



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

MARLANE SILVA MARINHO

**COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DE MACROALGAS E SEU PAPEL NA
COMPOSIÇÃO DA FAUNA BENTONICA ASSOCIADA**

Recife
2020

MARLANE SILVA MARINHO

**COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DE MACROALGAS E SEU PAPEL NA
COMPOSIÇÃO DA FAUNA BENTONICA ASSOCIADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Biológica.

Área de concentração: Oceanografia Biológica.

Orientador: Dr. José Souto Rosa Filho

Recife

2020

Catálogo na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

M338c Marinho, Marlane Silva.
Complexidade estrutural de macroalgas e seu papel na composição da
fauna bentônica associada / Marlane Silva Marinho – Recife, 2020.
45 f.: figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. José Souto Rosa Filho.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2020.
Inclui referências e anexo.

1. Oceanografia. 2. Complexidade estrutural. 3. Macroalgas. 4.
Preferência de habitat. 5. Comunidade Macrobentônicas. I. Rosa Filho, José
Souto (Orientador). II. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG / 2020-269

MARLANE SILVA MARINHO

**COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DE MACROALGAS E SEU PAPEL NA
COMPOSIÇÃO DA FAUNA BENTONICA ASSOCIADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia.

Aprovada em: 30/06/2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Souto Rosa Filho (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dr. Múcio Luiz Banja Fernandes (Examinador Externo)
Universidade de Pernambuco (UPE)

Prof. Dr. Edson Tavares Pessoa Pinho de Vasconcelos (Examinador Externo)
Joaquim Nabuco (UNINABUCO)

Aos meus pais

“Rendei graças ao SENHOR, porque Ele é bom, e a sua misericórdia dura para sempre”.
(Salmos 107).

AGRADECIMENTO

Ao meu Deus, Senhor e Salvador, pela graça e privilegio de chegar até aqui.

Aos meus pais e irmãos, que me inspiram a ser melhor todos os dias.

Aos amigos. Juliana, obrigada pelo companheirismo diário. Filipe, obrigada pelas madrugadas me ajudando nas estatísticas e gráficos da vida. Aos amigos que o mestrado trouxe: Anderson, obrigada pelo apoio e ajuda. Raquel, obrigada por ser presente. E a Pedro que me ensinou muita coisa. Luís e André vocês foram essenciais. Foi um prazer compartilhar surtos e risadas com todos vocês. Satisfação.

A Todas as pessoas que tornavam e tornaram os meus dias mais leves. A todos que fazem parte do Laboratório (Laben). Aos funcionários Nerlucyton (Tom) e Marilia. Aos professores do Departamento de Oceanografia. A professora Lília por disponibilizar seu laboratório na elaboração dos experimentos. E a Capes pela concessão da bolsa e financiamento do projeto.

Ao orientador e professor José Souto, pelos ensinamentos durante esses anos. Obrigada!

RESUMO

Macroalgas disponibilizam recursos na forma de substrato, alimento, abrigo e proteção para muitos organismos, sendo importantes na estruturação das comunidades macrobentônicas em recifes costeiros. Foi testada a preferência de hábitat de *Eulithidium affine* (Mollusca: Gastropoda) e descrito o papel da complexidade estrutural de *Padina sp.*, *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa* e *Ulva lactuca* na estruturação da comunidade macrobentônica do fital em recifes costeiros de Enseada dos corais (PE, Brasil). As ocorrências trimestralmente entre dezembro/18 e junho/19. foram coletadas cinco amostras de cada macroalga. O teste de preferência de hábitat do gastrópoda foi realizado em laboratório com experimentos de oferta simultânea das algas. Não se observou preferência do molusco por qualquer alga. No entanto, o curto deslocamento do molusco e as características dos experimentos podem ter dificultado a identificação de preferência. Houve variação significativa na estrutura das macroalgas. *Padina* e *Ulva* possuem as maiores áreas de superfície, e são as mais similares. *Palisada* e *Gelidiella* são as algas mais ramificadas e possuem estrutura mais distinta das demais algas. Os atributos das algas foram máximos no período seco. Foram identificados 2.517 indivíduos em 61 táxons. Os Arthropoda, particularmente Amphipoda, dominaram em abundância (57% do total de indivíduos) e riqueza (30 táxons). Em todos os meses e algas os herbívoros dominaram. Os descritores das comunidades em geral variaram significativamente entre períodos climáticos e algas. As mudanças climáticas sazonais e a qualidade do hábitat (grau de ramificação das algas), mais que a quantidade de hábitat (área superficial das algas), foram os fatores mais importantes na estruturação das comunidades do fital das macroalgas.

Palavras-chave: Complexidade estrutural. Macroalgas. Preferência de habitat. Comunidade Macrobentônicas.

ABSTRACT

Macroalgae provide resources as substrate, food, shelter, and protection for many organisms, being important in the macrobenthic coastal reefs communities structuring. *Eulithidium Affine* habitat preference (Mollusca: Gastropoda) was tested, and the structural complexity role of *Padina* sp., *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa*, and *Ulva lactuca* in the coastal reefs phytal macrobenthic community structuring, at Enseada dos Corais (PE, Brazil), was described. Sampling was conducted quarterly from December 2018 to June 2019, five copies of each macroalgae were collected. Laboratory experiments with simultaneous algae supply were conducted to examine the gastropod habitat preference. No preference was found. However, the mollusk's short displacement and the characteristics of the experiments may have hindered the identification of preference. There was a significant variation in the macroalgae structure. *Padina* and *Ulva* showed the largest surface areas, and are the most similar. *Palisada* and *Gelidiella* are the most branched algae and have a more distinct structure than the other algae. The algae attributes were maximum in the dry period. 2,517 individuals were identified in 61 taxa. The Arthropoda, particularly Amphipoda, was dominant in abundance (57% of the total individuals) and wealth (30 taxa). The maximum algae attributes occurred in the dry period. There were identified 2517 individuals in 61 taxa. Herbivores were dominant in all months and algae. Community descriptors, in general, varied significantly between climatic periods and algae. The seasonal climatic changes and habitat quality (degree of algae branching), more than the amount of habitat (algae surface area), were the most important factors in the structuring of macroalgae communities.

Keywords: Structural complexity. Macroalgae. Habitat preference. Macrobenthic community.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Tratamentos usados nos experimentos. U representando *Ulva*, P Representando *Palisada*, P representando *Padina*, G representando *Gelidiella*. * indica o segmento em que os caracóis foram colocados no início do experimento.....17
- Figura 2 - Percentual dos indivíduos de *Eulithidium affine* recuperados em cada tratamento nos distintos experimentos de preferência do molusco pelas macroalgas *Padina* sp., *Palisada* perforata, *Gelidiella* acerosa e *Ulva lactuca*. 20
- Figura 3 - Análise Canônica das Coordenadas Principais (CAP) das estruturas macroalgas. Os vetores representam os componentes que melhor explicam a formação dos grupos de macroalgas. 23
- Figura 4 - Hábitos alimentares da macrofauna que compõem as macroalgas associadas no recife costeiro de arenito da Praia de Enseada dos corais (PE, Brasil)..... 25
- Figura 5 - Análise Canônica das Coordenadas Principais (CAP) dos componentes da macrofauna. Os vetores representam os componentes que melhor explicam a formação dos grupos. 28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo dos resultados das ANOVA nos diferentes experimentos de preferência de <i>Eulithidium affine</i> pelas macroalgas <i>Padina</i> sp., <i>Palisada perforata</i> , <i>Gelidiella acerosa</i> e <i>Ulva lactuca</i> . DF: degrees of freedom, SS: sum of squares, MS: mean square.	21
Tabela 2 - Características (média $\pm$ desvio padrão) das macroalgas <i>Padina</i> sp., <i>Palisada perforata</i> , <i>Gelidiella acerosa</i> e <i>Ulva lactuca</i> nos recifes da Praia de Enseada dos Corais (PE).....	22
Tabela 3 - Resumo dos resultados das Permanova para as características das macroalgas <i>Padina</i> sp., <i>Palisada perforata</i> , <i>Gelidiella acerosa</i> e <i>Ulva lactuca</i> . DF: degrees of freedom, SS: sum of squares, MS: mean square no recife de arenito da Praia de Enseada dos Corais-PE.....	23
Tabela 4 - Descritores das comunidades (média $\pm$ desvio padrão) das macroalgas <i>Padina</i> sp., <i>Palisada perforata</i> , <i>Gelidiella acerosa</i> e <i>Ulva lactuca</i> nos recifes da Praia de Enseada dos Corais (PE).....	26
Tabela 5 - Resumo dos resultados das Permanova para a macrofauna associada as macroalgas <i>Padina</i> sp., <i>Palisada perforata</i> , <i>Gelidiella acerosa</i> e <i>Ulva lactuca</i> . DF: degrees of freedom, SS: sum of squares, MS: mean square no recife de arenito da Praia de Enseada dos Corais-PE.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	METODOLOGIA.....	16
2.1	ÁREA DE ESTUDO	16
2.2	EXPERIMENTO DE PREFERÊNCIA DE HABITAT	16
2.3	CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA.....	18
2.4	COMPLEXIDADE DAS ALGAS.....	18
2.5	ANÁLISE DOS DADOS	18
3	RESULTADOS	20
3.1	EXPERIMENTO DE PREFERÊNCIA DE HABITAT	20
3.2	COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DAS MACROALGAS	21
3.3	ESTRUTURA DA MACROFAUNA	24
4	DISCUSSÃO	29
4.1	PREFERÊNCIA DE HABITAT	29
4.2	COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DAS MACROALGAS	30
4.3	ESTRUTURA DA MACROFAUNA	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35
	ANEXO A - TABELA DOS TÁXONS PRESENTES NA MACROFAUNA	
	ASSOCIADA A MACROALGAS DO RECIFE DE ARENITO DA PRAIA DE	
	ENSEADA DOS CORAIS.....	44

1 INTRODUÇÃO

As macroalgas são consideradas componentes chave nos ecossistemas marinhos, devido a sua capacidade de oferecer ambientes tridimensionais (Kovalenko et al., 2012) para colonização por animais e plantas (Thomas, 1993). Essa interação entre as macroalgas e a fauna associada cria um ecossistema definido por Remane em 1940 como fital, que é derivado do grego *Phyton* e quer dizer “planta”, para designar um habitat marinho dominado por macrófitas, onde coexistem animais e plantas epífitas (Nascimento & Rosso, 2001).

No fital a estrutura das comunidades é regulada por fatores bióticos (predação, competição, recrutamento e migração) e abióticos (estrutura do habitat, hidrodinâmica, incidência de luz e temperatura) (Chemello & Milazzo, 2002). A biota é diversa e composta principalmente por algas epífitas (macro e microalgas) e invertebrados, principalmente crustáceos, moluscos, poliquetas e equinodermatas (Azevedo, 1992). Os moluscos e os crustáceos são os grupos vageis comumente mais abundantes no fital de macroalgas marinhas, portanto os mais estudados (Cruz, 2014). Dentre os organismos encontrados em associação com as macroalgas destacam-se os crustáceos peracáridos, os moluscos gastrópodos e os poliquetas (Edgar, 1993; Duff & Hay, 2000).

Estudos foram desenvolvidos buscando compreender os papéis ecológicos desenvolvidos por moluscos, bem como suas interações com a macroalga. Dentre os macroinvertebrados marinhos os moluscos estão entre os mais abundantes, associados a macroalgas, compondo uma assembleia bastante diversa e abundante (Leite et al., 2009). A assembleia de moluscos associados ao ambiente fital pode ser variada e pode modificar-se de acordo com a arquitetura da alga (Chemello & Milazzo, 2002). Para Duarte et al., (2020) para eles ficou evidente que macroalgas mais complexas oferecem mais nichos para as espécies de moluscos, uma vez que foram capazes de apoiar a coexistência de vários grupos tróficos de moluscos.

Devido à grande complexidade estrutural e abundância nos ambientes marinhos rasos as macroalgas são atrativas para organismos marinhos (Cruz, 2014). Na maioria das vezes os invertebrados bentônicos utilizam as algas apenas como habitat, porém alguns herbívoros podem se alimentar das epífitas e das próprias algas (Duarte, 2014). Para os carnívoros, por

sua vez, as macroalgas servem como habitat suporte e área de alimentação. Algumas espécies utilizam as macroalgas de forma indireta, alimentando-se ou colonizando os animais e plantas vivendo diretamente sobre as algas (Duarte, 2014).

Os principais fatores que interferem no fital são luz, hidrodinâmica, temperatura, profundidade, quantidade de sedimento retido nas frondes, textura, arquitetura e composição química das macrófitas (Nascimento & Rosso, 2001). A complexidade do habitat, que compreende a um conjunto de diferentes tipos de elementos, que reflete a presença de diferentes tipos de textura, formato ou estruturas superficiais que fornecem recursos diversos para a biota que os ocupa (Tokeshi & Arakaki, 2012). Algas com talos simples e laminares podem ser consideradas menos complexas que aquelas com talos ramificados e com diferentes formatos (cilíndricos, capilares, achatados) (Güth, 2004). Também a presença de epibiontes, como epífitas e invertebrados esponjas, briozoários e hidrozoários tem se mostrado importante na definição da complexidade das algas (Hall & Bell, 1988; Leite & Turra, 2003; Güth, 2004; Veras, 2011; Carvalho et al., 2018). Algas com arquitetura mais complexa e mais epibiontes têm maior diversidade e abundância de organismos associados, uma vez que há maior quantidade e diversidade de micro-habitats para colonização, e mais alimento disponível, uma vez que as epífitas podem ser mais palatáveis que a alga hospedeira e os invertebrados epibiontes podem servir de alimento para os carnívoros (Marx & Herkind, 1985; Freitas, 2015).

As propriedades nutricionais de algas são pouco conhecidas quando comparado com o que se conhece das plantas terrestres, mas vários trabalhos têm mostrado que elas são, em geral, pobres em lipídios, mas ricas em proteínas, polissacarídeos, minerais e vitaminas (Darcy-vrillon, 1993; Dawczynski et al., 2007; Mabeau & Fleurence, 1993; Vasconcelos & Goncalves, 2013). A atratividade das algas para os herbívoros é determinada não apenas pelo conteúdo dos supostos compostos defensivos, mas em grande parte por seu valor nutritivo (Jormalainen et al., 2001). Algumas algas possuem um maior conteúdo mineral, outras um maior teor proteico, e algumas apresentam alto conteúdo de fibras. Além disso, são excelentes fontes de vitaminas A, B1, B12, C, D e E, riboflavina, niacina, ácidos pantotênico e fólico e minerais, tais como Ca, P, Na e K (Soares & Fujii, 2012; Dhargalkar & Verlecar, 2009; Vasconcelos & Goncalves, 2013).

Por outro lado, algas que produzem muitos metabólitos secundários podem ser evitadas. Pois os metabólitos defendem as macroalgas quimicamente contra colonizadores (Wang et al., 2018).

Entre esses produtos químicos, os derivados de isoprenóides e acetogenina são

reconhecidos como a principal classe de metabólitos defensivos (Harper et al., 2001; Pereira & Vasconcelos, 2014). Amsler & Fairhead, (2006) dizem que clorotaninos são metabólitos polares polifenólicos com papéis primários e secundários e estão relacionados a anti-herbivoria e antiincrustante. Pereira & Da Gama (2008) diz que macroalgas vermelhas são caracterizadas pela produção de uma variedade de compostos halogenados que exibem propriedades defensivas contra herbívora.

A preferência ou escolha de um hábitat significa que os animais selecionaram ativamente um (ou mais) habitat (s) de uma variedade de habitats potenciais encontrados (Rosenzweig, 1981; Manly et al., 1993). Se os animais escolhem um certo micro-habitat, eles devem selecionar mais daquele micro-habitat quando lhe é oferecido mais opções, pois a preferência só é selecionada quando se tem mais opções (Olabarria et al., 2012).

Estudos têm sido conduzidos sobre preferência de habitat por animais utilizando métodos observacionais e experimentos de campo e laboratório. Costa et al., (2013) levantaram a hipótese de que peixes diferem na preferência de habitat e usam diferentes trechos do rio com diferentes características, tendo concluído que as espécies apresentam preferência por variáveis do habitat. Cowie (1985) estudando a preferência de hábitat do gastrópode *Theba Pisana*, utilizando a temperatura como um fator limitante, observou que há migração na escolha do hábitat quanto na tolerância à temperatura, ou seja, com a mudança de temperatura os gastrópodes mudam de habitat.

Por sua vez estudos descritivos foram utilizados para entender a relação entre as características das algas com a fauna. Tavares et al., (2013) identificaram o papel de fatores como estrutura da alga na escolha de habitat de anfípodos, e concluíram que há seleção pelas algas que mais oferecem abrigo e proteção contra predação. Ao avaliar a relação entre a distribuição de caranguejos *Epialtus sp* em espécies de macroalgas com diferentes morfologias e complexidades, Granado (2014) concluiu que complexidade e heterogeneidade das macroalgas, bem como suas diferentes palatabilidades, podem ser determinantes na escolha das algas a ser colonizada pelo caranguejo.

No litoral de Pernambuco Rocha (2003) e Rocha et al., (2006) estudaram a associação entre Nematoda e a arquitetura de macroalgas, na praia Pedra de Xeréu e mostraram que as assembleias animais tinham estrutura distinta entre algas. Os autores partiram da premissa de que a arquitetura das algas é fator determinante na estruturação das comunidades, concluindo que estruturas morfológicas mais complexas e mais próximas ao substrato tem uma comunidade com maior riqueza de grupos.

Os objetivos deste trabalho foram 1. testar experimentalmente a preferência de hábitat do Gastropoda *Eulithidium affinae* pelas macroalgas *Padina sp.*, *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa* e *Ulva lactuca*; 2. descrever a macrofauna bentônica do fital dessas macroalgas nos recifes de Enseada dos Corais (Pernambuco); e, 3. identificar o papel da complexidade estrutural das macroalgas na estruturação da comunidade bentônica do fital.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento prático do trabalho, foram feitas coletas em campo. Para caracterizar a fauna bentônica associada foram usadas quatro espécies de macroalgas (*Padina* sp., *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa* e *Ulva lactuca*). Para descrever a complexidade estrutural das macroalgas e caracterizar a preferência de hábitat de espécies macrobentônicas foram desenvolvidos experimentos em laboratório.

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Os recifes costeiros de Pernambuco são basicamente corpos rochosos compostos principalmente por grãos de areia de quartzo, cimentados com carbonato de cálcio (Branner, 1904; Laborel, 1969; Dominguez et al. 1990;). Ocorrem em faixas paralelas à linha de costa funcionando como sistema natural de proteção costeira e como substrato para macroalgas e diversos animais marinhos (Guerra & Manso, 2004; Vasconcelos, 2016).

A precipitação média anual é de 2000 mm, sendo maio, junho e julho os meses mais chuvosos, janeiro e fevereiro os meses mais quentes e secos CPRM, 2005; Wanderley et al., 2018). As marés são semidiurnas (período médio de 12,42 horas, com duas preamares e duas baixa-mares por dia), sendo o regime de mesomaré (amplitude de 2,4 m para sizígia máxima e 2,1 m para quadratura máxima) (Knoppers et al., 2002; Ferreira et al., 2010).

A praia de Enseada dos Corais está localizada no Município de Cabo de Santo Agostinho, litoral sul de Pernambuco e possui cerca de 3,0 km de extensão. (Marcelino et al. 2007; Vasconcelos, 2012). Os recifes costeiros são largos e bem acidentados, formando poças e reentrâncias. A área recifal estudada possui grande diversidade de espécies e intermediário grau de distúrbio de origem antrópica (8°19' 7,5" S - 34° 56' 53,2"O), sendo o substrato dominado por *Palisada perforata* e *Gelidiella acerosa* (Vasconcelos, 2012; Vasconcelos, 2016).

2.2 EXPERIMENTO DE PREFERÊNCIA DE HABITAT

Testou-se a preferência de hábitat de *Eulithidium affine* (Mollusca: Phasianellidae) pelas macroalgas *Padina* sp., *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa* e *Ulva lactuca*. Os moluscos foram coletados em *Glacilaria caudata* nos recifes de Enseada dos corais. De cada alga-teste foi coletado cerca de 1 kg. Os moluscos e as algas foram acondicionados em caixa

de plástico com água do local de coleta e levados para o laboratório. No laboratório os moluscos foram separados das algas e conservados em aquário com aeração até a realização dos experimentos.

Os experimentos consistiram na oferta simultânea das quatro algas aos moluscos, seguindo procedimento adaptado de Olabarria et al., (2002). Foram utilizados recipientes plásticos com capacidade de 500 ml, sendo colocado em cada um as quatro algas (fragmentos de cerca de 20g de cada alga) ou apenas uma delas (quatro fragmentos de cerca de 20 g da mesma alga), e cinco moluscos por tratamento. O número de moluscos utilizado foi calculado de forma que a densidade ficasse abaixo da densidade natural, mesmo que todos eles escolhessem a mesma alga ao final do experimento. Foram feitos dois tipos de tratamentos: um com as mesmas espécies de algas e a outra com as quatro espécies de algas. Foram testados os tratamentos (quatro réplicas por tratamento): T1 (quatro algas e os moluscos colocados em *Ulva lactuca*), T2 (quatro algas e os moluscos colocados em *Gelidiella acerosa*), T3 (quatro algas e os moluscos colocados em *Palisada perforata*) e T4 (quatro algas e os moluscos colocados em *Padina sp.*), T5 (apenas *Ulva lactuca*), T6 (apenas *Gelidiella acerosa*), T7 (apenas *Palisada perforata*.) e T8 (apenas *Padina sp.*).

Figura 1- Tratamentos usados nos experimentos. U representando *Ulva*, P Representando *Palisada*, P representando *Padina*, G representando *Gelidiella*. * indica o segmento em que os caracóis foram colocados no início do experimento.

<table><tr><td>U*</td><td>P</td></tr><tr><td>P</td><td>G</td></tr></table>	U*	P	P	G	<table><tr><td>U</td><td>P</td></tr><tr><td>P</td><td>G*</td></tr></table>	U	P	P	G*	<table><tr><td>U</td><td>P*</td></tr><tr><td>P</td><td>G</td></tr></table>	U	P*	P	G	<table><tr><td>U</td><td>P</td></tr><tr><td>P*</td><td>G</td></tr></table>	U	P	P*	G
U*	P																		
P	G																		
U	P																		
P	G*																		
U	P*																		
P	G																		
U	P																		
P*	G																		
T1	T2	T3	T4																
<table><tr><td>U</td><td>U</td></tr><tr><td>U</td><td>U</td></tr></table>	U	U	U	U	<table><tr><td>G</td><td>G</td></tr><tr><td>G</td><td>G</td></tr></table>	G	G	G	G	<table><tr><td>P</td><td>P</td></tr><tr><td>P</td><td>P</td></tr></table>	P	P	P	P	<table><tr><td>P</td><td>P</td></tr><tr><td>P</td><td>P</td></tr></table>	P	P	P	P
U	U																		
U	U																		
G	G																		
G	G																		
P	P																		
P	P																		
P	P																		
P	P																		
T5	T6	T7	T8																

Fonte: a autora, 2020.

A definição do ponto de partida dos moluscos em cada tratamento foi feita por sorteio, sorteando-se a alga e a posição de cada alga no recipiente, nos tratamentos com quatro algas, ou apenas a posição, nos tratamentos com a mesma alga 12 h de luz/ 12 h de escuro, totalizando 24h (um dia) de estudo. Os experimentos foram mantidos com aeração, sem troca

de água e sem oferta de alimento. Em cada experimento foi elaborado 32 replicas (8 tratamentos x 4 macroalgas). No total foram feitos quatro experimentos (um em cada mês), nos meses de dezembro, fevereiro, abril e junho. Ao final do experimento contou-se o número de indivíduos que se manteve na posição inicial e aqueles que não estavam nas algas (mortos, na tampa ou parede do recipiente) foram ignorados.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA

Foram coletadas quatro amostras (com aproximadamente dez frondes cada) e dez frondes (quinta amostra) de *Padina sp.*, *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa* e *ulva lactuca*. As algas foram coletadas e mantidas em água do local e transportadas para o laboratório. No laboratório as amostras foram fixadas com formalina a 4% tamponada. Posteriormente as algas foram lavadas em malha de 0,3 mm de abertura sob água corrente, e os organismos retidos identificados ao menor nível taxonômico possível e contados.

2.4 COMPLEXIDADE DAS ALGAS

A complexidade estrutural das macroalgas foi definida pelos atributos morfológicos como volume, altura, peso seco, área e perímetro das frondes, e índice de espaços intersticiais - IHV), como proposto por Edgar (1983); Steneck e Dethier (1994); Chemello & Milazzo (2002); e baseado na dimensão fractal, como proposto por McAbendroth, et al. (2005); o índice de espaços intersticiais, como proposto por Dibble et al. (1996) e Dibble & Thomaz (2006). As frondes foram pesadas individualmente em balança analítica de precisão de 0,0001g. O volume, foi determinado pelo deslocamento da coluna d'água em proveta graduada.

Posteriormente foram montadas exsiccatas, cinco frondes de macroalgas de cada gênero. Após a secagem completa das algas, as exsiccatas foram fotografadas por câmera digital NIKON® COOLPIX W300. A partir das fotos, foi possível calcular a altura de cada fronde, e os valores de dimensão fractal da área - Da e do perímetro - Dp, e o índice de espaços intersticiais – IHV, por meio do software ImageJ®.

2.5 ANÁLISE DOS DADOS

Para cada amostra de fauna foram determinadas riqueza (S: total de táxons presentes), abundância (N: número total de indivíduos em 100 ml de alga), diversidade ($1-\lambda$: índice de Simpson) e equitatividade (J: índice de Pielou). Tendo em vista a elevada dependência desses descritores com o esforço amostral, os mesmos foram expressos por g de alga. Utilizou-se ANOVA para comparar a média amostral, a partir disso identificar se as médias diferem significativamente entre elas. E para identificar se houve diferença significativa entre as amostras utilizou-se o teste t de Student's.

Para visualizar padrões multivariados das comunidades macrobentônicas nas diferentes algas foi empregada Análise Canônica das Coordenadas Principais (CAP; Anderson & Willis, 2003). Para comparar os descritores das algas e das comunidades entre algas e meses foi empregada Análise de Variância Permutacional (Permanova) utilizando modelo misto com dois fatores: espécies de alga (fatores fixos com dois níveis) e ocasião de coleta (fator aleatório com dois níveis). Para essas análises foram construídas matrizes de semelhança utilizando o índice de similaridade de Bray Curtis com os dados de abundância do macrobentos por espécie transformada por raiz quarta e Distância Euclidiana para os descritores das algas (Anderson et al., 2008). Análises e testes foram realizados utilizando os programas STATISTICA (versão 12.5.192.7) e PRIMER 6 + PERMANOVA (Anderson et al. 2008) considerando $\alpha = 0,05$.

3 RESULTADOS

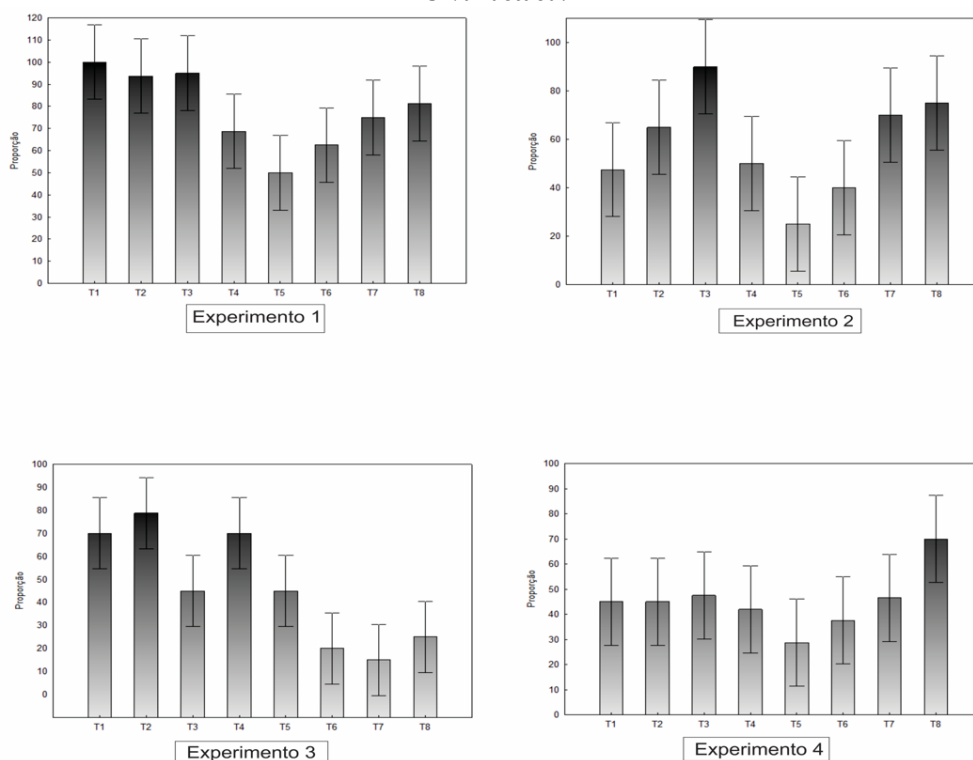
Os resultados foram obtidos através dos experimentos e análises estatísticas, sendo seu desfecho, desenvolvimento e resultado bastante oportuno e eficaz. Nos experimentos foram recuperados 53,4% dos indivíduos. Foram identificados 2.517 indivíduos de 61 táxons e as características morfológicas das macroalgas em geral variaram significativamente.

3.1 EXPERIMENTO DE PREFERÊNCIA DE HABITAT

Dos 640 moluscos adicionados nos experimentos 53,4% foram recuperados (76,2% no experimento1; 52,5% no 2; 47,5% no 3; e 37,5% no 4), o que representou pequena perda e revela o sucesso na manutenção dos organismos durante os experimentos.

A proporção de organismos não variou significativamente entre tratamentos nos quatro experimentos (Tab 01), em geral, a proporção de moluscos recuperados foi maior nos tratamentos com as quatro algas (T1-T4). Em três experimentos se observou aumento da proporção de recuperados ao passar do tratamento T5 ao T8. (Fig. 01).

Figura 2 - Percentual dos indivíduos de *Eulithidium affine* recuperados em cada tratamento nos distintos experimentos de preferência do molusco pelas macroalgas *Padina sp.*, *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa* e *Ulva lactuca*.



Fonte: a autora, 2020.

Tabela 1 - Resumo dos resultados das ANOVA nos diferentes experimentos de preferência de *Eulithidium affine* pelas macroalgas *Padina sp.*, *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa* e *Ulva lactuca*. DF: degrees of freedom, SS: sum of squares, MS: mean square.

Fonte de variação	DF	SS	MS	F	p
Tratamentos do Experimento 1	7	9	1.3	0.6	0.6
Tratamentos do Experimento 2	7	15	2.1	0.5	0.7
Tratamentos do Experimento 3	7	35	5.0	1.7	0.1
Tratamentos do Experimento 4	7	12	1,7	0.7	0.6

Fonte: a autora, 2020.

3.2 COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DAS MACROALGAS

As características morfológicas das macroalgas em geral variaram significativamente entre algas e meses. Altura e peso seco foram máximos em fevereiro nas algas *Padina sp.*, *Gelidiella acerosa* e *Ulva lactuca* (Tabela 2). O índice de interstícios (ihv) foi mais alto em dezembro e mínimo em abril em todas as algas. A densidade das algas foi mais elevada em abril nas algas *Ulva lactuca* e *Gelidiella acerosa*. A estrutura das macroalgas variou significativamente entre algas e meses. *Gelidiella* teve a estrutura mais distinta das demais e *Padina* e *Ulva* a mais semelhante. Temporalmente, em fevereiro a estrutura das algas foi a mais distinta (Tabela 3).

Tabela 2 - Características (média $\pm$ desvio padrão) das macroalgas *Padina sp.*, *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa* e *Ulva lactuca* nos recifes da Praia de Enseada dos Corais (PE)

		Dez/18	Fev/19	Abr/19	Jun/19			<i>Padina</i>	<i>Palisada</i>	<i>Gelidiella</i>	<i>Ulva</i>
<i>Padina</i>	Altura	3 $\pm$ 0.54	4.7 $\pm$ 1.03 b	3.1 $\pm$ 0.95	3.4 $\pm$ 0.6		Dezembro/18	3 $\pm$ 0.54	3 $\pm$ 1	3.8 $\pm$ 0.69	3.4 $\pm$ 1.8
	Da	1.7 $\pm$ 0.04 a	1.8 $\pm$ 0.03 b	1.9 $\pm$ 0.05 b	1.8 $\pm$ 0.01a			1.7 $\pm$ 0.04 a	1.7 $\pm$ 0.01	1.6 $\pm$ 0.06	1.8 $\pm$ 0.04
	Dp	1.1 $\pm$ 0.03 a	1.1 $\pm$ 0.1 a,b	1 $\pm$ 0.03 b	1.3 $\pm$ 0 c			1.1 $\pm$ 0.03 a	1.2 $\pm$ 0.04 a	1.3 $\pm$ 0.05	1.2 $\pm$ 0.04 a
	Ihv	404.8 $\pm$	351.2 $\pm$	0.2 $\pm$ 0.4 b	220.4 $\pm$ 47.5			404.8 $\pm$ 203.4	455.2 $\pm$ 352.8	344 $\pm$ 103.5	492 $\pm$ 272.3
	Peso Seco (g)	0.1 $\pm$ 0.07	0.2 $\pm$ 0 a,c	0.1 $\pm$ 0.03	0.07 $\pm$ 0.03 b			0.1 $\pm$ 0.07	0.1 $\pm$ 0.05	0.2 $\pm$ 0.10	0.1 $\pm$ 0.04
	Volume	2.6 $\pm$ 0.54	7.4 $\pm$ 2.4	3 $\pm$ 1.5	1.8 $\pm$ 0.02			2.6 $\pm$ 0.54	3 $\pm$ 1	2.6 $\pm$ 0.89	3.2 $\pm$ 1
	Densidade	0.08 $\pm$ 0.03	0.03 $\pm$ 0.01	0.07 $\pm$ 0.03	0.04 $\pm$ 0.01			0.08 $\pm$ 0.03	0.05 $\pm$ 0 a,b	0.07 $\pm$ 0.02	0.03 $\pm$ 0.01
<i>Palisada</i>	Altura	3 $\pm$ 1	3.4 $\pm$ 0.53	4.3 $\pm$ 0.01 b	4.2 $\pm$ 1.2		Fevereiro/19	4.7 $\pm$ 1.03 b	3.4 $\pm$ 0.53	5.7 $\pm$ 0.76 b	4.2 $\pm$ 1
	Da	1.7 $\pm$ 0.01	1.7 $\pm$ 0.03	1.6 $\pm$ 0.01	1.8 $\pm$ 0 b			1.8 $\pm$ 0.03 b	1.7 $\pm$ 0.03	1.7 $\pm$ 0 a,b	1.7 $\pm$ 0.08
	Dp	1.2 $\pm$ 0.04 a	1.2 $\pm$ 0.02 b	1.2 $\pm$ 0 a,b	1.3 $\pm$ 0 c			1.1 $\pm$ 0.1 a,b	1.2 $\pm$ 0.02 b	1.3 $\pm$ 0.03	1.3 $\pm$ 0 b,c
	Ihv	455.2 $\pm$	189.2 $\pm$ 54.6	2.8 $\pm$ 1.3 b	352.2 $\pm$			351.2 $\pm$ 251.2	189.2 $\pm$ 54.6	305.3 $\pm$ 235.5	299.8 $\pm$ 157.1
	Peso Seco (g)	0.1 $\pm$ 0.05	0.2 $\pm$ 0.02	0.3 $\pm$ 0.15	0.3 $\pm$ 0.07 b			0.2 $\pm$ 0 a,c	0.2 $\pm$ 0.02	0.5 $\pm$ 0.3 b,a	0.1 $\pm$ 0 a,b
	Volume	3 $\pm$ 1	7.6 $\pm$ 0.9	5.4 $\pm$ 1.81	4.4 $\pm$ 1.1			7.4 $\pm$ 2.4	7.6 $\pm$ 0.9	7.6 $\pm$ 1.6	7.4 $\pm$ 2
	Densidade	0.05 $\pm$ 0 a,b	0.03 $\pm$ 0 b	0.06 $\pm$ 0.02	0.04 $\pm$ 0.02			0.03 $\pm$ 0.01	0.03 $\pm$ 0 b	0.07 $\pm$ 0.03	0.02 $\pm$ 0.01
<i>Gelidiella</i>	Altura	3.8 $\pm$ 0.69	5.7 $\pm$ 0.76 b	4.2 $\pm$ 1.17	5 $\pm$ 1.43		Abril/19	3.1 $\pm$ 0.95	4.3 $\pm$ 0.01 b	4.2 $\pm$ 1.17	3.5 $\pm$ 0.4 a,b
	Da	1.6 $\pm$ 0.06	1.7 $\pm$ 0 a,b	1.7 $\pm$ 0 a,b	1.5 $\pm$ 0.09			1.9 $\pm$ 0.05	1.6 $\pm$ 0.01	1.7 $\pm$ 0 a,b	1.9 $\pm$ 0.04 b
	Dp	1.3 $\pm$ 0.05	1.3 $\pm$ 0.03	1.3 $\pm$ 0.02	1.5 $\pm$ 0.06 b			1 $\pm$ 0.03	1.2 $\pm$ 0 a,b	1.3 $\pm$ 0.02	1 $\pm$ 0.02 b
	Ihv	344 $\pm$ 103.5	305.3 $\pm$	8.6 $\pm$ 3.91 b	285.6 $\pm$ 56.6			0.2 $\pm$ 0.44	2.8 $\pm$ 1.3 b	8.6 $\pm$ 3.91 b	0 b
	Peso Seco (g)	0.2 $\pm$ 0.10	0.5 $\pm$ 0.3 b,a	0.4 $\pm$ 0.24	0.3 $\pm$ 0.1 b,a			0.1 $\pm$ 0.03	0.3 $\pm$ 0.15	0.4 $\pm$ 0.24	0.1 $\pm$ 0.05
	Volume	2.6 $\pm$ 0.89	7.6 $\pm$ 1.6	3.6 $\pm$ 1.51	6 $\pm$ 2.34			3 $\pm$ 1.5	5.4 $\pm$ 1.81	3.6 $\pm$ 1.51	1.8 $\pm$ 0.83
	Densidade	0.07 $\pm$ 0.02	0.07 $\pm$ 0.03	0.1 $\pm$ 0.07	0.07 $\pm$ 0.04			0.07 $\pm$ 0.03	0.06 $\pm$ 0.02	0.1 $\pm$ 0.07	0.05 $\pm$ 0.01 b
<i>Ulva</i>	Altura	3.4 $\pm$ 1.8	4.2 $\pm$ 1	3.5 $\pm$ 0.4 a,b	1.8 $\pm$ 0.3		Junho/19	3.4 $\pm$ 0.6	4.2 $\pm$ 1.2	5 $\pm$ 1.43	1.8 $\pm$ 0.3
	Da	1.8 $\pm$ 0.04	1.7 $\pm$ 0.08	1.9 $\pm$ 0.04 b	1.8 $\pm$ 0.01			1.8 $\pm$ 0.01a	1.8 $\pm$ 0 b	1.5 $\pm$ 0.09	1.8 $\pm$ 0.01
	Dp	1.2 $\pm$ 0.04 a	1.3 $\pm$ 0 b,c	1 $\pm$ 0.02 b	1.3 $\pm$ 0.04 c			1.3 $\pm$ 0 c	1.3 $\pm$ 0 c	1.5 $\pm$ 0.06 b	1.3 $\pm$ 0.04 c
	Ihv	492 $\pm$ 272.3	299.8 $\pm$	0 b	293 $\pm$ 143.1			220.4 $\pm$ 47.5	352.2 $\pm$ 171.6	285.6 $\pm$ 56.6	293 $\pm$ 143.1
	Peso Seco (g)	0.1 $\pm$ 0.04	0.1 $\pm$ 0 a,b	0.1 $\pm$ 0.05	0.07 $\pm$ 0.03			0.07 $\pm$ 0.03 b	0.3 $\pm$ 0.07 b	0.3 $\pm$ 0.1 b,a	0.07 $\pm$ 0.03
	Volume	3.2 $\pm$ 1	7.4 $\pm$ 2	1.8 $\pm$ 0.83	2 $\pm$ 0			1.8 $\pm$ 0.02	4.4 $\pm$ 1.1	6 $\pm$ 2.34	2 $\pm$ 0
	Densidade	0.03 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.01	0.05 $\pm$ 0.01 b	0.03 $\pm$ 0 a,b			0.04 $\pm$ 0.01	0.04 $\pm$ 0.02	0.07 $\pm$ 0.04	0.03 $\pm$ 0 a,b

Fonte: a autora, 2020.

Tabela 3- Resumo dos resultados das Permanova para as características das macroalgas *Padina sp.*, *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa* e *Ulva lactuca*. DF: degrees of freedom, SS: sum of squares, MS: mean square no recife de arenito da Praia de Enseada dos Corais-PE

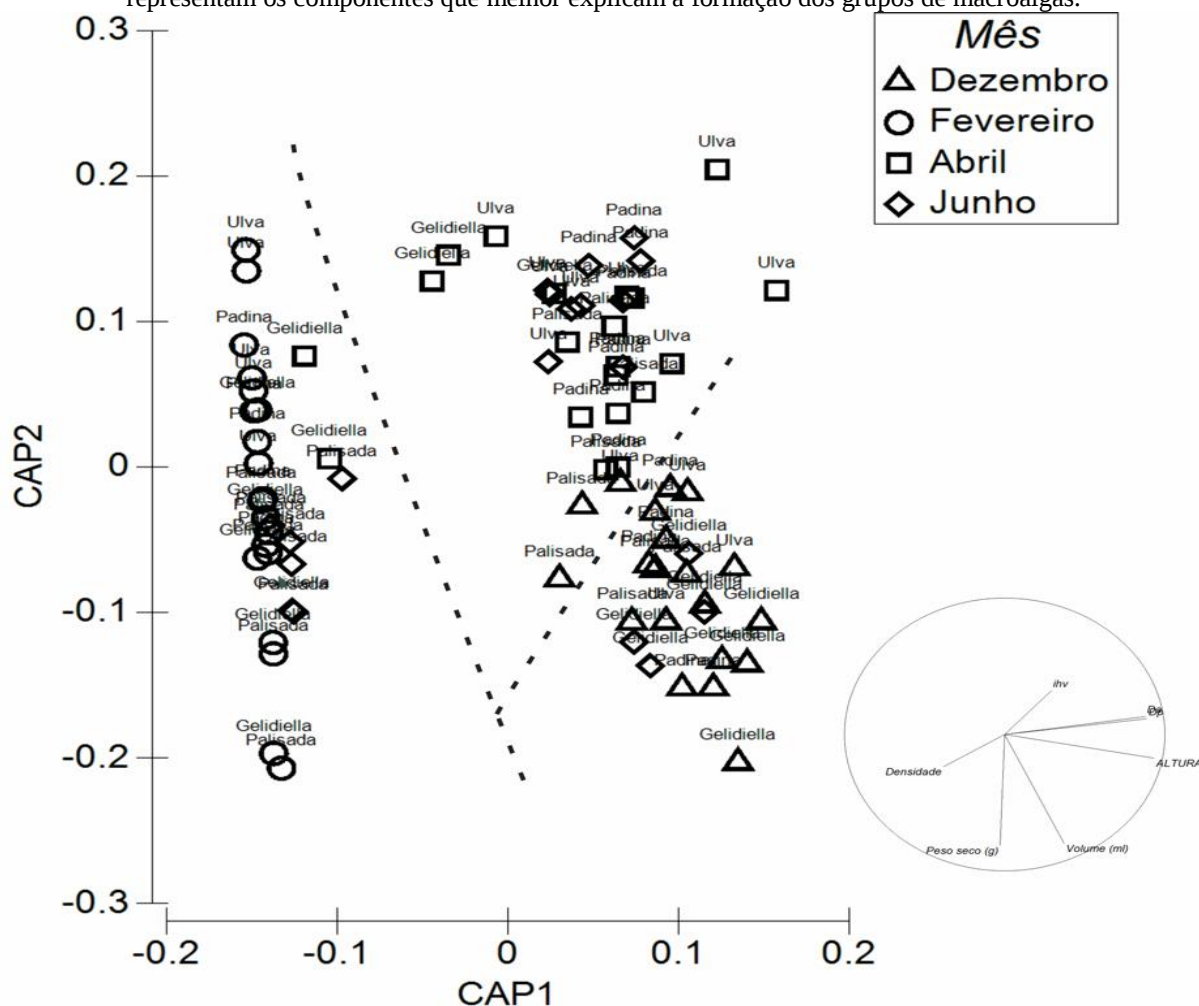
Source of variations	DF	SS	MS	Pseudo-F	P	Unique permutations
Alga	3	237.33	79.11	33.24	<0.001	998
Mês	3	83.069	27.69	11.634	0.001	999
Alga x Mês	3	80.285	8.9205	3.7482	0.001	998
Resíduo	64	152.32	2.38			

Pair-wise tests									
Ulva					Padina				
	Dez.	Fev.	Abr.	Jun.		Dez.	Fev.	Abr.	Jun.
Dez.	1.67				Dez.	1.55			
Fev.	4.82*	1.11			Fev.	4.47*	1.59		
Abr.	3.38*	4.82*	3.41		Abr.	2.60*	3.79*	1.52	
Jun.	2.75*	3.53*	2.89*	0.85	Jun.	3.03*	4.14*	2.01*	1.42
Palisada					Gelidiella				
	Dez.	Fev.	Abr.	Jun.		Dez.	Fev.	Abr.	Jun.
Dez.	5.04				Dez.	2.1			
Fev.	3.76*	1.6			Fev.	5.07*	2.67		
Abr.	2.80*	4.06*	1.83		Abr.	4.52*	3.88*	2.82	
Jun.	3.66*	1.69	3.66*	1.64	Jun.	2.76	4.08*	4.09*	2.94
dez/18					fev/19				
	<i>Padina</i>	<i>Gelidiella</i>	<i>Palisada</i>	<i>Ulva</i>		<i>Padina</i>	<i>Gelidiella</i>	<i>Palisada</i>	<i>Ulva</i>
<i>Padina</i>	1.55				<i>Padina</i>	1.59			
<i>Gelidiella</i>	2.54*	2.1			<i>Gelidiella</i>	2.46	2.67		
<i>Palisada</i>	2.00*	2.68*	2.04		<i>Palisada</i>	1.85	2.3	1.6	
<i>Ulva</i>	1.68*	3.06*	2.14*	1.67	<i>Ulva</i>	1.52	2.92*	2.44*	1.11
abr/19					jun/19				
	<i>Padina</i>	<i>Gelidiella</i>	<i>Palisada</i>	<i>Ulva</i>		<i>Padina</i>	<i>Gelidiella</i>	<i>Palisada</i>	<i>Ulva</i>
<i>Padina</i>	1.52				<i>Padina</i>	1.42			
<i>Gelidiella</i>	3.32*	2.82			<i>Gelidiella</i>	3.72*	2.94		
<i>Palisada</i>	1.78	3.08*	1.83		<i>Palisada</i>	4.41*	3.45*	1.64	
<i>Ulva</i>	3.25*	3.83*	2.81*	3.41	<i>Ulva</i>	1.18	2.58*	4.09*	0.85

Fonte: a autora, 2020.

É possível observar na figura 6 a formação de três grupos principais. Um grupo é composto pelas amostras de fevereiro, influenciado principalmente pela densidade das algas; o segundo agrupa as amostras de abril e junho, com influência do ihv; e o terceiro reuniu as amostras de dezembro, principalmente determinado pelo volume e altura das algas (Figura 6).

Figura 3 - Análise Canônica das Coordenadas Principais (CAP) das estruturas macroalgas. Os vetores representam os componentes que melhor explicam a formação dos grupos de macroalgas.

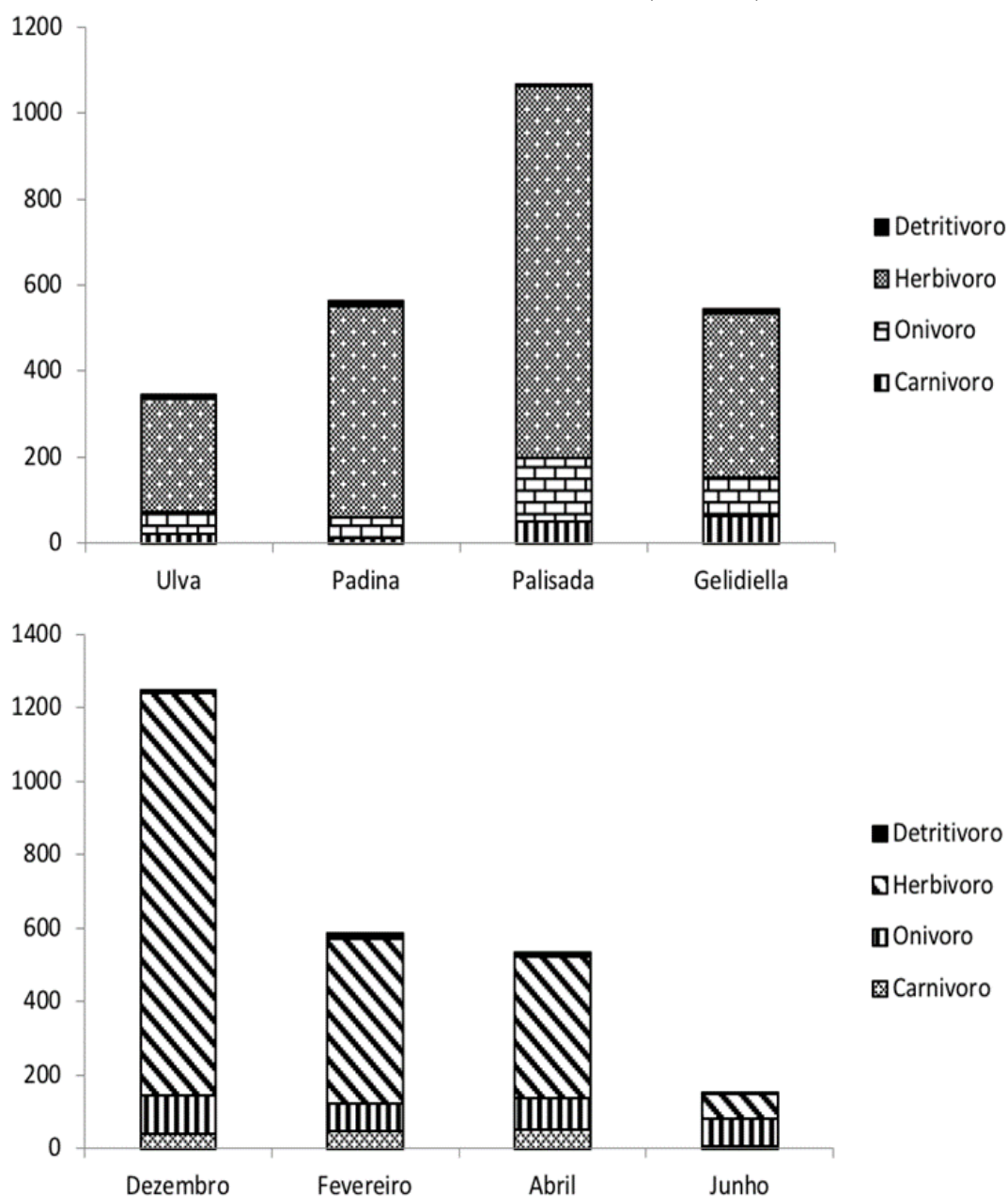


Fonte: a autora, 2020.

3.3 ESTRUTURA DA MACROFAUNA

Foram identificados 2.517 indivíduos de 61 táxons, pertencentes aos filos Annelida, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata e Platyhelminthes (Tabela I - Anexo). Arthropoda foi o filo mais abundante (57% do total de indivíduos) e o mais rico com 30 táxons, seguido de Mollusca (24% do total de indivíduos) representado principalmente pelo gastrópoda *Eulithidium* sp. (43% do total dos moluscos), com 9 táxons. A Annelida foi representada com 13 táxons. Em todas as algas, principalmente *Palisada perforata*, os herbívoros dominaram, seguidos pelos onívoros. Em todos os meses, principalmente em dezembro, os herbívoros foram mais abundantes que os demais hábitos alimentares (Figura 7).

Figura 4 - Hábitos alimentares da macrofauna que compõem as macroalgas associadas no recife costeiro de arenito da Praia de Enseada dos corais (PE, Brasil).



Fonte: a autora, 2020.

Os descritores das comunidades em geral variaram significativamente entre meses e algas. Em fevereiro e abril a densidade e a riqueza foram máximas. Junho foi o mês com maior equitatividade em *Padina sp.*, e *Gelidiella acerosa*. Os descritores em *Ulva lactuca* não variaram entre meses nem das demais algas. Em todas as algas, a equitatividade (J) foi mínima em junho (Tabela 4). A estrutura das comunidades macrobentônicas variou significativamente entre algas. A estrutura das comunidades teve máxima semelhança entre dezembro e fevereiro, e em junho as dissimilaridades foram máximas (Tabela 5).

Tabela 4 - Descritores das comunidades (média $\pm$ desvio padrão) das macroalgas *Padina sp.*, *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa* e *Ulva lactuca* nos recifes da Praia de Enseada dos Corais (PE)

		Dez/18	Fev/19	Abr/19	Jun/19			<i>Padina</i>	<i>Palisada</i>	<i>Gelidiella</i>	<i>Ulva</i>
<i>Padina</i>	Riqueza	2.1 $\pm$ 0.3	2.4 $\pm$ 0.3 a,b	1.9 $\pm$ 0.3	0.7 $\pm$ 0.1 c		Dez/18	2.1 $\pm$ 0.3	2.5 $\pm$ 0.3	2.2 $\pm$ 0.5	1.8 $\pm$ 0.4
	Densidade	3.8 $\pm$ 0.5	3.3 $\pm$ 0.5	3.1 $\pm$ 0.4	0.8 $\pm$ 0.2			3.8 $\pm$ 0.5	4.6 $\pm$ 0.8	3.5 $\pm$ 0.7	2.7 $\pm$ 0.5
	Diversidade	1 $\pm$ 0.2	1.3 $\pm$ 0.1	0.9 $\pm$ 0.2	0.1 $\pm$ 0.3 b			1 $\pm$ 0.2	1.2 $\pm$ 0.2	1.1 $\pm$ 0.3	0.9 $\pm$ 0.3
	Equitatividade	0.5 $\pm$ 0.06 a	0.6 $\pm$ 0.03 b	0.6 $\pm$ 0.01 b	0.1 $\pm$ 0.3 a,b,c			0.5 $\pm$ 0.06 a	0.4 $\pm$ 0.03	0.5 $\pm$ 0.06	0.6 $\pm$ 0.02
<i>Palisada</i>	Riqueza	2.5 $\pm$ 0.3	2.2 $\pm$ 0.3	2.3 $\pm$ 0.1	1.1 $\pm$ 0.6 b		Fev/19	2.4 $\pm$ 0.3 a,b	2.2 $\pm$ 0.3	1.7 $\pm$ 0.6	1.7 $\pm$ 0.3
	Densidade	4.6 $\pm$ 0.8	3.6 $\pm$ 0.5	3.3 $\pm$ 0.2	1.6 $\pm$ 1			3.3 $\pm$ 0.5	3.6 $\pm$ 0.5	3 $\pm$ 0.8	2.5 $\pm$ 0.4
	Diversidade	1.2 $\pm$ 0.2	1.1 $\pm$ 0.3	1.2 $\pm$ 0.07 b	0.5 $\pm$ 0.3 c			1.3 $\pm$ 0.1	1.1 $\pm$ 0.3	0.8 $\pm$ 0.4	0.9 $\pm$ 0.2
	Equitatividade	0.4 $\pm$ 0.03	0.5 $\pm$ 0.03	0.6 $\pm$ 0.03	0.4 $\pm$ 0.2			0.6 $\pm$ 0.03 b	0.5 $\pm$ 0.03	0.4 $\pm$ 0.09 a,b	0.6 $\pm$ 0.05
<i>Gelidiella</i>	Riqueza	2.2 $\pm$ 0.5	1.7 $\pm$ 0.6	2.2 $\pm$ 0.4	1.1 $\pm$ 0.6 b		Abr/19	1.9 $\pm$ 0.3	2.3 $\pm$ 0.1	2.2 $\pm$ 0.4	2 $\pm$ 0.4
	Densidade	3.5 $\pm$ 0.7	3 $\pm$ 0.8	3.2 $\pm$ 0.7	1.2 $\pm$ 0.7 b			3.1 $\pm$ 0.4	3.3 $\pm$ 0.2	3.2 $\pm$ 0.7	2.9 $\pm$ 0.5
	Diversidade	1.1 $\pm$ 0.3	0.8 $\pm$ 0.4	1.2 $\pm$ 0.3	0.7 $\pm$ 0.4 b			0.9 $\pm$ 0.2	1.2 $\pm$ 0.07 b	1.2 $\pm$ 0.3	1 $\pm$ 0.2
	Equitatividade	0.5 $\pm$ 0.06	0.4 $\pm$ 0.09 a,b	0.4 $\pm$ 0.07	0.5 $\pm$ 0.3 c,a			0.6 $\pm$ 0.01 b	0.6 $\pm$ 0.03	0.4 $\pm$ 0.07	0.5 $\pm$ 0.02 b
<i>Ulva</i>	Riqueza	1.8 $\pm$ 0.4	1.7 $\pm$ 0.3	2 $\pm$ 0.4	1.2 $\pm$ 0.7		Jun/19	0.7 $\pm$ 0.1 c	1.1 $\pm$ 0.6 b	1.1 $\pm$ 0.6 b	1.2 $\pm$ 0.7
	Densidade	2.7 $\pm$ 0.5	2.5 $\pm$ 0.4	2.9 $\pm$ 0.5	2 $\pm$ 1.4			0.8 $\pm$ 0.2	1.6 $\pm$ 1	1.2 $\pm$ 0.7 b	2 $\pm$ 1.4
	Diversidade	0.9 $\pm$ 0.3	0.9 $\pm$ 0.2	1 $\pm$ 0.2	0.5 $\pm$ 0.4			0.1 $\pm$ 0.3 b	0.5 $\pm$ 0.3 c	0.7 $\pm$ 0.4 b	0.5 $\pm$ 0.4
	Equitatividade	0.6 $\pm$ 0.02	0.6 $\pm$ 0.05	0.5 $\pm$ 0.02 b	0.5 $\pm$ 0.01			0.1 $\pm$ 0.3 a,b,c	0.4 $\pm$ 0.2	0.5 $\pm$ 0.3 c,a	0.5 $\pm$ 0.01

Fonte: a autora, 2020.

Tabela 5 - Resumo dos resultados das Permanova para a macrofauna associada as macroalgas *Padina sp.*, *Palisada perforata*, *Gelidiella acerosa* e *Ulva lactuca*. DF: degrees of freedom, SS: sum of squares, MS: mean square no recife de arenito da Praia de Enseada dos Corais-PE.

Source of variations	DF	SS	MS	Pseudo- F	P	Unique permutations
Alga	3	32047	10682	8.1198	<0.001	999
Mês	3	52679	17560	13.348	0.001	997
Alga x Mês	3	42253	4694.8	3.5686	0.001	996
Resíduo	64	84197	1315.6			

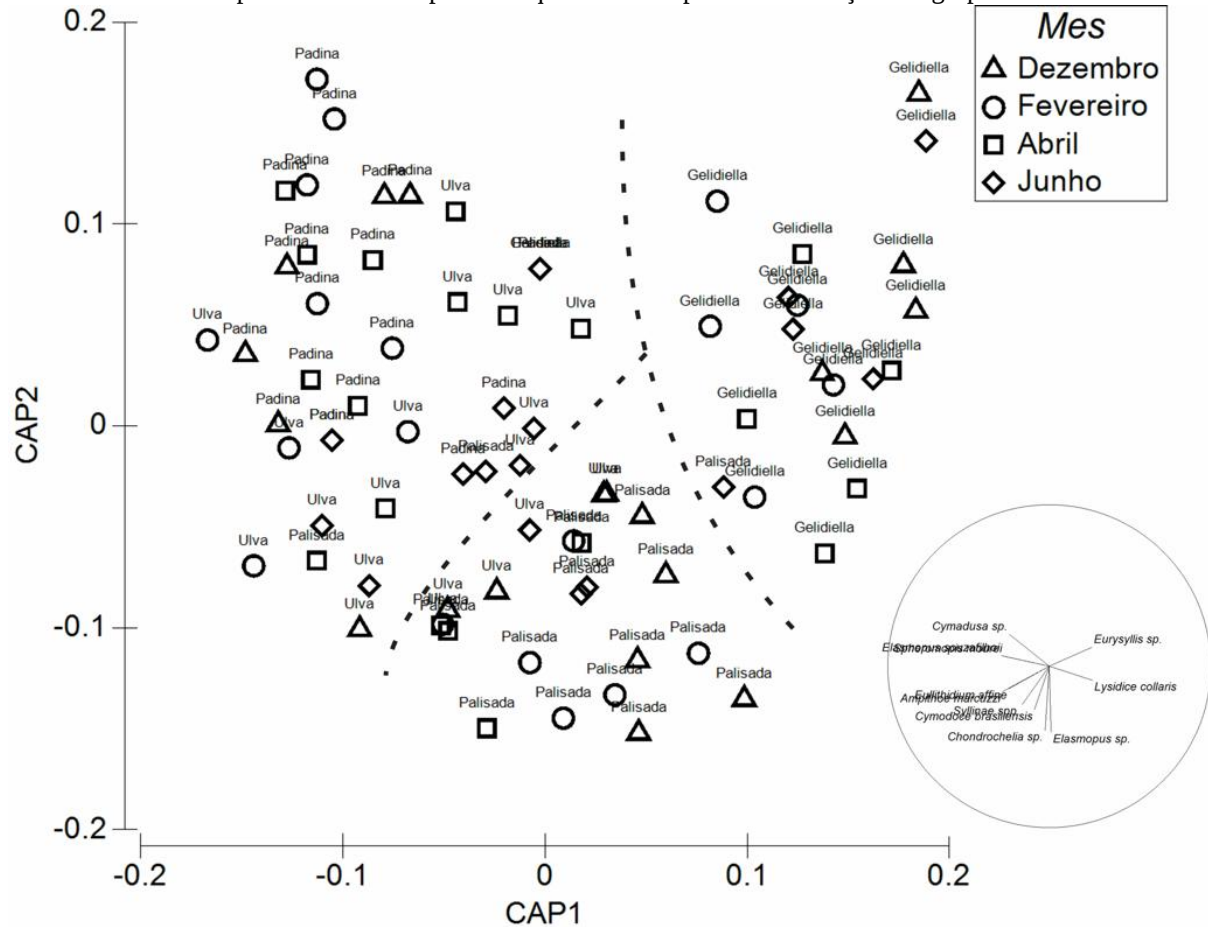
Pair-wise tests									
<i>Ulva</i>					<i>Padina</i>				
	Dez.	Fev.	Abr.	Jun.		Dez.	Fev.	Abr.	Jun.
Dez	50.59				Dez.	51.69			
Fev.	38.34*	43.81			Fev.	31.58*	44.87		
Abr.	34.01*	22.35*	52.04		Abr.	42.37*	35.46*	61.58	
Jun.	33.54*	24.32*	27.06*	40.2	Jun.	11.22*	15.58*	14.41*	57.28
<i>Palisada</i>					<i>Gelidiella</i>				
	Dez	Fev	Abr	Jun		Dez.	Fev.	Abr.	Jun.
Dez	56.83				Dez.	52.37			
Fev.	48.23*	58			Fev.	41.13*	50.03		
Abr.	37.50*	51.82*	51.89		Abr.	42.27*	39.53*	44.65	
Jun.	15.18*	19.12*	20.29*	45.57	Jun.	17.06*	17.99*	17.6	48.16
dez/18					fev/19				
	<i>Padina</i>	<i>Gelidiella</i>	<i>Palisada</i>	<i>Ulva</i>		<i>Padina</i>	<i>Gelidiella</i>	<i>Palisada</i>	<i>Ulva</i>
<i>Padina</i>	51.69				<i>Padina</i>	44.87			
<i>Gelidiella</i>	26.18*	52.37			<i>Gelidiella</i>	21.15	50.03		
<i>Palisada</i>	21.63*	2.68*	53.83		<i>Palisada</i>	16.94	37.05	58	
<i>Ulva</i>	25.89	36.18*	32.39*	50.59	<i>Ulva</i>	23.69	15.79*	31.97*	43.81
abr/19					jun/19				
	<i>Padina</i>	<i>Gelidiella</i>	<i>Palisada</i>	<i>Ulva</i>		<i>Padina</i>	<i>Gelidiella</i>	<i>Palisada</i>	<i>Ulva</i>
<i>Padina</i>	61.58				<i>Padina</i>	57.28			
<i>Gelidiella</i>	29.76*	44.65			<i>Gelidiella</i>	42.89*	48.16		
<i>Palisada</i>	39.25	39.99*	51.89		<i>Palisada</i>	50.62*	39.63*	45.57	
<i>Ulva</i>	49.70*	35.95*	43.84*	52.04	<i>Ulva</i>	42.94	31.94*	39.33*	40.2

Fonte: a autora, 2020.

Observa-se na figura 4 a formação de três grupos. As amostras de *Ulva* e *Padina* se agruparam, sob a influência dos crustáceos (*Cymadusa sp.*, *Elasmopus*, *Cymodoce*) e do molusco *Eulithidium affine*; o segundo grupo composto pelas amostras de *Gelidiella* foi

determinado pela abundância dos Anelídeos *Eurysyllis sp* e *Lysidice collaris*; e, o terceiro grupo reuniu as amostras, sendo influenciado pela abundância dos crustáceos: *Condrochelia sp* e *Elasmopus sp*. (Figura 4).

Figura 5 - Análise Canônica das Coordenadas Principais (CAP) dos componentes da macrofauna. Os vetores representam os componentes que melhor explicam a formação dos grupos.



Fonte: a autora, 2020.

4 DISCUSSÃO

A discussão foi fundamentada a partir dos resultados obtidos. Sendo não detectado uma preferência do molusco *Eulithidium* sp. por qualquer espécie de alga. As algas *Ulva* e *Padina* tiveram uma maior superfície para colonização por animais bentônicos, enquanto *Palisada* e *Gelidiella* foram as mais altas e ramificadas. Sendo também discutido a abundância da macrofauna entre as algas e os meses.

4.1 PREFERÊNCIA DE HABITAT

Não se observou preferência de *Eulithidium* sp. por qualquer espécie de alga ainda que as algas estudadas tenham diferenças marcantes na área superficial e complexidade. Um animal mostra preferência por um ambiente se seleciona uma opção proporcionalmente mais do que o esperado por acaso (Rapport & Turner, 1970). Se os organismos escolhem um determinado habitat (ou seja, mostram uma preferência), devem selecionar mais desse habitat quando apresentados com uma mistura do que seria o caso quando cada uma das várias opções fosse apresentada sozinha. (Gestoso et al. 2014).

O curto deslocamento dos *Eulithidium* pode ter feito com que os organismos fossem geralmente recuperados na alga e local onde foram liberados. Chapman (2000) cita que experimentos em laboratórios podem não refletir a variabilidade espacial no comportamento ou, interações entre padrões espaciais e temporais, pois experimentos laboratoriais não refletem a realidade de habitat natural. Em experimentos raramente as condições artificiais do laboratório permitem que os animais repitam o comportamento de campo (Connell, 1974; Chapman, 2000). A duração do experimento (apenas 24 horas) e o tamanho dos aquários (500ml) pode ter dificultado a identificação de preferências. Uma vez que os gastrópodos têm dimensão muito reduzida (0,2 a 4,0 mm) (Pereira et al. 2010), podem precisar de mais tempo para se deslocar de uma alga para a outra, ou a distância entre as algas nos aquários pode ter sido maior que a área percorrida pela espécie em sua atividade de alimentação.

Os *Eulithidium* são micro-gastrópodos raspadores que se alimentam do perifiton (Alves & Araújo, 1999), outros se alimentam da própria alga (Worthington & Fairweather, 1989), ou de suas epífitas (Peterson & Heck Jr., 2001). O que pode ter levado, também, a ausência de preferência. Os moluscos tendem a procurar algas com maior complexidade estrutural, uma vez que essas oferecem mais recursos para espécies bentônicas na forma de área para fixação, abrigo e alimento (Chemello & Milazzo, 2002). É provável que todas as

algas estudadas tenham oferecido os diferentes tipos de abrigos morfológicos, mas que não tenha disponibilizado o alimento necessário. Analisando os resultados, onde cerca de metade dos modelos testados não foram recuperados é mais responsável dizer que o experimento foi inconclusivo.

4.2 COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DAS MACROALGAS

A estrutura das algas em Enseada do Corais-PE variou significativamente entre espécies e períodos climáticos. Em fevereiro *Gelidiella*, *Padina* e *Ulva* tiveram maior altura e biomassa, enquanto o índice de interstícios foi maior em dezembro em todas as algas. Isso mostra que as algas variam estruturalmente com o passar do tempo sob a influência das variações climáticas. Barros (2015) também percebeu variação sazonal na morfologia de *Bryothamnion triquetrum* e *Glacilaria cervicornis*, na praia de Seixas (PB), ocorrendo em dezembro e fevereiro as maiores complexidades. Também houve aumento na biomassa em fevereiro, que é um dos meses mais quentes do ano (Barros, 2015), e a temperatura é um fator determinante na variação da biomassa nas algas, é possível que o aumento da temperatura atue como um fator incitante na reprodução da alga e que isso se reflita em uma maior biomassa no verão (Cruz-Ayala, 1998).

Aumento no crescimento reflete que as condições ambientais são favoráveis para as macroalgas, pois permitem que elas invistam energia em crescimento e acúmulo de biomassa (Malta et al. 2002). Temperatura, vento e luminosidade (intensidade e duração do dia) são as variáveis que determinam o início do crescimento para a maioria das macroalgas (Kamermans et al. 1998). No período de estiagem a intensidade do vento e incidência de luz são máximas. É comum que macroalgas costeiras em zonas tropicais tenham pico de biomassa no verão, sendo os menores valores registrados no inverno (Paula & Oliveira Filho, 1980; Leite & Turra, 2003). O aumento da biomassa em geral reflete o crescimento das algas em altura e área superficial, ou aumento da cobertura de epífitas (Leite & Turra, 2003).

As dimensões fractal de área (D_a) e perímetro (D_p) variaram significativamente entre algas, e entre períodos climáticos. D_a reflete a área superficial disponível para colonização, enquanto D_p é uma estimativa da complexidade arquitetônica, relacionando a natureza das lacunas entre as partes da macroalga (McAbendroth et al. 2005). Valores mais altos de D_a indicam divisões altas e menor tamanho de gap médio. Por outro lado, D_p indica o grau de convolução da borda macro-algal; valores altos mostram divisão adicional de espaço em escalas menores (McAbendroth et al. 2005). Assim, D_a seria uma medida

‘qualitativa’ e Dp ‘quantitativa’ da complexidade do hábitat. Stoner & Lewis (1985) definiram essas dimensões fractais como qualitativa (Da), por representar a variedade de tipos de substrato, e quantitativa (Dp), refletindo a quantidade de substrato atribuídas na forma de diferentes arquiteturas de plantas.

As algas com maior Da foram *Ulva* e *Padina*, revelando que têm mais superfície para colonização por animais bentônicos, enquanto *Palisada* e *Gelidiella* são mais altas e ramificadas. Hacker & Steneck (1990) dividem a complexidade dos habitats em atributos estruturais como o número, tamanho, forma e disposição dos espaços e estruturas habitáveis para os organismos, que se refere às folhas e espaços entre as folhas das algas; e espaciais que é a disposição dos espaços. As macroalgas podem então ter diferentes arquiteturas estruturais. Assim, pode-se dizer que *Gelidiella* e *Palisada* são estruturalmente mais complexas, *Ulva* e *Padina* são espacialmente.

4.3 ESTRUTURA DA MACROFAUNA

Os Arthropoda (Crustacea) e Mollusca foram dominantes na fauna, representando mais de 70% do total de indivíduos, particularmente os herbívoros, sendo os anfípodos os mais abundantes entre os crustáceos.

Os anfípodos são considerados dos mais importantes animais nas comunidades macrobentônicas marinhas, dado sua elevada riqueza e abundância em praticamente todos os tipos de fundo (Thomas, 1993; Jacobucci & Leite, 2002). Entre as algas, aquelas mais ramificadas têm mais anfípodes. Isso pode ser devido à diferença na quantidade de espaço habitável disponível entre as folhas dessas algas (Hacker & Steneck, 1990). É sabido que os anfípodos associados preferem habitats complexos com grande área e volume, que protegem melhor contra a predação e dessecação (Russo, 1987; Carvalho et al. 2018). Esses animais se adaptam ao habitat através de atributos morfológicos e comportamentais especializados (Fenwick, 1976; Hicks, 1986), como os apêndices quelados ou em forma de gancho que aumentam a aderência às algas, fator importante para a fauna que vive em regiões expostas (Nagle, 1698; Moore, 1973; Fenwick, 1976). Equilíbrio entre o tamanho do talo e o volume de interstício favorecem a fixação dos anfípodos que vivem em poças de maré (Hacker & Steneck, 1990).

Os Moluscos associados as macroalgas incluem assembleias bastante diversas e abundantes (Leite et al. 2007; Barros, 2015), com dominância de gastrópodos, como aqui observado, dado que os *Eulithidium* foram dominantes entre os moluscos. Azevedo, (1992);

Chemello & Milazzo (2002); Pereira et al. (2010); Freitas (2015); Barros (2018) e Duarte et al. (2020) encontraram correlações positivas entre assembleias de moluscos e vários aspectos da morfologia das macroalgas, observando que quanto mais complexas são as frondes, mais diversa é a fauna a ela associada.

O abrigo proporcionado pelas algas e a quantidade/qualidade nutricional das mesmas, são alguns dos principais fatores que levam a muitos invertebrados a escolherem viver associados a macroalgas (Jormalainen et al. 2001). As algas pardas possuem um conteúdo baixo, em torno de 5-15% do peso seco, enquanto as algas verdes e vermelhas apresentam valores entre 10-30% do peso seco (Vasconcelos, 2015). A composição química das algas, como tal, não explica as preferências alimentares, mas são afetadas por características externas, não químicas das algas (Jormalainen et al. 2001).

A abundância da macrofauna diferiu significativamente entre as algas e os meses, o que provavelmente tenha ocorrido migração para as outras algas. Reforçado por Edgar (1983b) que um grande número de espécies do phytal mostrou mudança nos padrões relativos de abundância nas algas durante o ano, e esses animais provavelmente migraram entre as espécies de algas. A abundância das espécies animais comuns variou entre meses de uma maneira altamente significativa. A maioria dessas espécies foi mais numerosa entre dezembro e fevereiro, padrão de dominância no verão e as espécies vão diminuindo com o as chuvas. Mudanças ambientais por si (variações sazonais de precipitação pluviométrica, salinidade, temperatura, turbidez da água por exemplo) e alterações nas características das algas, em resposta a essas mudanças, impactam a estrutura das comunidades macrobentônicas do fital, em consequência de alterações em suas atividades reprodutivas e posterior recrutamento (Edgar, 1983b; Leite & Turra, 2003). A abundância da maioria das espécies foi significativamente maior no período seco, concordando com Edgar (1983b); Edgar (1983a); Reis et al. (2018) as variações das comunidades são causadas pelas variações sazonais, também na atividade reprodutiva. Que pode estar associada com a mudança e maiores valores de temperatura para o período seco, valores de pH, e velocidade de fricção para o período chuvoso (Reis et al. 2018).

Para alguns autores os habitats mais complexos são aqueles com mais superfície, assim a maior diversidade de animais encontrados em plantas mais complexas é na verdade uma função da relação espécie-área (Heck & Wetstone, 1977). Os resultados deste trabalho contrariam, no entanto, essa hipótese, sendo semelhantes aos achados de Sher-Kaul et al. (1995) e Warfe et al. (2008), que citam que estruturas com morfologias mais complexas não têm necessariamente maior superfície. As algas *Padina* e *Ulva* foram as algas com maior

superfície, mas tiveram menor riqueza e abundância de fauna. Sugerindo que não apenas a quantidade de hábitat disponível é importante (Torres, 2012).

Gelidiella e Palisada, sendo mais ramificadas, tiveram maior abundância e riqueza de espécies e representantes de mais grupos tróficos. Algas que formam tufos densos e bem ramificados possuem maior coeficiente de adsorção, retém maior quantidade de água (Masunari, 1983), e isso favorece a sobrevivência da fauna, principalmente, durante as marés baixas. A complexidade estrutural reforça a estrutura compartimentalizada, diminuindo as interações entre os subgrupos, predadores maiores e onívoros não podem mais acessar todos os fragmentos de habitat, dando assim vantagem competitiva a predadores intermediários menores (Kovalenko et al. 2012). Mas neste trabalho os herbívoros foram mais representados pelos anfípodos. As características das macroalgas, como valor nutricional e resistência física, influenciam o consumo pelos anfípodes e, por consequência, afetam a preferência alimentar e aptidão desses animais (Duffy & Hay, 1991). As características herbívoras, de mobilidade e de história de vida parecem estar correlacionadas com a resistência às defesas químicas das algas marinhas (Hay & Fenical, 1988). Em alguns casos, esses anfípodes apresentam tolerância a metabólitos secundários produzidos pelas macroalgas (Duffy & Hay, 1991). É provável que a busca por alimentos e a seleção do habitat é determinada por características estruturais das algas, que oferece abrigo e proteção contra predadores (Tavares et al. 2013). E isso diminui a predação, aumenta o alimento, e diversifica a colonização da fauna.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O microherbívoros *Eulithidium affine* (Mollusca: Gastropoda) não apresentou preferência por qualquer espécie de macroalga estudada, o que revela que a escolha do hábitat pela espécie não se relaciona de forma direta com a alga em que vive. Também as características do experimento utilizado (duração de 24, aquários de 500 ml), podem ter dificultado a identificação da preferência do molusco por alguma das algas, dado que o elevado sedentarismo da espécie pode requerer mais tempo ou maior proximidade entre as algas (unidades experimentais menores) para que ocorra movimentação dos indivíduos entre algas ofertadas.

Não houve variações significativas na estrutura das comunidades bentônicas entre algas. No entanto, comunidades mais ricas e abundantes ocorreram nas algas mais ramificadas, que oferecem maior quantidade e diversidade de microhábitats para colonização e estabelecimento de populações de macroinvertebrados bentônicos.

Temporalmente, a biomassa, altura e outras características das algas (D_a e D_p) das algas foram máximas no período seco, que também foi o período onde houve uma maior semelhança, riqueza e diversidade da macrofauna das macroalgas estudadas.

As mudanças climáticas sazonais e a qualidade do hábitat (grau de ramificação das algas), mais que a quantidade de hábitat (área superficial das algas) foram os fatores mais importantes na estruturação das comunidades do fitoplâncton das macroalgas.

REFERÊNCIAS

- Allainé, D.; Rodrigue, I.; Le Berre, M.; Ramousse, R. Habitat preferences of alpine marmots *Marmota marmota*. **Canadian Journal of Zoology**, 72:2193–2198, 1994.
- Almeida, I.C.S. Gastrópodes associados ao fital de três macroalgas marinhas com diferentes graus de complexidade estrutural. Universidade Estadual da Paraíba. **Licenciatura em Ciencias Biologicas**. Campina Grande – PB, 2011.
- Alves, M. S.; Araújo, M. J. G. Moluscos associados ao fital *Halodule wrightii* Aschersna Ilha de Itamaracá-PE. **Tropical Oceanography**. Univ. Fed. PE, Recife, v. 27, n. 1, p. 91-99, 1999.
- Amsler, C. D.; Fairhead, V. A. Defensive and Sensory Chemical Ecology of Brown Algae. **Advances in Botanical Research**, Vol. 43 0065-2296/06 \$35.00 Incorporating Advances in Plant Pathology DOI: 10.1016/S0065-2296(05)43001-3 Copyright. Elsevier Ltd. All rights reserved, 2006.
- Anderson, M.J. & Willis, T.J. Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. **Ecology**, v. 84, n.2, p. 511-525, 2003.
- Anderson, M.J.; Gorley, R.N. & Clarker, K.R. PERMANOVA+. Guide to software and statistical methods. Plymouth: **PRIMER-E**, 2008.
- Andrade, G. O.; Lins, R. C. Os climas do Nordeste. In: Vasconcelos Sobrinho, J. As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização. Recife, **CONDEPE**. p. 95-118, 1971.
- Azevedo, J.M.N. Algae-associated marine molluscs in the azores. **Biological journal of the lhnean society**, 46: 177-187, 1992.
- Barros, B. Estrutura e composição da malacofauna associada a macroalgas em um ambiente recifal neotropical. **Graduação em ciências biológicas**. Universidade federal da Paraíba, 2015.
- Barros, G. Comunidade de moluscos associados a macroalgas em ambientes recifais: uma abordagem funcional. **Dissertação de mestrado**. Universidade estadual da Paraíba, 2018.
- Bell, S.S.; McCoy, E. D.; Mushinsky, H. R. Habitat structure: the physical arrangement of objects in space. **Chapman and Hall**. 438pp. ISBN 0 412 32270, 1991.
- Branner, J.C. The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations, with a chapter on the coral reefs. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, 44, 1–285, 1904.
- Carvalho, N.F.; Grande, H.; Rosa Filho, J.S. & Jacobucci, G.B. The structure of gammarid amphipod (Crustacea, Peracarida) assemblages associated with *Sargassum* (Phaeophyta, Fucales) and their link with the structural complexity of algae. **Hydrobiologia**, v. 819, p. 1-10, 2018.

Chapman, M.G. Poor design of behavioural experiments gets poor results: examples from intertidal habitats. **The Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 250:77–95, 2000.

Chemello, R.; Milazzo, M. (2002) Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal molluscs. **Marine Biology**. 140:981-990, 2002.

Connell, J.H. Ecology: field experiments in marine ecology. In: Mariscal R. (ed) Experimental marine biology. **Academic Press**, New York, pp 21–54, 1974.

Costa, M.R.; Mattos, T.M.; Borges, J. L.; Araújo, F.G. Habitat preferences of common native fishes in a tropical river in Southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 11(4):871-880, 2013.

Coull, B.C.; Creed, E.L.; Eskin, R.A.; Montagna, P.A.; Palmer, M.A.; Wells, J.B.J. Phytal meiofauna from the rocky intertidal at Murrets Inlet, South Carolina. **Transactions of the American Microscopical Society**, 102: 380- 389, 1983.

Cowan, Z.L.; Dworjanyn, S.A.; Caballes, C.F.; Pratchett, M. Benthic Predators Influence Microhabitat Preferences and Settlement Success of Crown-of-Thorns Starfish (*Acanthaster cf. solaris*). **Diversity**, 8, 27; doi:10.3390/d8040027, 2016.

Cowie, R. Microhabitat choice and high temperature tolerance in the land snail *Thebapisana* (Mollusca: Gastropoda). *Department of Zoology, University of Liverpool, P.O. Box 147, Liverpool L69 3BX, U.K.* **Journal of Zoology. (A)**, 207,201-21, 1985.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado de Pernambuco: Diagnóstico do município de Cabo de Santo Agostinho. Recife: **CPRM/PRODEEM**, 2005.

Cruz, C.V. Composição da fauna associada à ulva spp delile (ulvales, ulvaceae) em três áreas do litoral do estado do espírito santo, brasil. **Revista Eletrônica de Biologia**. Volume 7 (4): 387-417, ISSN 1983-7682, 2014.

Cruz-Ayala, M.B.; Casas-Valdez Ma. M.; Ortega-Garcia, S. Temporal and Spatial Variation of Frondose Benthic Seaweeds in La Paz Bay, B. C. S., Mexico. **Botânica Marina** Vol. 41, pp. 191-198, 1998.

Darcy-Vrillon, B. Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. **International Journal of Food Science and Nutrition**, 44, p. 23–35, 1993.

Dawczynski, C.; Schubert, R.; Jahreis, G. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. **Food Chemistry**, 103: 891-899, 2007.

Dhargalkar, V.K.; Verlecar, X.N. Southern Ocean seaweeds: A resource for exploration in food and drugs. **Aquaculture**, 287, 229-242.

Dibble, E.D.; Thomaz, S.M. A Simple Method to Estimate Spatial Complexity in Aquatic Plants. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Vol.49, n. 3: pp. 421-428, May. ISSN 1516-8913 Printed in Brazil, 2006.

Dibble, E.D.; Killgore, K.J. & Dick, G.O. Measurement of plant architecture in seven aquatic plants. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 11, p. 311-318, 1996.

Dominguez, J.M.L.; Bittencourt, A.C.S.P.; Leão, Z.M.A.N.; Azevedo, A.E.G. Geologia do quaternário costeiro do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geociências**, 20: 208-215, 1990.

Duarte, R.C. S.; Barros, G.; Milesi, S. V.; Dias, T. L.P. Influence of macroalgal morphology on the functional structure of molluscan community from hypersaline estuary. **Hydrobiologia**, 847, 1107–1119. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04171-3>, 2020.

Duarte, R.C.S. Influencia a complexidade do habitat e da sazonalidade sobre a fauna associada a macroalgas de um manguezal hipersalino. **Dissertação mestrado**. Em ecologia e conservação (UEPB), 2014.

Duffy, J. E.; Hay, M. E. Food and shelter as determinants of food choice by an herbivorous marine amphipod. **Ecology**, v. 72, n. 4, 1286-1298, 1991.

Duffy, J.E.; Hay, M.E. Strong impacts of grazing amphipods on the organization of a benthic community. **Ecological Monographs**, 70(2): 237–263, 2000.

Edgar, G.J. The ecology of south-east Tasmanian phytal animal communities. iv. factors affecting the distribution of amphipod amphipods among algae. **The Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 70, p. 205-225, 1983a.

Edgar, G.J. Measurement of the carrying capacity of benthic habitats using a metabolic rate based index. **Oecologia**. 95: 115-121, 1993.

Edgar, G.J., The ecology of south-east Tasmanian phytal animal communities. II. Seasonal change in plant and animal populations. **The Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** Vol. 70, pp. 159-179, 1983b.

Fenwick, G.D. The effect of wave exposure on the amphipod fauna of the alga *Caulerpa brownii*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 25, p. 1-18, 1976, 1976.

Ferreira, C.E.L; Gonçalves, J.E.A. & Coutinho, R. Community structure of fishes and habitat complexity on a tropical rocky shore. **Environmental Biology of Fishes**, 61: 353-369, 2001.

Ferreira, L.C.; Cunha, M.G.G.S.; Koenig, M.L.; Feitosa, F.A.N.; Santiago, M.F.; Muniz, K. Variação temporal do fitoplâncton em três praias urbanas do litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 24(1): 214-224, 2010.

Filho, J.D.M. Aspectos geoambientais entre as praias do Paiva e Gaibu, município do cabo de santo agostinho (litoral sul de Pernambuco) **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia, 2004.

Freitas, S.L. Diversidade de moluscos associados à alga parda do gênero sargassum c. agardh, 1820 em costões da ilha de são Sebastião, litoral norte do estado de são paulo. **Dissertação de mestrado**. Campinas, sp, 2015.

Gendron, R.P. Habitat selection and migratory behaviour of the intertidal gastropod *Littorina littorea* (L.). **Journal of Animal Ecology** 46:79–92, 1977.

Gestoso, L.; Olabarria, C.; Troncoso, J.S. Selection of habitat by a marine amphipod. *Marine Ecology* 35 (Suppl. 1) 103–110., 2014.

Gibbons, M.J. The impact of wave exposure on the meiofauna of *Gelidium pristoides* (Turner) Kuetzing (Gelidiales: Rhodophyta). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 27: 581-593, 1998.

Granado, P. Seleção de habitat por Epialtus spp. (Decapoda: Epialtidae). **Dissertação de mestrado**. UNESP, 2014.

Güth, A.Z.A. Comunidade fital: variação espacial e nictemeral da epifauna, especialmente anfípodos, associada a alga parda Sargassum spp. em quatro praias de Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo. 2004. 85 f. **Dissertação de Mestrado** - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

Guerra, N.C. & Manso, V.A.V. (2004). Beachrocks (Recifes de Arenito). In: Eslinazi-Leça E, Neumann-Leitão S, Costa MF (Orgs.). **Oceanografia um cenário tropical**. Recife: Bagaço p. 109–130.

Hacker, S. D.; Steneck, R. S. Habitat architecture and the abundance and bodysize-dependent habitat selection of a phytal amphipod. **Ecology**, 71: 2269-2285, 1990.

Hall, M.O.; Bell, S.S. Response of small motile epifauna to complexity of epiphytic algae on seagrass blades. **Journal of Marine Research**., Florida, v. 46, p. 613-630, 1988.

Harper, M.K.; Bugni, T.S.; Copp, B.R.; James, R.D.; Lindsay, B.S. Richardson, A.D.; Schnabel, P.C.; Tasdemir, D.; Vanwagoner, R.M.; Verbitski, S.M.; Ireland, C. M. Introduction to the chemical ecology of marine natural products. In MCCLINTOCK, JB. and BAKER, BJ. (Eds.). **Marine chemical ecology**, 2001.

Hay, M.E.; Duffy, J.E.; Pfister, C.A, Fenical, W. Chemical defense against different marine herbivores: are amphipods insect equivalents?. **Ecology** 68: 1567–1580, 1987.

Hay, M.E.; Fenical, W. Marine plant-herbivore interactions: the ecology of chemical defense. university of north carolina at chapel hill, institute of marine sciences, morehead city, **north carolina** 28557, 1988.

Heck, K.L.; Orth, R.J. Seagrass habitats: the roles of habitat complexity, competition and predation in structuring associated fish and motile macroinvertebrate assemblages. In: Kennedy VS (ed) **Estuarine perspectives**. Academic, New York, pp 449–464, 1980.

Heck, K.L.J.; Wetstone, G.S. Habitat complexity and invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows. **Journal of Biogeography** 4: 135–142, 1977.

Hicks, G.R.F. Phylogenetic harpacticoid including the relationships within the copepod family Peltidiidae Sars, description of a new genus. **Zoological Journal of the Linnean SocieQ**, 86: 349-362, 1986.

Jacobucci, G.B.; Leite, F.P.P. Distribuição o vertical e flutuação sazonal da macrofauna vágil associada a *Sargassum cymosum* C. Agardh, na praia do Lázaro, Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 19(1):87–100, 2002.

Jamas, M. Diversidade de Gelidiales (Rhodophyta) no Brasil, com ênfase na região nordeste, com base em estudos morfológicos e DNA barcodes. **Dissertação de Mestrado** -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2015.

Jormalainen, V.; Honkanen, T.; Heikkilä, N. Feeding preferences and performance of a marine isopod on seaweeds hosts: cost of habitat specialization. **Marine Ecology Progress Series**, 220:219-230, 2001.

Kamermans, P.; Malta, E.J.; Verschuure, J.M.; Lentz, L.F.; Schrijvers, L. Role of cold resistance and burial for winter survival and spring initiation of an *Ulva* spp. (Chlorophyta) bloom in a eutrophic lagoon (Veerse Meer lagoon, The Netherlands). **Marine Biology** 131: 45±51, 1998.

Kanegae, M.F. Tamanho populacional, seleção de habitat e área de vida de espécies de aves endêmicas e ameaçadas do Cerrado na Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo. **Tese de Doutorado** - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

Knoppers, B.A.; Ekau, W.; Figueiredo Júnior, A.G.; Soares Gomes, A. Zona costeira e plataforma continental do Brasil. Pp. 353-361. In: Pereira, R.C & Soares Gomes, A. (org.) **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro, Interciência, 2002.

Kovalenko, K.E.; Thomaz, S.M.; Warfe, D.M. Habitat complexity: approaches and future directions. *Habitat Complexity*. **Hydrobiologia**. 685:1–17, 2012.

Laborel, J.L. Madreporaires et hidrocoralliaires recifaux des cotes brésiliennes. Systematique, ecologie, repartition verticale et geographic. **Annales de l'Institut océanographique** ., Paris, 47, 171 -226, 1969.

Lacerda, M. B.; Dubiaski-Silva, J.; Masunari, S. Malacofauna de três fitais da Praia de Caiobá, Matinhos, *Paraná*. **Acta Biológica Paranaensis**., Curitiba, 38 (1-2): 59-74, 2009.

Leite, F.P.P.; Tanaka, M.O.; Gebara, R.S. Structural variation in the brown alga *Sargassum cymosum* and its effects on associated amphipod assemblages. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, p. 215–221, 2007.

Leite, F.P.P.; Turra, A. Temporal variation in *Sargassum* biomass, *Hypnea* epiphytism and associated fauna. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46 (4): 665-671, 2003.

Leite, F. P. P.; Tambourgi, M. R.; Cunha, C. M. Gastropods associated with the Green seaweed *Caulerpa racemosa*, on two beaches on the Northern coast of the State of São Paulo, Brazil. **Strombus**, v. 16, n.1-2, p. 1-10, 2009.

- Liszka, D.; Underwood, A.J. An experimental design to determine preferences for gastropod shells by a hermit-crab. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Vol. 137, pp. 47-62, 1990.
- Longo, P.A.S.; Fernandes, M.C.; Leite, F.P.P.; Passos, F.D. Gastropoda (Mollusca) associated to Sargassum sp. beds in São Sebastião Channel - São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, 14(4): e20140115, 2014.
- Mabeau, S. Fleurence, J. Seaweed in food products: Biochemical and nutritional aspects. **Trends in Food Science and Technology**. 4, 103–107, 1993.
- Macedo, S.J.; Muniz, K.; Montes, M.J.F. Hidrologia da região costeira e plataforma continental do estado de Pernambuco. In **Oceanografia um cenário tropical** eds.E. EskinaziLeça, S. Neumann-Leitão, & M. F. Costa. Bagaço. Recife, p. 255-268, 2004.
- Malta, E.; Verschuure, J. M.; Nienhuis, P. H. Regulation of spatial and seasonal variation of macroalgal biomass in a brackish, eutrophic lake. **Helgoland Marine Research**. 56:211–220 DOI 10.1007/s10152-002-0115-1, 2002.
- Manly, B.F.J.; McDonald, L.L.; Thomas, D.L. Resource Selection by Animals: Statistical Design and Analysis for Field Studies. Pp. xiii+ 177. **Chapman and Hall**, London, UK (hardback). ISBN 0-412-40140-1, 1993.
- Marcelino, B.F.; Raccach, L.A.; Anjos, F.B.R.D.; Araujo, R.L.; Rodrigues, K.A.D.S. Mapeamento de algas e ouriços no recife de enseda dos corais – PE, utilizado na gestão de ecoturismo local. **Anais do VI congresso nacional de ecoturismo** (Vol Itatiaia), 2007.
- Marx, J.; Hernkind, W. Factors regulating microhabitat use by young juvenile spiny lobster, *Panulirus argus*: food and shelter. **Journal of Crustacean Biology**, 5: 650-657, 1985.
- Masunari, S. The phytal of the alga *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) Lamouroux, 1816. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, London, v. 18, p. 151-161, 1983.
- McAbendroth, L.; Ramsay, P.M.; Foggo, A.; Rundle, S.D. & Bilton, D.T. Does macrophyte fractal complexity drive invertebrate diversity, biomass and body size distributions? **Oikos**, v. 111, p. 279-290, 2005.
- Moore, P.G. The kelp fauna of northeast Britain. 1. introduction and the physical environment. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 13, p. 97-125, 1973.
- Nagle, J.S. Distribution of the epibiota of macroepibenthic plants. **Marine Science**, Texas, v. 13, p. 105-144, 1968.
- Nascimento, E.F.I.; Rosso, S. Fauna associada a macrofitas marinhas bentônicas (Rhodophyta e Phaeophyta) da região de São Sebastião, São Paulo. **Departamento de ecologia**. Sociedade de Ecologia do Brasil. São Paulo, 2001.

Neumann-Leitão, S. Impactos antrópicos na comunidade zooplanctônica estuarina. Porto de Suape-PE. Brasil. Tese (Doutorado) São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. 273p, 1994.

Olabarria, C.; Underwood, A.J.; Chapman, M.G. Appropriate experimental design to evaluate preferences for microhabitat: an example of preferences by species of microgastropods. **Oecologia**, 132:159–166, 2002.

Paula, E. J. and Oliveira Filho, E. C. Phenology of two populations of *Sargassum cymosum* (Phaeophyta - Fucales) of São Paulo State coast, Brazil. **Boletim de Botânica**, 8, 21-39, 1980.

Pereira, P.H.C.; Patrícia Castilho de Biasi, P.C.; Jacobucci, G.B. Dinâmica populacional e distribuição espacial de *Tricolia affinis* (Mollusca: Gastropoda) associados a *Sargassum* spp. no litoral norte de São Paulo. **Revista Brasileira de Zoociências** 12 (1): 7-16, 2010.

Pereira, R.C.; Da Gama, B.A.P. Macroalgal chemical defenses and their roles in structuring tropical marine communities. In AMSLER, CD. (Ed.). **Algal chemical ecology**. London: Springer. p. 25-55, 2008.

Pereira, R.C.; Vasconcelos, M.A. Chemical defense in the red seaweed *Plocamium brasiliense*: spatial variability and differential action on herbivores. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 74, no. 3, p. 545-552, 2014.

Peterson, B. J.; Heck Junior, K. L. Positive interactions between suspension-feeding bivalves and seagrass - a facultative mutualism. **Marine Ecology Progress Series**, Oldendorf/Luhe, v. 213, p. 143-155, 2001.

Rapport, D.; Turner, J. Determination of predator food preferences, **Journal of Theoretical Biology**, Vol. 26, pp. 365-372, 1970.

Reis, R.L.; Tagliaro, C.H.; Silva, D.S.F.; Miranda, C.S.; Beasley, C.R. Variação sazonal da assembleia de macroinvertebrados associada com condições físicas e hidrológicas no rio caeté, nordeste paraense. **IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental São Bernardo do Campo/SP** – 26 a 29/11/2018.

Remane, A. Einführung in die zoologische ökologie der Nordund Ostsee. In: Tierwelt der **Nord-und Ostsee**, la: 1–238, 1940.

Rocha, C. M. C.; Venekey, V.; Bezerra, T. N.C.; Souza, J. R. B. Phytal marine nematode assemblages and their relation with the macrophytes structural complexity in a Brazilian tropical rocky beach. **Hydrobiologia** 553: 219–230, 2006.

Rocha, C.M.C. Efeito do substrato fital na comunidade meiofaunistica associada, com ênfase aos nematodas livres. **Tese de doutorado**, Universidade federal de Pernambuco. Recife. 2003.

Rosenzweig, M.L. A Theory of Habitat Selection. *Ecology*. Vol. 62, No. 2 (Apr.) pp. 327-335, 1981.

- Russo, A.R. Role of habitat complexity in mediating predation by the gray damselfish *Abudefduf sordidus* on epiphytal amphipods. **Marine Ecology Progress Series**, v. 36, p. 101-105, 1987.
- Sher-Kaul, S.; Oertli, B.; Castella, E.; CLachavanne, J. Relationship between biomass and surface area of six submerged aquatic plant species. **Aquatic Botany** 51: 147–154, 1995.
- Soares, L.P.; Fujii, M.T. Novas ocorrências de macroalgas marinhas bentônicas no estado de Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, n.3, p.557-570, 20 jul, 2012.
- Steneck, R.S. & Dethier, M.N. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. **Oikos**, v. 69, p. 476-498, 1994.
- Stoner, A. W., and F. G. Lewis, III. The influence of quantitative aspects of habitat complexity in tropical sea- grass meadows. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 94:19-40, 1985.
- Taniguchi, H.; Tokeshi, M. Effects of habitat complexity on benthic assemblages in a variable environment. **Freshwater Biology** 49, 1164–1178, 2004.
- Tavares, M.R.; Grande, H.; Jacobucci, G.B. Habitat and food selection by herbivorous amphipods associated with macroalgal beds on the southeast coast of Brazil. **Nauplius** 21(1): 09-15, 2013.
- Thomas, J.D. Biological monitoring and tropical family Ampithoidae using numerical analytical methods. **Canadian Journal of Zoology**, 60: 2015-2027, 1993.
- Tokeshi, M.; Arakaki. S. Habitat complexity in aquatic systems: fractals and beyond. **Hydrobiologia** 685:27–47, 2012.
- Torres, A.C.N. O papel da morfologia das macroalgas anuais no controlo das suas comunidades epifaunais. **Dissertação de mestrado**. Universidade do Porto, 2012.
- Vasconcelos, B.M.F. (2015) Utilização da macroalga gracilaria birdiae no desenvolvimento de produtos alimentícios. **Dissertação de Mestrado**. UFERSA. Mossoró-RN.
- Vasconcelos, B.M.F.; Goncalves, A.A. Macroalgas e seus usos – alternativas para as indústrias brasileiras. **Revista Verde** (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 5, p. 125 - 140, (Edição Especial) dezembro, 2013.
- Vasconcelos, E.R.T.P.P. Índice de disturbio ambiental (IDA) através das macroalgas marinhas bentônicas dos recifes arenito de Pernambuco. **Dissertação de mestrado**, UFPE. Recife, Pe, 2012.
- Vasconcelos, E.R.T.P.P. Macroalgas marinhas como ferramenta de avaliação do estado de conservação de ambientes recifais em Pernambuco. **Tese de Doutorado**, UFPE. Recife, Pe, 2016.
- Vasconcelos, E.R.T.P.P.; Reis, T.N.V.; Guimarães-Barros, N.C.; Bernardi, J.; Areces-Mallea, A.J.; Cocentino, 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.

Veras, D.R.A. Moluscos associados à macroalga *Pterocliadiella caerulescens* (Rhodophyta, Pterocliadiaceae) na zona entremarés da Praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, Nordeste do Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Ceará, Ceará. 77p, 2011.

WANDERLEY, L. S. A., NÓBREGA, R. S., MOREIRA, A. B., ANJOS, R. S., ALMEIDA, C. A. P. As chuvas na cidade do Recife: uma climatologia de extremos. **Revista Brasileira de Climatologia**. 22, 149-164, 2018.

Wang, S.; Weinberger, F.; Lenz, M. Fluctuations in the strength of chemical antifouling defenses in a red macroalga in response to variations in epibiont colonization pressure. **Marine Biology**, 165:107, 2018.

Warfe, D.M.; Barmuta, L.A.; Wotherspoon, S. Quantifying habitat structure: surface convolution and living space for species in complex environments. **Oikos** 117: 1764–1773, 2008.

Worthington, D. G.; Fairweather, P. G. Shelter and food: interactions between *Turbo undulatum* (Archaeogastropoda : Turbinidae) and coralline algae on rocky seashores in New South Wales. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Maryland Heights, v. 129, p. 61-79, 1989.

**ANEXO A - TABELA DOS TÁXONS PRESENTES NA MACROFAUNA ASSOCIADA A
MACROALGAS DO RECIFE DE ARENITO DA PRAIA DE ENSEADA DOS CORAIS**

Tabela I - Tabela dos táxons presentes na macrofauna associada a macroalgas do recife de arenito da Praia de Enseada dos Corais (PE, Brasil).

Taxa	<i>Padina</i> sp.	<i>Ulva</i> <i>lactuca</i>	<i>Gelidiella</i> <i>acerosa</i>	<i>Palisada</i> <i>perforata</i>
Platyhelminthes				
<i>Turbellaria</i> sp.	x	x		x
Annelida				
<i>Lepidonotus variabilis</i>			x	
<i>Eunice rubra</i>			x	
<i>Marphysa</i> sp.		x	x	x
<i>Lysidice unicornis</i>			x	
<i>Lysidice collaris</i>			x	x
<i>Oxydromus</i> sp.	x			x
<i>Platynereis dumerillii</i>		x	x	x
<i>Pseudonereis</i> <i>gallapaguensis</i>			x	
<i>Pterocirrus</i> sp.			x	
<i>Eumida</i> sp.				x
<i>Eteone</i> sp.	x	x	x	
<i>Syllinae</i> spp.	x	x		
<i>Syllis</i> sp.			x	x
<i>Haplosyllis spongicola</i>			x	
<i>Opstosyllis</i> sp.			x	
<i>Dentatysyllis</i> sp.			x	
<i>Trypanosyllis</i> sp.			x	
<i>Inermosyllis</i> sp.				x
Mollusca				
<i>Haminoea antillarum</i>	x	x		
<i>Costoanachis sertulariarum</i>	x	x	x	
<i>Diodora</i> sp.	x	x	x	x
<i>Eullithidium affine</i>				x
<i>Eullithidium bellum</i>	x			
<i>Mitreia dichroa</i>	x			x
<i>Fissurella</i> sp.			x	
<i>Fissurella rosea</i>			x	x
<i>Nudibranchia</i>		x	x	x
Arthropoda				
<i>Acanthonyx petiverii</i>	x	x	x	x

<i>Ampithoe marcuzzi</i>	x		x	
<i>Ampithoe ramondi</i>				x
<i>Ampithoe sp.</i>	x		x	
<i>Ampithoe suapensis</i>	x		x	x
<i>Apohyale media</i>	x	x	x	x
<i>Caprella penantis</i>			x	
<i>Carpias sp.</i>			x	
<i>Chondrochelia sp.</i>	x	x		x
<i>Cymadusa sp.</i>	x	x		
<i>Cymodoce brasiliensis</i>	x			x
<i>Elasmopus longipropodus</i>	x			
<i>Elasmopus souzafilhoi</i>				x
<i>Elasmopus sp.</i>			x	
<i>Epialtus brasiliensis</i>	x	x		x
<i>Erichsonella filiformis</i>			x	
<i>Hyale sp</i>	x	x	x	x
<i>Hyale nigra</i>	x		x	x
<i>Janaira gracilis</i>	x	x	x	x
<i>Zeuxo coralensis</i>				x
<i>Tanaidacea</i>				
<i>Tethygeneia sp.</i>	x	x	x	x
<i>Quadrinemaera sp</i>			x	
<i>Paguroidea</i>	x	x		
<i>Pycnogonida sp.</i>			x	
<i>Protohyale macrodactyla</i>			x	
<i>Mallacoota sp.</i>	x	x	x	x
<i>Microphrys bicornutus</i>	x	x		
<i>Sinelobus stanfordi</i>	x			x
<i>Sphaeromopsis mourei</i>	x	x		

Echinodermata

<i>Amphipholis squamata</i>	x	x		x
<i>Ophiothrix sp</i>	x			