. Journal of Geophysical Research, 103 (D2): 1775-1783.

MARQUES, J. M. L. **CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA DE POÇAS DE MARÉ EM DUAS PRAIAS DO NORDESTE BRASILEIRO UTILIZANDO ÓLEO DE CRAVO: QUAIS FATORES AFETAM A DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DE PEIXES?** 2017. 55f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Pesca. Universidade Federal do Ceará.

MARQUES, L. V.; CREED, J. C. **Biologia e ecologia das fanerógamas marinhas do Brasil**. Oecologia Brasiliensis, ISSN-e 1981-9366, Vol. 12, Nº. 2, 2008.

MATTHEWS-CASCON, H., LOTUFO, T. M. C. **Biota Marinha da Costa Oeste do Ceará**. Ministério do Meio Ambiente, 248p., Brasília, 2006.

MCCOOK, L. J.; JOMPA, J.; DIAZ-PULIDO, G. 2001. **Competition between corals and algae on coral reefs: a review of evidence and mechanisms**. Coral Reefs 19: 400-417.

MENGE, B. A. **Specie diversity gradients: synthesis of the role of predation, competition and temporal heterogeneity**. Am. Nat., n. 110, v. 973, p. 351-369, 1976.

MILOSLAVICH, P.; CRUZ-MOTTA, J. J.; HERNÁNDEZ, A.; HERRERA1, C.; KLEIN, E.; BARROS, F.; BIGATTI, G.; CÁRDENAS, M.; CARRANZA, A.; FLORES, A.; GIL-KODAKA, P.; GOBIN, J.; GUTIÉRREZ, J.; KRULL, M.; LAZARUS, J. F.; LONDOÑO, E.; LOTUFO, T.; MACAYA, E.; MORA, E.; NAVARRETE, S.; PALOMO, G.; PARRAGUÉ, M.; PELLIZZARI, F.; ROCHA, R.; ROMERO, L.; RETAMALES, R.; SEPÚLVEDA, R.; SILVA, M. C.; SORIA, S. **BENTHIC ASSEMBLAGES IN SOUTH AMERICAN INTERTIDAL**



**ROCKY SHORES:BIODIVERSITY, SERVICES, AND THREATS.** In: Marine Benthos. SBN: 978-1-63484-930-2. 2016.

MOBERG, F; FOLKE, C. 1999. **Ecological goods and services of coral reef ecosystems.** Ecological Economics 29: 215-233.

MORAIS, J. O. **Contribuição ao estudo das Beach-Rocks do Nordeste do Brasil.** Trabs. Oceanog. Univ. Fed. Pe., Recife, v. 9, n.11, p. 79-94. 1968.

MOROSKO, E. M.; Rocha, R. M. **Tamanho de clareiras e tempo de recolonização no mediolitoral rochoso.** In VII Congresso Latino Americano sobre Ciências del Mar, Trujillo: Nuevo Norte S. A., v. 01, p. 498-499, 1999.

MUMBY, P.J.,2009. **Phase shifts and the stability of macroalgal communities on Caribbean coral reefs.** Coral Reefs 28: 761–773.

NICHOLLS, G. **Sedimentology and Stratigraphy.** 2 ed. Wiley-Blackwell, 2009. 432 p.

NORSTRÖM, A. V.; NYSTRÖM, M.; LOKRANTZ, J.; FOLKE, C. **Alternative states on coral reefs: beyond coral–macroalgal phase shifts.** Mar Ecol Prog Ser 376: 295–306, 2009. doi: 10.3354/meps07815

OLIVEIRA, J. C. **Climatologia do aporte fluvial na plataforma continental brasileira.** 2018. Monografia. Instituto de Geociências (UFBA). Trabalho de Conclusão de Curso em Oceanografia. 81f. <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/2766>

PAINE, R. T., 2002. **Trophic Control of Production in a Rocky Intertidal Community.** Science 296: 736–739. Pawlik, J. R., & T. L. Loh, 2016. Biogeographical homogeneity of Caribbean coral reef benthos. Journal of Biogeography 44: 960–962.

PAINE, R.T.,1966. **Food web complexity and species diversity.** Am. Nat. 100: 65-75.

PADDACK, M.J., COWEN, R.K., SPONAUGLE, S., 2006. **Grazing pressure of herbivorous coral reef fishes on coral reefs.** Coral Reefs25: 461–472.

PEREIRA, L. **Guia Ilustrado das Macroalgas – Conhecer e reconhecer algumas espécies da flora portuguesa.** 2009. Imprensa da Universidade de Coimbra. <http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0397-1>

PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha.** Rio de Janeiro: Interciência, 2009. 631 p.

PESSOA, L. A. N; OLIVEIRA, E. F. **CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS E USO DAS ÁGUAS DO AQUÍFERO DUNAS/PALEODUNAS NA REGIÃO DE PARACURU — CE.** 2016. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geologia, Fortaleza, 2016.

PORTELA, S. V. S. **RELAÇÃO SOCIEDADE E PROTEÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO NO ENTORNO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO CAMPO DE DUNAS DE PARACURU – CE.** 2009. 170f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará.

PORTUGAL, A. B.; CARVALHO, F. L.; CARNEIRO, P. B. M.; ROSSI, S.; SOARES, M. O. **Increased anthropogenic pressure decreases species richness in tropical intertidal reefs.** Marine Environmental Research 120 (2016) 44-54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.07.005>

QUEIROZ, M. A. **DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SENSIBILIDADE LITORAL TRECHO PECÉM - MUNDAÚ / CE.** 2003. 255f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Instituto de Ciências do Mar. Universidade Federal do Ceará.

QUINTANA, C. O. **Relações entre as comunidades bênticas e a matéria orgânica sedimentar: respostas à qualidade dos recursos alimentares e influência na diagênese recente.** Tese Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP). 206f. 2008.

RABELO, E. F. **DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E INTERAÇÕES COMPETITIVAS EM ZOANTÍDEOS (CNIDARIA: ZOANTHIDAE) EM UM AMBIENTE DE RECIFES DE ARENITO NO NORDESTE DO BRASIL.** 2007. 117f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Instituto de Ciências do Mar. Universidade Federal do Ceará.

RABELO, E. F.; SOARES, M. O.; BEZERRA, L. E. A.; MATTHEWS-CASCON, H. **Distribution pattern of zoanths (Cnidaria: Zoantharia) on atropical reef.** 2015. Marine Biology Research, 11:6, 584-592, DOI: 10.1080/17451000.2014.962542

RIBEIRO, F. A.; TRAVASSOS JÚNIOR, A.; GESTINARI, L. M.; TORRES, J.; LIMA, K. K. D. A.; SANTOS, M. D. D.; LIRA, G. A. S. T. et al. **Análise Quali-Quantitativa Das Populações Algáceas De Um Trecho Recifal Na Praia De Boa Viagem, PE.** Oecologia brasiliensis.v. 12, n. 02, p. 222-228.2008.

RIVER, G.F., EDMUNDS, P.J., 2001. **Mechanisms of interaction between macroalgae and scleractinians on a coral reef in Jamaica.** J. Exp. Mar. Biol. Ecol.26: 159–172.

ROSA, I. C.; ROCHA, R. J.; LOPES, A.; CRUZ, I. C. S.; CALADO, R.; BANDARRA, N.; KIKUCHI, R. K.; SOARES, A. M. V. M.; SERÔDIO, J.; ROSA, R. **Impact of air exposure on the photobiology and biochemical profile of an aggressive intertidal competitor, the zoanthid *Palythoa caribaeorum*.** Mar Biol (2016) 163:222. DOI 10.1007/s00227-016-3002-z

SANTIAGO, J. A. S. **LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E CARACTERIZAÇÃO GENÉTICO-MOLECULAR DE MACROALGAS MARINHAS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO DELTA DO PARNAÍBA - BRASIL.** 2016. 182 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós- Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SCHWARTZ, M. L., 2005. **Encyclopedia of Coastal Science.** Springer, Amsterdam.

SEBENS, K.P., JOHNSON, A.S., 1991. **The effect of water movement on prey capture and distribution of reef corals.** Hydrobiologia226: 91–101.

SHEPPARD, C. R. C. **Coral populations on reef slopes and their major controls.** Mar. Ecol. Prog. Ser., v. 7, p. 83-115, 1982

SHEPPARD, C. R.; DAVY, S. K.; PILLING, G. M. **The biology of coral reefs.** Oxford, 2009, 339 p.

SMITH, J.E., SHAW, M., EDWARDS, R.A., OBURA, D., PANTOS, O., SALA, E., SANDIN, S.A., SMRIGA, S., HATAY, M., ROHWER, F.L., 2006. **Indirect effects of algae on coral: algae-mediated microbe-induced coral mortality.** Ecol. Lett.9: 835-845.

SOARES, M. O.; S. ROSSI; F. A. S. MARTINS; P. B. M. CARNEIRO, 2016. **The forgotten reefs: benthic assemblage coverage on a sandstone reef (Tropical South-western Atlantic).** Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom DOI: <https://doi.org/10.1017/S0025315416000965>.

SOARES, M. O.; TEIXEIRA, C. E. P.; FERREIRA, S. M. C.; GURGEL, A. L. A. R.; PAIVA, B. P.; MENEZES, M. O. B.; DAVIS, M.; TAVARES, T. C. L. **Thermal stress and tropical reefs: mass coral bleaching in a stable temperature environment?** Marine Biodiversity, v. 49, p. 1-9, 2019.

SOARES, R. S. **NOVAS PROPOSIÇÕES METODOLÓGICAS PARA O CALCÍMETRO DE BERNARD E CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS MARINHOS DO ESPÍRITO SANTO.** 2017. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Instituto de Ciências do Mar. Universidade Federal do Ceará.

SOUSA, P. H. G. O.; CARVALHO, D. A. P.; PINHEIRO, L. S. **A Costa de Paracuru: Turismo, Ocupação e Perfil do Usuário.** Revista de Gestão Costeira Integrada 8(2):247-258 (2008).

SOUSA, P. H. G. O.; PINHEIRO, L. S.; MORAIS, J. O.; CARVALHO, D. A. P.; LIMA, J. S. Q.; LIMA, M. F. **PROCESSOS EROSIVOS E BALANÇO SEDIMENTOLÓGICO NA PRAIA DE PARACURU – CEARÁ – BRASIL.** VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. 2006.

SOUSA, R. C. A. **DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS POLIQUETAS (ANNELIDA, POLYCHAETA) DOS RECIFES DE ARENITO NA PRAIA DA PEDRA RACHADA (PARACURU – CEARÁ)**. 2006. 85f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Instituto de Ciências do Mar. Universidade Federal do Ceará.

SOUZA, M. J. N. DE; LIMA, L. C.; MORAIS, J. O. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. 1. ed. Fortaleza: FUNECE, 2000.

STELLER, D. L.; HERNÁNDEZ-AYÓN, J. M.; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R.; CABELLO-PASINI, A. **Effect of temperature on photosynthesis, growth and calcification rates of the free-living coralline alga *Lithophyllum margaritae***. *Ciencias Marinas* (2007), 33(4): 441–456

SUGGETT, DAVID J.; KIKUCHI, RUY K. P.; OLIVEIRA, MARÍLIA D. M.; SPANÓ, SAULO; CARVALHO, RAFAEL; SMITH, DAVID J. **Photobiology of corals from Brazil's near-shore marginal reefs of Abrolhos**. *Marine Biology* (2012) 159: 1461. <https://doi.org/10.1007/s00227-012-1925-6>

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. Ed. Edgard Blucher Ltda. 317 p., São Paulo-SP. 1973.

TEIXEIRA T, DINIZ M, CALADO R, ROSA R (2013). **Coral physiological adaptations to air exposure: heat shock and oxidative stress responses in *Veretillum cynomorium***. *J Exp Mar Biol Ecol* 439:35–41. doi:10.1016/j.jembe.2012.10.010

TITLYANOV, E.A., TITLYANOVA, T.V., 2008. **Coral–Algal Competition on Damaged Reefs**. *Russ. J. Mar. Biol.* 34(4): 199–219.

TITLYANOV, E.A., YAKOVLEVA I.M., TITLYANOVA T.V., 2007. **Interaction between benthic algae (*Lyngbya bouillonii*, *Dictyota dichotoma*) and scleractinian coral *Porites luteain* direct contact**. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 342: 282–291.

TKACHENKO, K. S.; ZHIRMUNSKY, A. V. **Distribution of sessile invertebrates in a rocky sublittoral community off Rinsky-Korsakov Islands (Sea of Japan).** Marine Ecology, v. 23, n. 3, p. 253-267, 2002.

TORRES-FILHO, E. A. **Síntese estuarina e outros aspectos do estresse salino em macroalgas costeiras cultivadas em laboratório.** Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Ceará, 94p. 1993.

VASCONCELOS, E. R. T. P. P.; REIS, T. N. V.; GUIMARÃES-BARROS, N. C.; BERNARDI, J.; ARECES-MALLEA, A. J.; CONCENTINO, A. L. M.; FUJII, M. T. **PADRÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE DE MACROALGAS DE MESOLITORAL EM AMBIENTE RECIFAL DO NORDESTE BRASILEIRO.** Tropical Oceanography, Recife, v. 41, n.1-2, p. 84-92, 2013. ISSN: 1679-3013 D.O.I.: 10.5914/to.2013.0081

VERGÉS, A., P. D. STEINBERG, M. E. HAY, A. G. B. POORE, A. H. CAMPBELL, E. BALLESTEROS, K. L. HECK, D. J. BOOTH, M. A. COLEMAN, D. A. FEARY, W. FIGUEIRA, T. LANGLOIS, E. M. MARZINELLI, T. MIZEREK, P. J. MUMBY, Y. NAKAMURA, M. ROUGHAN, E. VAN SEBILLE, A. SEN GUPTA, D. A. SMALE, F. TOMAS, T. WERNBERG & S. K. WILSON, 2014. **The tropicalization of temperate marine ecosystems: climate-mediated changes in herbivory and community phase shifts.** Proceedings of The Royal Society B 281: 20140846.

VIANA, M. G.; ROCHA-BARREIRA, C. A.; GROSSI HIJO, C. A. **MACROFAUNA BENTÔNICA DA FAIXA ENTREMARÉS E ZONA DE ARREBENTAÇÃO DA PRAIA DE PARACURÚ (CEARÁ-BRASIL).** Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 2005, 9(1):75-82.

VILLAÇA, R. C. **Recifes Biológicos** In: Biologia Marinha. 2ª ed. Interciência Rio de Janeiro, p. 399-420. 2009.

VINCENT, A.; CLARKE, A. **Diversity in the marine environment.** Trends Ecol. Evol., v.10, p. 55-56, 1995.

WENTWORTH, C. K. **A scale of grade and class terms for clastic sediments.** The Journal of geology, Chicago, v. 30, p. 377 – 392, 1922.

## APÊNDICE I

Tabela 4: Percentual de cobertura dos grupos morfofuncionais por mês.

<b>Grupos</b>	<b>NOVEMBRO/2018</b>	<b>JANEIRO/2019</b>	<b>JUNHO/2019</b>	<b>AGOSTO/2019</b>
CV	0,38%	0,38%	0,50%	0,04%
CB	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CMR	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CMA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MA	29,54%	31,96%	23,79%	1,29%
AF	19,83%	27,54%	27,75%	37,29%
COR	0,38%	0,54%	0,46%	0,88%
ES	0,29%	0,04%	0,00%	0,00%
OUR	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
OUT	0,04%	0,12%	0,04%	0,15%
SED	30,25%	24,54%	32,25%	41,21%
ROC	5,54%	4,71%	5,55%	6,17%
PAV	10,83%	8,21%	7,50%	10,42%
PAC	2,75%	1,79%	2,08%	2,17%
ZOS	0,17%	0,17%	0,08%	0,38%

Fonte: Elaborada pela a autora (2019).

## APÊNDICE II

Tabela 5: Percentual de cobertura dos grupos morfofuncionais por transecto.

Grupos	NOVEMBRO/2018				JANEIRO/2019				JUNHO/2019				AGOSTO/2019			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
CV	0,00%	0,83%	0,17%	0,50%	0,83%	0,17%	0,00%	0,50%	0,33%	0,83%	0,17%	0,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,17%
CB	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CMR	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CMA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MA	17,83%	27,00%	23,17%	50,17%	24,50%	12,33%	21,00%	70,00%	18,17%	7,17%	47,50%	22,33%	0,00%	0,83%	2,17%	2,17%
AF	27,17%	19,00%	20,17%	13,00%	19,67%	38,67%	43,50%	8,33%	28,17%	38,83%	11,50%	32,50%	36,50%	31,33%	47,00%	34,33%
COR	0,00%	0,67%	0,00%	0,83%	0,83%	0,17%	1,17%	0,00%	1,50%	0,00%	0,00%	0,33%	3,33%	0,00%	0,17%	0,00%
ES	0,00%	0,00%	0,00%	1,17%	0,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
OUR	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
OUT	0,00%	0,16%	0,00%	0,00%	0,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,17%	0,00%	0,33%	0,00%	0,33%	0,00%
SED	25,67%	32,17%	39,00%	24,17%	29,83%	27,33%	22,00%	19,00%	30,17%	34,67%	25,33%	38,83%	38,67%	47,00%	25,50%	53,66%
ROC	16,50%	0,67%	1,00%	4,00%	4,00%	11,00%	3,83%	0,00%	8,17%	3,17%	8,17%	2,67%	5,00%	5,00%	10,66%	4,00%
PAV	11,50%	12,50%	13,33%	6,00%	18,50%	6,16%	6,50%	1,67%	13,17%	9,83%	5,33%	1,67%	14,00%	10,67%	11,50%	5,50%
PAC	1,33%	7,00%	2,66%	0,00%	0,50%	4,17%	2,00%	0,50%	0,16%	5,50%	1,83%	0,83%	1,33%	4,67%	2,50%	0,17%
ZOS	0,00%	0,00%	0,50%	0,16%	0,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,16%	0,00%	0,00%	0,17%	0,84%	0,50%	0,17%	0,00%

Fonte: Elaborada pela a autora (2019).



### APÊNDICE III

Tabela 6: Dados gerados pelo software SAG para o mês de novembro/2018.

NOVEMBRO/2018														
Classificação por frequência simples	P1	P2	T1 (0-20)	T1 (20-40)	T1 (40-60)	T2 (0-20)	T2 (20-40)	T2 (40-60)	T3 (0-20)	T3 (20-40)	T3 (40-60)	T4 (0-20)	T4 (20-40)	T4 (40-60)
Cascalho	1,049	12,985	6,844	6,312	36,121	0,063	30,787	22,514	0,000	1,928	17,042	0,304	1,616	21,954
Areia muito grossa	3,698	6,432	3,494	0,850	16,720	0,100	21,950	6,450	0,117	1,602	14,526	1,683	0,822	6,257
Areia grossa	9,787	9,011	5,115	1,267	8,920	0,262	10,128	4,347	0,315	3,360	7,475	6,489	2,269	3,048
Areia média	1,848	18,646	8,282	4,426	14,171	2,728	13,278	15,484	3,563	12,478	12,123	28,536	19,165	8,582
Areia fina	38,179	40,656	54,242	62,844	17,546	57,303	17,566	35,733	59,573	59,283	34,078	51,116	63,659	39,378
Areia muito fina	45,439	12,269	22,022	24,301	6,522	39,544	6,291	15,472	36,432	21,349	14,757	11,871	12,469	20,782
Silte	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Argila	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Classificação pela média	Areia fina	Areia média	Areia fina	Areia fina	Areia muito grossa	Areia fina	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia fina	Areia média	Areia fina	Areia fina	Areia média
Classificação textural de Folk (1957)	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso	Cascalho arenoso	Areia	Cascalho arenoso	Areia com cascalho	Areia	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho
	Moderadamente selecionada	Pobremente selecionada	Moderadamente e selecionada	Moderadamente selecionada	Pobremente selecionada	Bem selecionada	Pobremente selecionada	Muito pobremente selecionada	Bem selecionada	Moderadamente selecionada	Pobremente selecionada	Moderadamente selecionada	Moderadamente selecionada	Muito pobremente selecionada
	Muito leptocúrtica	Leptocúrtica	Muito leptocúrtica	Extremamente leptocúrtica	Platicúrtica	Mesocúrtica	Platicúrtica	Platicúrtica	Mesocúrtica	Leptocúrtica	Platicúrtica	Mesocúrtica	Leptocúrtica	Platicúrtica
	Assimetria muito negativa	Assimetria muito negativa	Assimetria muito negativa	Assimetria muito negativa	Aproximadamente simétrica	Aproximadamente simétrica	Assimetria positiva	Assimetria muito negativa	Aproximadamente simétrica	Assimetria negativa	Assimetria muito negativa	Assimetria negativa	Aproximadamente simétrica	Assimetria muito negativa
Classificação Larssonneur (1977)	Areia litoclástica fina a muita fina	Areia litoclástica fina a muita fina	Areia litoclástica fina a muita fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica com grânulos	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica com grânulos	Areia litobioclástica com grânulos	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica com grânulo	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica com grânulo

Fonte: Elaborada pela a autora (2019).

Tabela 7: Dados gerados pelo software SAG para o mês de janeiro/2019.

JANEIRO/2019														
Classificação por frequência simples	P1	P2	T1 (0-20)	T1 (20-40)	T1 (40-60)	T2 (0-20)	T2 (20-40)	T2 (40-60)	T3 (0-20)	T3 (20-40)	T3 (40-60)	T4 (0-20)	T4 (20-40)	T4 (40-60)
Cascalho	0,106	6,667	4,461	17,763	40,959	0,000	10,214	34,528	0,000	0,428	9,128	0,000	2,599	1,094
Areia muito grossa	0,390	7,102	7,461	7,490	24,249	0,033	10,755	12,556	0,045	0,491	4,217	0,063	8,766	1,690
Areia grossa	1,097	11,444	11,477	15,094	8,711	0,207	15,747	3,935	0,271	1,682	7,826	0,387	9,479	5,540
Areia média	0,934	33,628	13,917	26,734	10,249	2,520	22,989	5,556	3,581	13,525	32,964	7,081	24,306	41,801
Areia fina	72,549	31,037	42,659	25,063	12,621	59,660	29,797	21,695	67,174	57,817	35,745	68,178	51,423	33,445
Areia muito fina	24,925	10,122	20,024	7,856	3,212	37,580	10,497	21,730	28,929	26,057	10,120	24,291	3,428	16,429
Silte	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Argila	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Classificação pela média	Areia fina	Areia média	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia fina	Areia fina	Areia média	Areia fina	Areia média	Areia fina
Classificação textural de Folk (1957)	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho	Cascalho arenoso	Areia	Areia com cascalho	Cascalho arenoso	Areia	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso	Areia	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso
	Bem selecionada	Pobremente selecionada	Pobremente selecionada	Pobremente selecionada	Pobremente selecionada	Bem selecionada	Pobremente selecionada	Muito pobremente selecionada	Bem selecionada	Moderadamente selecionada	Pobremente selecionada	Bem selecionada	Moderadamente selecionada	Moderadamente selecionada
	Mesocúrtica	Leptocúrtica	Mesocúrtica	Leptocúrtica	Platicúrtica	Mesocúrtica	Mesocúrtica	Muito platicúrtica	Mesocúrtica	Mesocúrtica	Muito leptocúrtica	Mesocúrtica	Leptocúrtica	Leptocúrtica
Assimetria positiva	Assimetria negativa	Assimetria muito negativa	Assimetria muito negativa	Assimetria positiva	Aproximadamente simétrica	Assimetria negativa	Aproximadamente simétrica	Aproximadamente simétrica	Assimetria positiva	Assimetria muito negativa	Aproximadamente simétrica	Assimetria muito negativa	Aproximadamente simétrica	
Classificação Larssonneur (1977)	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica com grânulos	Areia litobioclástica com grânulos	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica com grânulos	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica fina a muito fina

Fonte: Elaborada pela a autora (2019).

Tabela 8: Dados gerados pelo software SAG para o mês de junho/2019.

JUNHO/2019														
Classificação por frequência simples	P1	P2	T1 (0-20)	T1 (20-40)	T1 (40-60)	T2 (0-20)	T2 (20-40)	T2 (40-60)	T3 (0-20)	T3 (20-40)	T3 (40-60)	T4 (0-20)	T4 (20-40)	T4 (40-60)
Cascalho	x	7,872	2,928	2,911	19,691	0,000	13,283	45,807	0,156	1,695	46,597	0,000	4,735	4,734
Areia muito grossa	x	19,138	2,095	15,007	10,158	0,272	15,762	8,459	0,292	7,929	18,937	0,046	15,787	2,007
Areia grossa	x	18,485	7,405	30,809	10,191	0,616	19,400	5,506	1,571	17,097	5,079	0,218	18,896	2,498
Areia média	x	26,235	26,839	26,095	23,192	2,754	23,953	12,920	15,735	23,407	7,517	2,990	28,226	23,954
Areia fina	x	21,735	48,114	18,984	28,165	45,210	22,055	20,046	55,680	36,911	16,961	44,174	26,386	51,833
Areia muito fina	x	6,534	12,619	6,195	8,603	51,148	5,548	7,262	26,566	12,961	4,908	52,572	5,969	14,974
Silte	x	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Argila	x	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Classificação pela média	x	Areia média	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito fina	Areia grossa	Areia muito grossa	Areia fina	Areia média	Areia muito grossa	Areia fina	Areia média	Areia fina
Classificação textural de Folk (1957)	x	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho	Areia	Areia com cascalho	Cascalho arenoso	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso	Cascalho arenoso	Areia	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso
	x	Pobremente selecionada	Moderadamente selecionada	Pobremente selecionada	Pobremente selecionada	Bem selecionada	Pobremente selecionada	Muito pobremente selecionada	Moderadamente selecionada	Pobremente selecionada	Pobremente selecionada	Bem selecionada	Pobremente selecionada	Moderadamente selecionada
	x	Platicúrtica	Leptocúrtica	Mesocúrtica	Mesocúrtica	Mesocúrtica	Mesocúrtica	Muito plaicúrtica	Leptocúrtica	Mesocúrtica	Muito platicúrtica	Mesocúrtica	Platicúrtica	Muito leptocúrtica
	x	Assimetria negativa	Assimetria negativa	Assimetria positiva	Assimetria muito negativa	Aproximadamente simétrica	Assimetria negativa	Assimetria positiva	Aproximadamente simétrica	Assimetria negativa	Assimetria muito positiva	Assimetria negativa	Assimetria negativa	Assimetria negativa
Classificação Larssonneur (1977)	x	Areia litobioclástica grossa a muito grossa	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica grossa a muito grossa	Areia litobioclástica com grânulos	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica grossa a muito grossa	Areia litobioclástica com grânulos	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica com grânulos	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica grossa a muito grossa	Areia litoclástica fina a muito fina

Fonte: Elaborada pela a autora (2019).

Tabela 9: Dados gerados pelo software SAG para o mês de agosto/2019.

AGOSTO/2019														
Classificação por frequência simples	P1	P2	T1 (0-20)	T1 (20-40)	T1 (40-60)	T2 (0-20)	T2 (20-40)	T2 (40-60)	T3 (0-20)	T3 (20-40)	T3 (40-60)	T4 (0-20)	T4 (20-40)	T4 (40-60)
Cascalho	1,629	5,265	0,007	31,155	0,601	0,027	0,972	14,480	0,000	7,108	40,786	0,000	3,237	8,319
Areia muito grossa	4,583	13,660	0,047	17,578	3,405	0,014	1,443	5,091	0,031	2,066	9,445	0,005	2,392	6,910
Areia grossa	9,708	21,145	0,193	14,232	6,523	0,032	4,458	5,598	0,050	2,621	2,023	0,013	2,233	4,008
Areia média	2,924	26,526	0,633	9,787	19,067	0,397	8,747	12,572	0,889	3,829	6,481	0,125	5,013	15,364
Areia fina	19,075	27,354	45,112	16,405	63,527	35,835	52,944	51,500	57,663	67,360	36,476	19,909	73,045	61,420
Areia muito fina	62,081	6,050	54,008	10,843	6,876	63,695	31,437	10,759	41,367	17,016	4,790	79,948	14,079	3,979
Silte	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Argila	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Classificação pela média	Areia fina	Areia média	Areia muito fina	Areia grossa	Areia fina	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia fina	Areia fina	Areia grossa	Areia muito fina	Areia fina	Areia média
Classificação textural de Folk (1957)	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso	Areia	Cascalho arenoso	Areia com cascalho esparso	Areia	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho	Areia	Areia com cascalho esparso	Cascalho arenoso	Areia	Areia com cascalho esparso	Areia com cascalho esparso
	Pobremente selecionada	Pobremente selecionada	Bem selecionada	Muito pobremente selecionada	Moderadamente selecionada	Bem selecionada	Moderadamente selecionada	Pobremente selecionada	Bem selecionada	Bem selecionada	Pobremente selecionada	Muito bem selecionada	Bem selecionada	Pobremente selecionada
	Muito leptocúrtica	Platicúrtica	Platicúrtica	Platicúrtica	Muito leptocúrtica	Platicúrtica	Muito leptocúrtica	Muito leptocúrtica	Mesocúrtica	Extremamente leptocúrtica	Muito platicúrtica	Leptocúrtica	Muito leptocúrtica	Muito leptocúrtica
	Assimetria muito negativa	Assimetria negativa	Aproximadamente simétrica	Aproximadamente simétrica	Assimetria muito negativa	Aproximadamente simétrica	Assimetria negativa	Assimetria muito negativa	Aproximadamente simétrica	Assimetria muito negativa	Aproximadamente simétrica	Aproximadamente simétrica	Assimetria negativa	Assimetria muito negativa
Classificação Larssonneur (1977)	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica grossa a muito grossa	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica com grânulos	Areia litobioclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica com grânulo	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litoclástica fina a muito fina	Areia litobioclástica fina a muito fina

Fonte: Elaborada pela a autora (2019).

### APÊNDICE IV

Tabela 10: Percentual de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) para os pontos amostrados por mês.

CaCO <sub>3</sub> (%)	NOVEMBRO/2018	JANEIRO/2019	JUNHO/2019	AGOSTO/2019
P1	10,96	13,39	x	15,65
P2	33,25	31,50	40,00	63,39
T1 (0-20)	24,94	27,56	17,08	16,83
T1 (20-40)	18,51	32,68	37,50	34,83
T1 (40-60)	50,63	42,13	42,92	31,30
T2 (0-20)	18,69	19,29	16,25	18,39
T2 (20-40)	44,21	32,28	32,08	16,04
T2 (40-60)	32,12	37,40	40,00	29,35
T3 (0-20)	22,29	16,93	15,83	14,87
T3 (20-40)	22,67	15,75	61,25	18,39
T3 (40-60)	28,72	25,98	49,17	25,04
T4 (0-20)	18,89	23,62	17,08	15,26
T4 (20-40)	28,34	20,87	35,00	11,74
T4 (40-60)	28,34	35,83	23,33	37,17

Fonte: Elaborada pela a autora (2019).

## APÊNDICE V

Tabela 11: Percentual de matéria orgânica (MO) para os pontos amostrados por mês.

MO (%)	NOVEMBRO/2018	JANEIRO/2019	JUNHO/2019	AGOSTO/2019
P1	0,85	0,80	x	0,70
P2	1,74	1,65	1,90	2,30
T1 (0-20)	1,40	1,50	3,95	1,35
T1 (20-40)	0,80	1,65	1,20	1,25
T1 (40-60)	1,40	1,15	1,70	1,55
T2 (0-20)	1,30	0,50	0,95	1,75
T2 (20-40)	1,84	1,70	1,10	1,43
T2 (40-60)	1,60	0,65	1,30	2,04
T3 (0-20)	1,15	0,80	1,60	1,20
T3 (20-40)	1,35	0,80	1,74	1,35
T3 (40-60)	1,40	1,00	1,20	1,65
T4 (0-20)	1,15	1,05	1,00	1,54
T4 (20-40)	0,75	1,70	0,95	1,14
T4 (40-60)	0,65	1,69	0,55	1,20

Fonte: Elaborada pela a autora (2019).