



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



JULIANNA DE LEMOS SANTANA

DINÂMICA ALIMENTAR DE *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (CRUSTACEA:
DECAPODA: ERIPHIIDAE) EM DUAS ÁREAS RECIFAIS COM DIFERENTES
GRAUS DE IMPACTO ANTRÓPICO NO NORDESTE DO BRASIL

Recife

2018

JULIANNA DE LEMOS SANTANA

DINÂMICA ALIMENTAR DE *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (CRUSTACEA:
DECAPODA: ERIPHIIDAE) EM DUAS ÁREAS RECIFAIS COM DIFERENTES
GRAUS DE IMPACTO ANTRÓPICO NO NORDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGO) da Universidade Federal de Pernambuco, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Oceanografia.

Área de concentração: Oceanografia Biológica.

Orientador: Prof. Dr. Jesser Fidelis de Souza Filho.
Coorientadora: Profa. Dra. Tereza Cristina dos Santos Calado.

Recife

2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

S232d Santana, Julianna de Lemos.
Dinâmica alimentar de *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea: Decapoda: Eriphiidae) em duas áreas recifais com diferentes graus de impacto antrópico no Nordeste do Brasil / Julianna de Lemos Santana. - 2018.
64 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Jesser Fidelis de Souza Filho.
Coorientadora: Profa. Dra. Tereza Cristina dos Santos Calado.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2018.
Inclui Referências.

1. Oceanografia. 2. Dieta. 3. Onivoria. 4. Comportamento alimentar. 5. Oferta alimentar. 6. Poluição marinha. I. Souza Filho, Jesser Fidelis de. (Orientador). II. Calado, Tereza Cristina dos Santos. (Coorientadora). III. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2018-114

JULIANNA DE LEMOS SANTANA

DINÂMICA ALIMENTAR DE *Eriphia gonagra* (FABRICIUS, 1781) (CRUSTACEA:
DECAPODA: ERIPHIIDAE) EM DUAS ÁREAS RECIFAIS COM DIFERENTES
GRAUS DE IMPACTO ANTRÓPICO NO NORDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGO) da Universidade Federal de Pernambuco, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Oceanografia.

Área de concentração: Oceanografia Biológica.

Orientador: Dr. Jesser Fidelis de Souza Filho.

Coorientadora: Dra. Tereza Cristina dos Santos Calado.

Aprovada em: 06 de Fevereiro de 2018

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jesser Fidelis de Souza Filho (Orientador), Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Alexandre Oliveira de Almeida, Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Marina de Sá Leitão Câmara de Araújo, Universidade de Pernambuco

Aos meus pais Zildene e José, irmã Jéssica

Ao meu maravilhoso avô, Valdemar Manoel de Santana (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Sempre, e sobre todas as coisas, ao poderoso Deus, que me permitiu a graça de alinhar alguns dos meus planos com os dEle e cuida sempre de mim em todos os momentos, com sua imensa proteção e através do zelo e carinho de sua mãe, Maria Santíssima. A corte celeste, que está sempre comigo mesmo quando acho que estou sozinha, o meu mais sincero agradecimento.

A minha família maravilhosa, por toda a força, em especial Zildene Rodrigues de Lemos, minha querida mãe, que me apoiou na doideira que seria sair de Maceió e vir pra Recife, onde não conhecia ninguém! Obrigada minha “mamai” por ser meu poço de força, paz e de amor infindável, e luz em meio as trevas. Obrigada por acreditar que iria dar tudo certo, inclusive nos experimentos! Obrigada por vibrar comigo quando meus caranguejos comiam! Você é minha maior inspiração e minha maior alegria! Te amo!

À Universidade Federal de Pernambuco, ao Departamento de Oceanografia e ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia pelo acesso à formação e aos ótimos professores que transmitiram conhecimentos importantíssimos sobre esta área maravilhosa e para auxiliar no meu futuro profissional.

Aos Laboratórios de Carcinologia do MOUFPE e do LABMAR/UFAL, coordenados respectivamente pelos Prof. Dr. Jesser Fidelis de Souza Filho e Profª Dra Tereza Cristina dos Santos Calado, pelo acesso as dependências e materiais de análises e de coleta.

Ao querido orientador Prof. Jesser Fidelis pela confiança, parceria e apoio, e por acreditar em mim sempre e em meus mirabolantes (agora nossos) projetos. Obrigada por todos os momentos em que mesmo com a coordenação, esteve comigo e me esclareceu muitas dúvidas, fazendo valer o nome ‘orientador’ como ninguém! Muito obrigada ori!

À carcinorainha Profª Tereza Calado pelo enorme incentivo, paciência, confiança, carinho e ensinamentos durante todo o decorrer da pesquisa e pelo despertar do amor pela carcinologia em meu ser. Obrigada pelas palavras sempre sinceras e por estar comigo por todos estes 6 anos! Que venham os próximos!

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa que permitiu que o projeto acontecesse.

Aos membros da banca pela disponibilidade e sugestões valiosas.

Aos queridos amigos dos Laboratórios Integrados de Ciências do Mar e Naturais da Universidade Federal de Alagoas: Karol, Marcio, Carlos, Laelcio, Luiz, Amauri, Evelynne, Inaê, Karol (cachinhos), Larissa, Lívia Rocha, Mariana, Alderis, Melyssa, Rafael, Mylena e Wagner, pela convivência no lab e nas coletas, além de todos os debates infindáveis sobre carcinocoisas que despertaram minha paixão! Aos também bioamigos Ivison, Priscila, Izabel, Thamires, Júlia D., Wellington, Lucas e Williams por todo o apoio nas coletas e na vida.

Aos carcinofriends mais “famosos da literatura” Aninha, Auri, Catarina, Débora, Elinai, Elkênita, Fabíola, Flávio, Renan e Ricardo. Obrigada por todos os momentos

maravilhosos do dia-a-dia, parceria, amizade, pelos conhecimentos transmitidos e conselhos muito bem aproveitados.

À secretaria do PPGO, em especial Myrna e Nerlucyton (Tom) por toda a ajuda e por sanar dúvidas importantes.

Aos doutores Alexandre Oliveira de Almeida e Débora Lucatelli de Albuquerque pelos preciosos conselhos e sugestões sobre o projeto durante os seminários internos do PPGO.

A Johnson Sarmiento, meu bem, meu parceiro na vida, presidente e líder de torcida do fã clube “Xhully” (hehehe). Obrigada pelo carinho, confiança, companheirismo, incentivo e por estar ao meu lado compartilhando todos os momentos, os ruins e os maravilhosos. Obrigada meu espeleo-paleontólogo favorito. Tamo junto bemzím #carcinocave.

Ao grande amigo e incentivador Victor Andrei Rodrigues Carneiro pelo auxílio na identificação das algas para os experimentos.

Aos mestrandos em Oceanografia (UFPE) da turma de 2016, por todos os momentos de conhecimento compartilhados e de diversão! Muita luz e sucesso a todos vocês!

A todos os meus companheiros de luta recifense, que compartilharam saudades de casa e assistiram todos os meus ensaios de seminários e defesas, com paciência e dicas preciosas! Em especial as princesinhas e musas fitness: Ingrid, Meiry, Kelly, Carol, Thamires, Thaís, Aline, Rita, Camila, Thalita, Thília, Giulia e Ially! E aos filhotinhos: Arthur, Vanderlan, Pedro (Piauí), Eduardo e Romário. Muito obrigada meus estrangeiros favoritos! Muito sucesso em todos os sonhos de vocês!

A todos os meus ternos amigos que, graças a Deus, são tantos, que se for nomear vai dar treta. Vocês sabem quem vocês são e o que representam para mim: os do colégio, os da igreja, os da faculdade e os da vida. Obrigada por serem meus corações batendo fora de mim! Vocês contribuíram com ligações, mensagens, abraços e palavras mais do que vocês imaginam!

*“São todos maus descobridores, os que pensam que não
há terra quando conseguem ver apenas o mar”*

(Francis Bacon)

RESUMO

Pesquisas sobre alimentação de crustáceos abrangem diversos fatores de grande importância ecológica, como a relação com a biota e com o meio em que habitam, além de características da anatomia digestiva, do hábito alimentar, da capacidade de forrageio e do seu potencial para a cultura. O objetivo deste estudo foi conhecer a alimentação de *Eriphia gonagra* e correlacionar com os impactos sobre a espécie em duas áreas recifais em Maceió (Alagoas) no Nordeste do Brasil, expostas a resíduos derivados de atividades de pesca (Ipioca) e descarga de esgoto (Ponta Verde). As expedições foram realizadas mensalmente no período de setembro/2015 a agosto/2016. O comportamento alimentar dos indivíduos em campo foi observado através de um binóculo a cerca de 10 metros de distância. Após as coletas, os indivíduos foram mensurados, dissecados e tiveram os conteúdos estomacais removidos e analisados, e foram calculadas a frequência de ocorrência e índice alimentar para verificar a influência de cada item alimentar na alimentação total dos indivíduos coletados. As variações da alimentação foram correlacionadas com os estágios de muda e de maturação gonadal, bem como sazonalidade e parâmetros abióticos aferidos no local. Também foram coletados alguns indivíduos para experimentos de oferta alimentar em laboratório, que foram alocados vivos em aquários individuais ao ar livre. Após um dia sem alimentação, foram ofertados grupos de alimentos encontrados no local de coleta como macroalgas, moluscos, poliquetas e outros crustáceos. Um total de 375 indivíduos foram analisados, sendo 168 em Ipioca e 207 na Ponta Verde. Houve diferenças significativas nos conteúdos estomacais das espécies em ambas as áreas, pois na Ponta Verde os indivíduos ingeriram mais macroalgas e detritos, enquanto em Ipioca a alimentação foi mais diversificada e com itens de origem animal. Por outro lado, na região de Ipioca, foi constatada a ingestão de plástico, provavelmente pelo descarte inadequado de materiais de pesca. Apesar da frequência considerável de plástico nos estômagos, o índice alimentar indica que os plásticos têm valores baixos em relação ao volume total de alimento encontrado nos estômagos de *E. gonagra*. Isso mostra que a espécie sofreu com resíduos de atividades antrópicas em Ipioca e, embora provavelmente não seja no momento, pode ser um fator que proporcionará altas taxas de mortalidade no futuro se a quantidade de lixo aumentar no ambiente marinho. Em campo, os indivíduos que estavam em atividade alimentar foram encontrados nas bordas das tocas em 91.25% das vezes, alimentando-se da cobertura algal do recife ou de moluscos. Os 7.75% restantes estavam em partes mais secas e altas dos recifes, alimentando-se de macroalgas. O hábito críptico desta espécie fica assim bastante evidenciado, tendendo os indivíduos a alimentar-se próximo a locais onde possam se esconder e se defender de predadores. Em laboratório, a preferência de *Eriphia gonagra* esteve dividida entre macroalgas, preferindo estes itens a presas móveis como moluscos, ouriços e poliquetas. As fêmeas apresentaram comportamento canibal, alimentando-se de machos e fêmeas de sua própria espécie, possivelmente por disputa territorial ou estresse do ambiente laboratorial.

Palavras-chave: Dieta. Onivoria. Comportamento alimentar. Oferta alimentar. Poluição marinha.

ABSTRACT

Research on feeding crustaceans include several factors of great ecological importance, as the relationship with the biota and the environment in which they live, as well as characteristics of the digestive anatomy, feeding habits, the foraging ability and analyze its potential for culture. The objective of this study was to know the feeding of *Eriphia gonagra* and to correlate with the impacts on the species in two reef areas in Maceió (Alagoas), Northeastern of Brazil, exposed to residues derived from fishing activities (Ipioca) and discharge of sewage (Ponta Verde). The collections were carried out monthly from september / 2015 to august / 2016. The feeding behavior of individuals in the field is observed through a binocular about 10 meters away. After collection, individuals were measured, dissected and had their stomach contents removed and analyzed, and the frequency of occurrence and food index were calculated to verify the influence of each food item on the total diet of the individuals collected. Feeding variations were correlated with molt stages and gonadal maturation, as well as seasonality and abiotic parameters measured at the site. Some individuals were also collected for food supply experiments in the laboratory, which were allocated live in individual aquariums. After one day without food, groups of food were offered at the local of samples, such as algae, mollusks, polychaetes and other crustaceans. A total of 375 individuals were analyzed, being 168 at Ipioca and 207 at Ponta Verde. There were significant differences in the stomach contents of the species in both areas, because in Ponta Verde the individuals ingested more macroalgae and debris, while in Ipioca the food was more diversified and contains items of animal origin. On the other hand, in the Ipioca region, it was observed the ingestion of plastic by the inappropriate disposal of fishing materials. Despite the considerable frequency of plastic in the stomachs, the food index indicates that the plastics have low values in relation to the total volume of food found in the stomachs of *E. gonagra*. This shows that the species suffered from residues of anthropogenic activities in Ipioca and, although it's not at present, may be a future mortality factor if the amount of litter increases in the marine environment. In the field, the individuals that were in alimentary activity were found in the borders of the burrows in 91.25 % of the time, feeding on the algal cover of the reef or mollusks. 7.75% was seen in drier and higher parts of the reefs, feeding on macroalgae. The cryptic habit of this species is thus well evidenced, tending individuals to feed themselves near places where they can hide and defend themselves from predators. The shape of it facilitates the feeding of algae and the heterochely, the ingestion of gastropods. At the laboratory, the preference of *Eriphia gonagra* was divided between filamentous macroalgae, preferring these items to mobile prey such as mollusks, sea urchins and polychaetes. The females presented cannibal behavior, feeding on males and females of their own species, possibly due to territorial dispute or stress of the laboratory environment.

Keywords: Diet. Onivory. Feeding behavior. Food offer. Marine pollution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização das áreas de estudo nas praias de Ipioca e Ponta Verde, Maceió, Alagoas (AL), Brasil.....	21
Figura 2 - Localization of the study areas at Ipioca beach and Ponta Verde beach, Maceió, Alagoas (AL), Brazil.....	26
Figura 3 - Stomach fullness (SF) of the individuals of <i>Eriphia gonagra</i> de Ipioca and Ponta Verde, Maceió, Brazil.....	29
Figura 4 - Stomach fullness related to gonadal stage of development of the individuals of <i>Eriphia gonagra</i> from Ipioca sandstone reef, Maceió, Alagoas, Brazil.....	32
Figura 5 - Stomach fullness related to gonadal stage of development of the individuals of <i>Eriphia gonagra</i> from Ponta Verde sandstone reef, Maceió, Alagoas, Brazil.....	32
Figura 6 - Type of fishing debris found on the stomach contents of <i>Eriphia gonagra</i> sampled at Ipioca sandstone reef, Maceió, Alagoas, Brazil.....	33
Figura 7 - Localização da área de estudo em Ipioca, Maceió, Alagoas, Brasil.....	40
Figura 8 - Aquários para etapa de oferta de alimento realizada em laboratório com a espécie <i>Eriphia gonagra</i> com itens alimentares já dispostos no aquário.....	41
Figura 9 - Esquema do experimento de oferta alimentar com espécimes de <i>Eriphia gonagra</i> coletados em Ipioca, Maceió, Alagoas, Brasil.....	42
Figura 10 - Indivíduo (IIIA) fêmea de <i>Eriphia gonagra</i> identificado com linha de identificação laranja em experimento de oferta alimentar em laboratório.....	43
Figura 11 - Frequência de ocorrência dos tipos de comportamento alimentar de <i>Eriphia gonagra</i> nos recifes de Ipioca, Maceió, Alagoas.....	45
Figura 12 - Fêmea de <i>Eriphia gonagra</i> (IIIB) ingerindo pereópodos (indicados com seta) de outra fêmea da mesma espécie (IIIA).....	46

Figura 13 - Fragmento plástico encontrado no estômago do indivíduo de *Eriphia gonagra*
IIA em experimento em laboratório.....**47**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Minimum, maximum, mean and standard deviation of males, females and ovigerous females of Ipioca and Ponta Verde sandstone reefs.....	28
Tabela 2 - General description of the items found in the stomachs of <i>Eriphia gonagra</i> on the reefs of Ipioca and Ponta Verde.....	29
Tabela 3 - Number of points and volume of each food item, and the chi-square test (χ^2) between these frequencies for males and females in Ipioca, Maceió, Brazil.....	30
Tabela 4 - Number of points and volume of each food item, and the chi-square test (χ^2) between these frequencies for males and females in Ponta Verde, Maceió, Brazil.....	30
Tabela 5 - Number of Points (NP - aij), Volume (V%) and Food Index (IF) of food items found in the stomachs of <i>Eriphia gonagra</i> at Ipioca, Maceió, Brazil.....	31
Table 6 - Number of Points (NP - aij), Volume (V%) and Food Index (IF) of food items found in the stomachs of <i>Eriphia gonagra</i> at Ponta Verde, Maceió, Brazil.....	31
Tabela 7 - Preferências alimentares de indivíduos de <i>Eriphia gonagra</i> , após a realização do experimento de oferta laboratorial.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo Geral	19
2.2	Objetivos específicos	19
3	ÁREA DE ESTUDO	20
4	RESULTADOS	22
4.1	Feeding of <i>Eriphia gonagra</i> (Crustacea: Eriphiidae) in two reef areas with different degrees of anthropic impact in tropical Brazil	22
4.2	Comportamento alimentar de <i>Eriphia gonagra</i> (Decapoda: Eriphiidae) em campo e seleção de presas em laboratório	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, entre Natal, no Rio Grande do Norte e a foz do Rio São Francisco, na divisa dos estados de Alagoas e Sergipe, as principais formações recifais são os bancos de arenito (*beachrocks*) e recifes superficiais de corais, dispostos em várias linhas que ocorrem paralelamente à costa (MAIDA; FERREIRA, 2006; CAMARGO et al., 2007). Em Alagoas, tem sido realizados estudos sobre a fauna e flora destes recifes, principalmente nos que formam a Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, que se estende desde Tamandaré – Pernambuco à Paripueira – Alagoas (MAIDA; FERREIRA, 2006; CAVALCANTE et al., 2014) Os recifes alagoanos são bastante afetados por interferências antrópicas (econômicas e turísticas), entre estas áreas estão a piscina natural da Pajuçara, em Maceió, e os recifes de Paripueira e de São Miguel dos Milagres, e das galés de Maragogi (CORREIA; SOVIERZOSKI, 2008). Em busca de conhecer os impactos sobre as espécies que vivem neste ecossistema foram realizados estudos em diversos recifes de Alagoas sobre macroalgas, cnidários, poliquetas, poríferos, crustáceos entre outros grupos (SARMENTO; CORREIA, 2002; CAVALCANTE et al., 2014).

As comunidades bentônicas são excelentes indicadoras de impactos ambientais por possuem pouca possibilidade de fuga às agressões antrópicas (CORREIA, 1997; SUCIU et al., 2017). Por estarem em contato direto com o substrato, os animais, principalmente suspensívoros e detritívoros, estão vulneráveis a contaminantes hidrofóbicos que se acumulam no sedimento (POWER; CHAPMAN, 1992). Estas espécies estão vulneráveis a alterações globais, como o aquecimento e acidificação dos oceanos, ou locais, como pisoteio ou contaminação por efluentes (MANSO et al., 2003; HALPERN et al. 2008; LEÃO et al., 2016) e as causas e os efeitos da contaminação dos ambientes aquáticos são alvo de muitos estudos há bastante tempo (DEPLEDGE; BJERREGAARD, 1989, D'AGOSTINHO; FLUES, 2006, BAPTISTA-NETO et al., 2008). Ultimamente a presença de resíduos de difícil degradação, como materiais plásticos tem chamado atenção (IVAR DO SUL; COSTA, 2014; PÁDUA et al., 2016) e as correntes marinhas desempenham um papel importante na distribuição global de plásticos, levando resíduos para regiões distantes da costa, como ilhas desertas ou regiões remotas como a Antártica (ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2016). A maioria dos estudos com plástico foram relacionados ao emaranhamento de mamíferos

marinhos, tartarugas e outras espécies, em restos de redes e artefatos de pesca abandonados no bentos (LAIST, 1997; DERRAIK, 2002; MATSUOKA et al., 2005). Estudos recentes, que se concentraram em plásticos menores de 5 mm (HATJE et al., 2013; IVAR DO SUL; COSTA, 2014) fizeram uma revisão sobre como parte da poluição por microplásticos atinge os mais variados grupos, de vertebrados a invertebrados, constituintes de plancton, necton e bentos. Recentemente, a presença de microplásticos foi registrada no conteúdo estomacal de algumas espécies de crustáceos (MURRAY; COWIE, 2011; REZENDE et al. 2011; HÄMER et al. 2014).

Os crustáceos constituem grande parte da fauna dos ambientes recifais e apresentam os mais variados hábitos alimentares, o que amplia a participação dos representantes deste grupo na teia trófica recifal (BARROS et al., 2012). Os primeiros estudos sobre alimentação de crustáceos foram concentrados em espécies de valor comercial, com maior destaque para os braquiúros e os portunídeos (CAINE, 1974; HILL, 1976; LAUGHLIN, 1982; WILLIAMS, 1982; WEAR; HADDON, 1987; BRANCO; VERANI, 1997; CRISTO; CARTES, 1998; MANTELATTO; CHRISTOFOLETTI, 2001; CHARTOSIA; KOKOURAS, 2009). As descobertas sobre a alimentação destas espécies proporcionaram a compreensão diversos fatores de grande importância ecológica, como as relações interespecíficas (sejam animais ou vegetais) e com o meio em que habitam, hábito alimentar, capacidade de forrageio e análise potencial para a cultura.

Outros estudos abrangeram aspectos morfológicos e fisiológicos do sistema digestivo de crustáceos decápodes, o que facilitou a compreensão de como funcionam os mecanismos peristálticos e de absorção de nutrientes, além do sistema excretor destes animais (BARKER; GIBSON, 1978; FELGENHAUER, 1992; BRÖSING, 2010; MCGAW; CURTIS, 2012). A partir disto, e com o aprimoramento de técnicas de análises, outras espécies que não possuíam influência direta na economia também passaram a ter a alimentação analisada (STEVENS et al., 1982; MADAMBASHI et al., 2005; SAMSON et al., 2007; BARROS et al., 2008; VARADHARAJAN; PUSHPARAJAN, 2012; DEVI et al., 2013; STASOLLA et al., 2015).

Os caranguejos do gênero *Eriphia* Latreille, 1817 são predadores e oportunistas, e a alimentação destes foi estudada em vários locais, como a espécie *Eriphia verrucosa* (Forskål, 1775) no Mediterrâneo (Itália) (ROSSI; PARISI, 1973) e na Espanha (PÉREZ-MIGUEL et al. (2017), e *Eriphia squamata* Stimpson, 1860 no Panamá

(CRANE, 1974) e no norte do Golfo da Califórnia (REYNOLDS; REYNOLDS, 1977). *Eriphia sebana* (Shaw & Nodder, 1803) foi alvo de estudos em laboratório (ZIPSER; VERMEIJ, 1978) e nas Ilhas Marshall (REESE, 1969). Vannini et al. (1995) identificaram que *Eriphia smithi* MacLeay, 1838 tem alteração do tipo de material ingerido de acordo com o ciclo cicardiano, sendo herbívoro durante o dia e predador de moluscos durante a noite.

O caranguejo *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) é encontrado no Atlântico Ocidental - da Carolina do Norte (EUA) ao estado de Santa Catarina (Brasil) e habita fundos rochosos da região entre marés até cinco metros de profundidade, entre fendas ou tocas naturais formadas em costões rochosos ou recifes (MELO, 1996; GÓES; FRANSOZO, 2000). A espécie o que teve este comportamento registrado foi por Nalesso (1993), e seus resultados mostraram que a espécie se alimenta de mexilhões, cracas e poliquetos construtores de recife. O mesmo foi observado em Góes (2000), que avaliou a alimentação da espécie em um costão rochoso na Praia Grande, Ubatuba-SP.

Além da alimentação *E. gonagra* teve diversos aspectos de sua ecologia estudados, tais como desenvolvimento larval (FRANSOZO, 1987), crescimento relativo (GÓES; FRANSOZO, 1997), heteroquelia (GÓES; FRANSOZO, 1998), razão sexual (GÓES; FRANSOZO, 2000), fecundidade (GÓES et al. 2005), ocupação do habitat por seus diferentes grupos demográficos (ANDRADE et al., 2014) e investimento reprodutivo (TEIXEIRA et al., 2017). Esses estudos foram realizados em costões rochosos ou recifes de areia formados pelo poliqueta *Phragmatopoma lapidosa* Kinberg, 1866, no litoral de São Paulo. Na literatura há pouca informação sobre *Eriphia gonagra* em ambientes recifais areníticos, sendo a única contribuição a caracterização da população da espécie por Araújo et al. (2016) em Pernambuco. Sendo assim, como a composição faunística de um costão rochoso é diferente da encontrada em recifes, surge a necessidade de ampliar os conhecimentos sobre a espécie nestes ambientes e apontar possíveis diferenças entre o comportamento da espécie entre os diferentes tipos de ecossistemas costeiros.

A morfologia externa dos crustáceos pode indicar o tipo de alimentação ao qual a espécie está adaptada, como o formato das quelas de caranguejos e siris, que pode possuir dátilo e pólex robustos e curtos em relação ao própodo do quelípodo, e região mesial em forma de colher, facilitando o ato de arrancar itens incrustantes no substrato, como o observado para a maioria dos grapsóideos, como *Plagusia depressa* (Fabricius,

1775) e *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850) (HARTNOLL, 1965). Outro formato comum de quela é a presente nos portunídeos, onde dátilo e pólex são delgados e pontiagudos o que se torna bastante eficiente em espécies carnívoras e com comportamento predatório agressivo. Além do formato da quela, há alterações nas peças bucais dos crustáceos que auxiliam a desvendar o tipo de alimentação (CALADO, 1987), como a presença de denticulos no processo molar (dente da mandíbula), que são utilizados para reduzir as partículas mais firmes provenientes da alimentação macroscópica, e a presença de cerdas para auxiliar na remoção do biofilme do sedimento ou das algas epífitas nos herbívoros (BARKER; GIBSON, 1978, BRÖSING, 2010).

Em muitos decápodes, mesmo com a estrutura da quela tendo correlação com o tipo de alimentação, o único meio confiável de observar a dieta natural é a análise do conteúdo estomacal e através de experimentos de oferta de alimentos, sendo difícil a identificação intes alimentares que consomem apenas a partir de observações de campo (WILLIAMS, 1981). Também é importante verificar se alterações na qualidade do ambiente influenciam na alimentação da espécie. Portanto, o presente estudo foi realizado com o intuito de unir técnicas (observação em campo e experimentos de oferta em laboratório em laboratório de oferta) e analisar o conteúdo estomacal de indivíduos de *E. gonagra* em duas áreas recifais no nordeste do Brasil com diferentes impactos antrópicos e observar a alimentação da espécie em campo, e relacionar estes dados com experimentos em laboratório para obter informações mais consistentes sobre a alimentação da espécie. Há poucos estudos realizados com crustáceos nos recifes de Alagoas (TONIAL, 2002), e embora esta espécie seja bastante comum em substratos consolidados de grande parte da costa brasileira, não há na literatura informações sobre a alimentação e posição na teia trófica da espécie *Eriphia gonagra*, sendo este estudo uma contribuição inédita para a alimentação da espécie em ambientes recifais e para o nordeste brasileiro.

Os resultados da dissertação são compostos por dois artigos:

Capítulo I: **“Feeding of *Eriphia gonagra* (Crustacea: Eriphiidae) in two reef areas with different degrees of anthropic impact in tropical Brazil: water pollution and fishing debris”** – Este capítulo trata da análise do conteúdo estomacal de *Eriphia gonagra* em ambientes recifais em Maceió, Alagoas, para verificar se há diferenças

relacionadas aos impactos da poluição por esgotos ou por descarte inadequado de materiais pesqueiros na alimentação da espécie em questão.

Este capítulo está formatado de acordo com as normas do periódico **Journal of Marine Biological Association of United Kingdom**.

Artigo II: “**Comportamento alimentar de *Eriphia gonagra* (Crustacea: Eriphiidae) em campo e em experimentos laboratoriais**” - Este artigo visa conhecer o comportamento alimentar da espécie através de observações de campo e experimentos de oferta alimentar em laboratório.

Este capítulo está formatado de acordo com as normas do periódico **Revista de Biología Tropical**

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

- Avaliar diferentes graus de impacto antrópico sobre a alimentação de *Eriphia gonagra* no litoral de Alagoas (Ipioca e Ponta Verde), bem como avaliar a preferência alimentar da espécie.

2.2 Objetivos específicos:

- Analisar e quantificar os itens do conteúdo estomacal de *Eriphia gonagra* identificando os itens alimentares.
- Observar comportamento alimentar em campo.
- Realizar experimentos de oferta de alimento em laboratório.
- Verificar a relação das fases de muda e reprodução com a alimentação.
- Verificar a influência dos parâmetros abióticos (pH, temperatura e salinidade) na alimentação.

3 **ÁREA DE ESTUDO**

As praias de Ipioca (9°31'55"S 35°35'31"W) e Ponta Verde (9°39'58"S 35°41'32"W) estão localizadas em Maceió, litoral central de Alagoas, Brasil (Figura 3.1). O clima da região é tropical quente e úmido - As' (KÖPPEN, 1948) (com chuvas de outono - inverno), com média de dois meses secos (Novembro e Dezembro) (ALAGOAS, 1979). Durante a maré baixa, os recifes areníticos são expostos em ambas as áreas, permitindo o acesso fácil a estas regiões por turistas. As áreas de amostragem sofrem diferentes níveis e fontes de poluição, por exemplo, Ponta Verde apresenta aporte de esgoto sem tratamento diretamente no oceano, nas regiões em que estão situados os recifes que são ricos em algas do gênero *Ulva* e ouriços. Este esgoto pode carrear contaminantes que podem bioacumular e biomagnificar ao longo da cadeia trófica (MORAES; JORDÃO, 2002; D'AGOSTINHO; FLUES, 2006; PÁDUA et al., 2016). Além disso, o recife sofre com ações antrópicas físicas, por ser uma área bastante turística (por exemplo, pisoteio de espécies de corais e descarte inadequado de lixo) (TONIAL, 2002). A praia de Ipioca, por outro lado, possui intensa atividade pesqueira que gera resíduos plásticos, através do descarte inapropriado das redes de pesca e da falta de manutenção de currais de pesca, que podem gerar estrangulamento e obstrução do trato digestivo por ingestão (LAIST, 1997; DERRAIK, 2002; MATSUOKA et al., 2005). Este material, quando se decompõe, deixa fibras de nylon e outros fragmentos disponíveis no ambiente. Em ambas as regiões, a atividade turística deixa o lixo nas praias, como utensílios descartáveis.

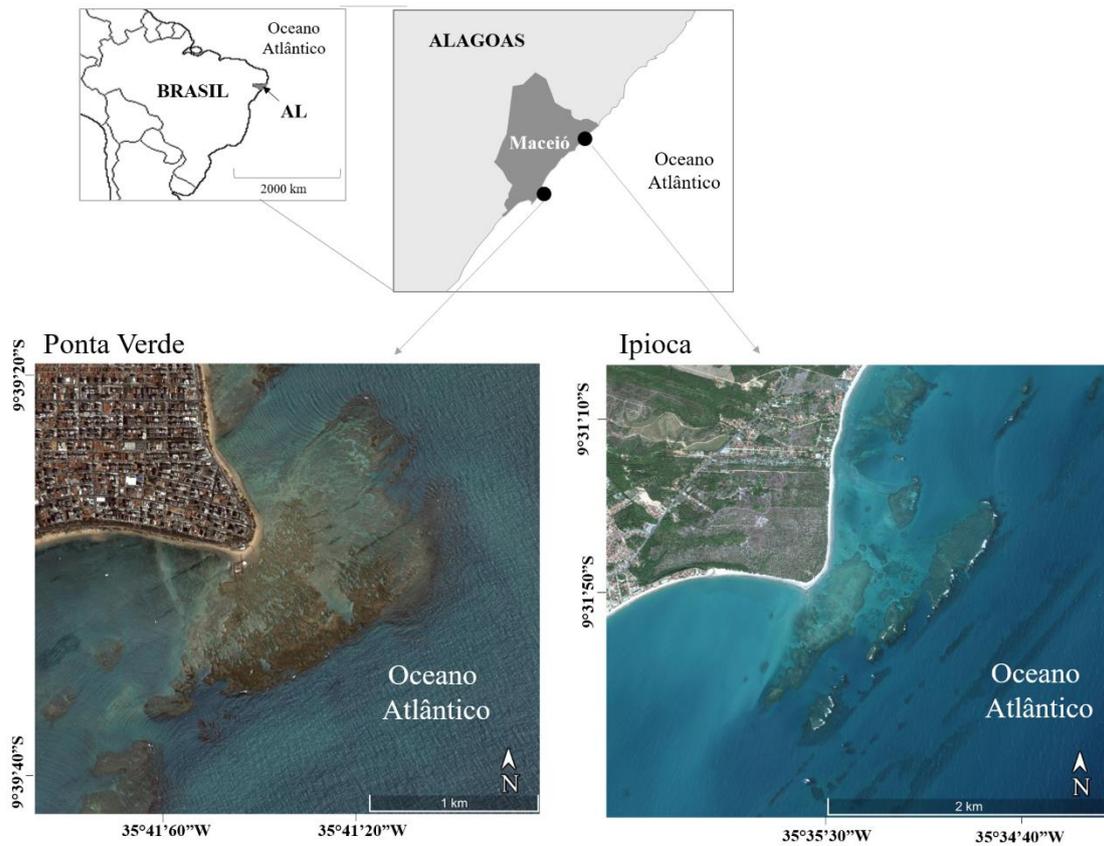


Fig. 3.1. Localização das áreas de estudo nas praias de Ipioca e Ponta Verde, Maceió, Alagoas (AL), Brasil.

4 RESULTADOS

4.1 Feeding of *Eriphia gonagra* (Crustacea: Eriphiidae) in two reef areas with different degrees of anthropic impact in tropical Brazil

Abstract: *The aim of this study was to know the impacts on the crab Eriphia gonagra in two reef areas, exposed to input plastic waste derived from fishing activities and sewage discharge, knowing the feeding of the species and correlating with the level of anthropic impacts to which it is submitted. The samples were carried at Ipioca and Ponta Verde beaches, northeastern Brazil. The individuals were measured and had the stomach contents analyzed, the items identified to the maximum and calculated the frequency of occurrence and the food index. The relationship between the gonadal and molt stages with changes in feeding was also observed. There were significant differences in feeding of the species in both areas, because in Ponta Verde the individuals ingested more algae and detritus, while in Ipioca the feeding was more diversified and contain items of animal origin. However, in the region of Ipioca was observed the ingestion of plastic from the inappropriate disposal of fishing materials. In the literature, there is food alteration caused by water pollution, as was observed for Ponta Verde. Despite the considerable frequency plastics in the stomachs, the food index indicates that plastics have low values in relation to the total volume of food found of the stomachs of E. gonagra. This shows that the species has been suffering with residues of anthropic activities at Ipioca, and although is not a mortality factor right now, may be in the future if the amount of trash increase on the environment.*

Key-words: Decapoda, microplastic, water pollution, ecology.

INTRODUCTION

Coastal zones are under increasing stress compared with rest of the ocean, due to many human pressures combined with natural events, such as higher population density, chemical contamination, pollution, climate changes, erosion, sea level rise, etc. There is a vast literature regarding to anthropogenic impacts in marine environment and its biota, (Vieira, 2003; Thompson *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2009; Carvalho-Souza & Tinôco, 2011; Ugolini *et al.*, 2013; Andersen *et al.*, 2017). The reefs of the Brazilian coast are derived from different formation processes and are used as substrate for several species, which use the ideal light, depth and temperature conditions to develop successfully

(Manso *et al.*, 2003; Leão *et al.*, 2016). The northeast region of Brazil has a wide line of sandstone reefs near the coast. This formation, interrupted at the mouths of rivers and sandy bars, serves to protect the erosive action of the waves and tides on the morphology of the coast and indicate where there were old beach lines (Camargo *et al.*, 2007). These environments are on the continental shelf, in relatively shallow regions and close to large urban centers. Many benthic species inhabit intertidal region and are used like biological tools to access how human impacts directly or indirectly influence the ecology one population or community (Aragonés *et al.*, 2016; Vasconcelos *et al.*, 2016; Suciú *et al.*, 2017).

According to Halpern *et al.* (2008) sand reefs have one of the highest scores on global cumulative human impacts such as climate change and local impacts such as fishing activities and pollution inputs. Among the most well-known types of pollution are sewage disposal and the presence of wastes of difficult degradation, such as plastic materials (Ivar do Sul & Costa, 2014; Pádua *et al.*, 2016). Many regions in Brazil suffer from a lack of sewage treatment, which can be of domestic, commercial and industrial origin, and can carry organic matter and contaminants to the rivers, coastal lagoons and oceans (D'Agostinho & Flues, 2006). The presence of these contaminants in the ocean directly affects the biology of the species, being able to alter physiological stages and cause imbalance in the trophic web (Baptista-Neto *et al.*, 2008). The causes and effects of the contamination of the aquatic environments have already been studied a long time (Depledge & Bjerregaard, 1989). On the other hand, the beginning of the discovery of plastics in the oceans was close to the 70's, drawing the attention of the scientific community to the problem (Andrady, 2011). The marine currents play an important role in the global distribution of floating pollution, taking waste to regions far from the coast, such as deserted islands or to remote regions such as Antarctica (Araújo & Silva-Cavalcanti, 2016).

Most of the studies with plastic were related to entanglement of marine mammals, turtles and other species, in remnants of nets and fishing gear abandoned in the benthos (Laist, 1997; Derraik, 2002; Matsuoka *et al.*, 2005). Recent studies have focused on plastics smaller than 5 mm (Hatje *et al.*, 2013) and Ivar do Sul & Costa (2014) made a review about how part of the pollution by microplastics comes to affect the most varied groups, from vertebrates to invertebrates, constituents of plankton, nekton and benthos. The ingestion of this material can bring risks to the health of the

individuals, since besides the mechanical risk of obstruction or rupture of structures of the digestive tract, there are also studies that indicate the association of toxic compounds to these microplastics (Teuten *et al.*, 2007; Ogata *et al.*, 2009; Wright *et al.*, 2013). Since microplastics occupy the same size fraction as plankton organisms they are bioavailable to various filtering, suspensivorous, depositivorous and planctivorous organisms (Thompson *et al.*, 2004; Graham & Thompson, 2009; Murray & Cowie, 2011). These feeding habits are present in several animal groups, such as crustaceans, and are widely studied in physiological and morphological aspects (Power & Chapman, 1992; Branco & Verani, 1997; Mantelatto & Christofolletti, 2001; Ferreira *et al.*, 2011; Ribeiro *et al.*, 2017). The presence of microplastics was recorded in the stomach contents of some crustacean species like *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758) by Murray & Cowie (2011) from Clyde Sea, UK, the isopod *Idotea emarginata* (Fabricius, 1793) by Hämer *et al.* (2014) and the deep-sea shrimp *Aristaeopsis edwardsiana* (Johnson, 1868), in South Atlantic Ocean, at Brazilian waters, by Rezende *et al.* (2011).

Knowing the feeding of a population help to clarify the role of a species in the ecosystem and its trophic interactions with the environment. Food availability and utilization play important roles in the patterns of distribution, migration, ecdysis and reproduction of brachyuran crabs (Laughlin, 1982; Oliveira *et al.*, 2006). The only reliable means of observing the natural diet is the analysis of the stomach contents, once it is very difficult to identify food sources of one species only by field observations (Williams, 1981). Among the works on the digestive tract of Brachyura, the portunid crabs stand out (Caine, 1974; Hill, 1976; Laughlin, 1982; Williams, 1982; Mantelatto & Cristofolletti, 2001). In addition to the portunid crabs, other groups of crustaceans had their feeding studied like the varunid *Varuna litterata* (Fabricius, 1798), (India, by Devi *et al.*, 2013), the cancrid *Metacarcinus magister* (Dana, 1852) (USA, by Stevens *et al.*, 1982) and the majoid *Notomithrax ursus* (Herbst, 1788) (New Zealand, by Woods, 1993) and *Libinia spinosa* Guérin, 1832 (Brazil, by Barros *et al.*, 2008).

The “red-finger rubble crab” *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) is found in the Western Atlantic, from North Carolina (USA) to Santa Catarina (Brazil), and inhabits rocky bottoms of the intertidal region up to five meters deep, between cracks or natural burrows formed in rocky shores or reefs (Melo, 1996). Several aspects of its ecology had been studied, such the larval development, feeding habits, relative growth, heterochely, sex ratio, fecundity, habitat occupation and reproductive investment

(Fransozo, 1987; Nalesso, 1993; Góes & Fransozo, 1997; 1998; 2000; Goés *et al.* 2005; Andrade *et al.*, 2014 and Teixeira *et al.*, 2017). These studies were carried out in Southeastern Brazil, on rocky shores or biogenic reefs formed by the polychaete *Phragmatopoma lapidosa* Kinberg, 1866. In sandstone reefs there is only the study made as Araújo *et al.* (2016), which characterized the population of *Eriphia gonagra* in Northeastern Brazil. To improve the knowledge about the species in sandstone reefs, this present study aims to know the impacts on the crab *Eriphia gonagra* in two reef areas, exposed to input plastic waste derived from fishing activities and sewage discharge, knowing the feeding of the species and correlating with the level of anthropic impacts to which it is submitted.

MATERIAL AND METHODS

Study area

Ipioca beach (9°31'55"S 35°35'31"W) and Ponta Verde beach (9°39'58"S 35°41'32"W) are located at the Maceió City, central coast of Alagoas, northeastern Brazil. (Figure 1). The climate of the region is tropical hot and humid - As' (Köppen, 1948) (autumn-winter rains), with two dry months (November and December) (Alagoas, 1979). During low tide, the beachrocks are exposed in both areas, allowing the collection to be done manually. Sampling regions suffer from different levels and sources of pollution, for example, Ponta Verde presents the untreated sewage launch directly on the reefs of the region, which can carry contaminants that can bioaccumulate and biomagnify through the trophic chain (Moraes & Jordão, 2002; D'Agostinho & Flues, 2006; Pádua *et al.*, 2016). Besides, the reef is greatly mistreated by physical anthropic actions, because the reefs give the environment the calm that attracts tourists (eg. trampling on coral species and improper waste disposal) (Tonial, 2002). The Ipioca beach, on the other hand, has an intense fishing activity that generates plastic waste through the inappropriate disposal of material such as nets, which, when decomposing, they leave nylon threads available on the environment. In both regions, the touristic activity leaves trash on the beaches, as disposable utensils.

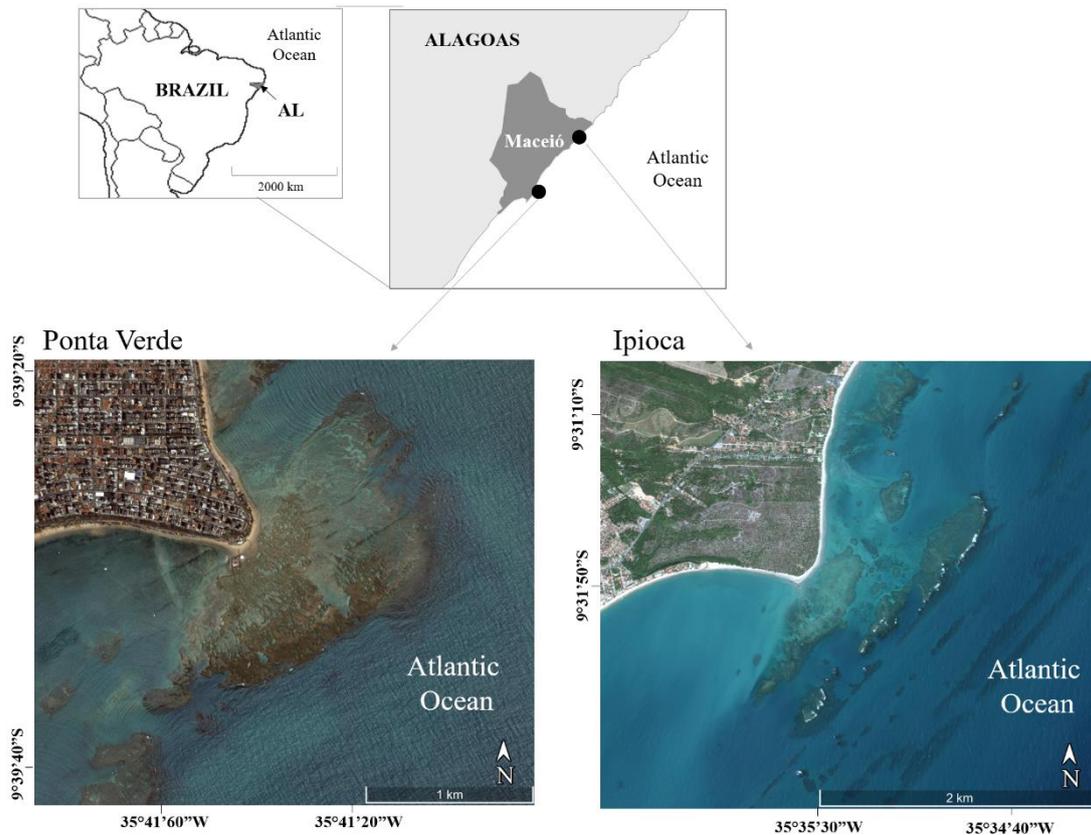


Fig. 1 .Localization of the study areas at Ipioca beach and Ponta Verde beach, Maceió, Alagoas (AL), Brazil.

Sampling and laboratory procedures

The collections were carried out monthly in the period between September/2015 and August/2016. The individuals were stored in a thermal container containing ice to avoid stomach contents regurgitation, as well as to attenuate the enzymatic activity in the stomachs, and then frozen until the analysis (Carqueija & Gouvêa, 1998). In each region were collected data of water and air temperature, and water samples for laboratory analysis of pH and salinity.

All individuals were sexed, weighed and measured of carapace width (CW). For the removal of the stomach, a dorsal cut was performed marking the entire carapace to remove the stomach (located in the anterior portion), for the subsequent analysis (modified from Carqueija & Gouvêa, 1998). As suggested by Branco & Verani (1997), the stomach contents were removed with water jets and deposited in Petri dish for analysis under optical microscope and stereomicroscope.

The stomach fullness (SF) of each stomach was classified as: empty, SF 1 (25% full), SF 2 (50% full) and SF 3 (completely full) (adapted from Foxton & Roe, 1974). The stomachs completely empty were disregarded from the analysis (Stevens *et al.*, 1982; Branco & Verani, 1997). The food items were identified to the lowest possible taxonomic level, after preserved in 4% formaldehyde saline solution to avoid the loss of color of the plant material (Carqueija & Gouvêa, 1998). The material with high degree of digestion was called digested material (DM) (Mantelatto & Christofolletti, 2001). The stomach contents were related to the moulting phase, identified during the capture. The stages of molting were classified as: (1) intermoult - phase in which the membranous layer of the new carapace under the former is formed; (2) moult - exit of the animal from the exuvia; (3) post-moult (hardening phase of the new carapace) (Rodrigues & D'Incao, 2008). The stages of gonadal maturation were also observed, being the male specimens classified as: immature - the testicles are thin, translucent, coiled yarns connected to one another; mature - the anterior part of the spermatic duct becomes swollen and the lateral diverticula arise. For females, four stages were distinguished: (1) immature - ovary is thin, pale and translucent, associated with young individuals; (2) in maturation - ovary is larger, pale orange and stands out among the other viscera; (3) mature - ovary occupies much of the body cavity in bright orange; (4) in recovery (post-posture) - has the same characteristics of immature ovaries, but females have spermathecae that are full of sperm and / or still retain some traces of eggs (modified from Moura & Coelho, 2004).

The stomach contents analysis included the presence of anthropogenic residues, which were classified into four categories, according to their probable origin and presentation in the stomachs (modified from Murray & Cowie, 2011): absent, thread, tangle of threads (sometimes found associated with filamentous algae) and fragments of larger plastic materials (such as bags).

Statistical analyses

The frequency of occurrence $FO = \left(\frac{bi}{N}\right) \cdot 100$ of the food items and plastic residues in the stomachs of the specimens was calculated (Oliveira *et al.*, 2006). Chi square tests were used to verify significant differences between the sexes in the frequency each food item consumed (include the plastic) (Murray and Cowie, 2011). The point method was applied to find the volume (V) of the given item, expressed as a percentage, in relation to the volume of all food items present in the stomachs as

proposed by Williams (1981), using the formula $\sum_{j=1}^n \left(\frac{a_{ij}}{A} \right) \cdot 100$ where A corresponds to the total number of points for all items, n to the total number of stomachs and a_{ij} to the number of points of the item found in the stomachs examined. To calculate a_{ij} of each item, the contribution (%) of this item in each stomach was estimated during the analysis and points were assigned to each stage of stomach repletion (ER1 - 0.35 point, ER2 - 0.65 point, ER3 - 1 point). The contribution and points of the repletion stage were multiplied and grouped according to each item. In order to improve the understanding of the real importance of each food item, in the most varied conditions of frequency of occurrence and volume, the food index proposed by Kawakami & Vazzoler (1980) was used, combining the two methods, calculated according to the formula $Fli = \frac{FO_i \cdot Vi}{\sum_{i=1}^n (FO_i \cdot Vi)}$ where Fli corresponds to the food index of item i , FO to the frequency of occurrence (%) and V to the relative contribution of volume (%) of item i .

In the end of the study, these data were related to the sizes of the specimens, their gonadal maturation stages, pH, salinity, rainfall (provided by the Maceió station, available on the website of the National Institute of Meteorology - INMET), water and air temperature and time of year in which they were collected to verify if there is a significant influence of these conditions on the type of *Eriphia gonagra*.

RESULTS

A total of 375 individuals of *Eriphia gonagra* were collected, being 168 at Ipioca, 106 males (63.09%), 57 non-ovigerous females (33.93%) and 5 ovigerous females (2.98%), and 207 in Ponta Verde 125 males (60.38%), 76 non-ovigerous females (36.72%) and 6 ovigerous females (2.90%). The measures of CW are showed in the Table 1.

Table 1. Minimum, maximum, mean and standard deviation of males, females and ovigerous females of *Eriphia gonagra* in Ipioca and Ponta Verde sandstone reefs.

Measures	IPIOCA			PONTA VERDE		
	Males	Non ovigerous Females	Ovigerous Females	Males	Non ovigerous Females	Ovigerous Females
	CW	CW	CW	CW	CW	CW
Minimum	8.36	7.74	12.19	9.36	11.29	15.71
Maximum	38.34	34.13	23.68	37.56	33.39	29.11
Mean	21.80	20.53	18.81	20.85	21.57	21.12
Stand. dev.	5.85	4.22	4.54	5.01	5.16	5.53

CW – carapace width

Stomach contents and fullness

The variation in the repletion stages of the individuals did not follow any pattern related to pH and salinity. Regarding water temperature, individuals collected in the hottest months of the year, which coincides with the driest period (February and March / 2016) had higher amounts of digested material (DM) than individuals from the lower temperatures. All analyzed stomachs, in both sampling areas, contained food to be analyzed, varying in stages of repletion and content. In both regions, ovigerous females were found only with the repletion stage SF 3 (full), whereas males and non-ovigerous females presented the other stages (SF 1 and SF 2) (Figure 2). Food items were identified in large groups, due to the intense fragmentation of the particles (Table 2). The percentage frequencies of stomach contents analyzed in Ipioca were: DM (Digested Material) (100%), Algae (89.88%), Sediment (84.52%), Mollusca (80.35%), Plastic (75.59%), Crustacea (19.64%) and Ascidiacea (5.35%). For the animals analyzed in Ponta Verde, the feeding frequencies were: DM (100%), Mollusca (100%), Sediment (100%), Echinodermata (99.03%), Algae (especially of the genus *Ulva* (75.84%) and Plastic (0.48%).

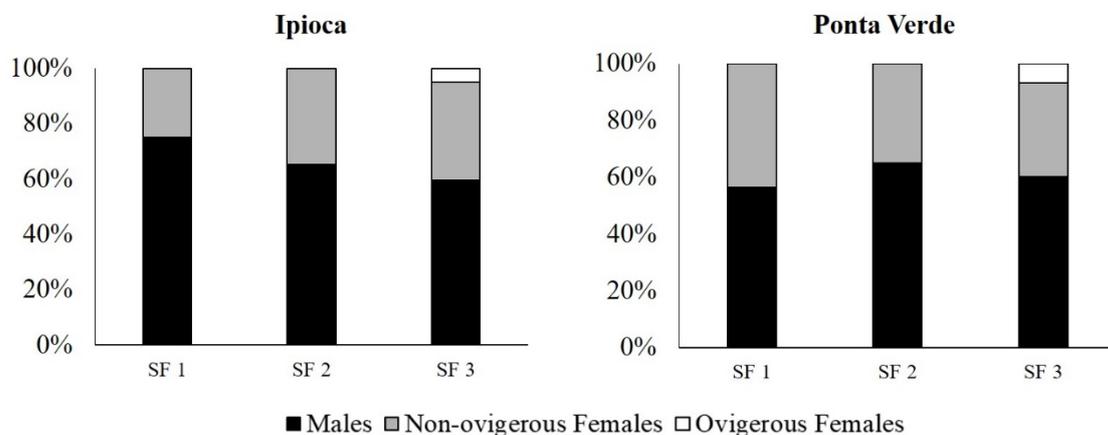


Fig. 2. Stomach fullness (SF) of the individuals of *Eriphia gonagra* of Ipioca and Ponta Verde, Maceió, Brazil.

Table 2. General description of the items found in the stomachs of *Eriphia gonagra* on the reefs of Ipioca and Ponta Verde, Maceió, Brazil

Group	Material found	Ipioca	Ponta Verde
Algae	Parts of macroalgae	x	X
Mollusca	Pieces of shell, opercula and radulae	x	X
Crustacea	Dactyls, eyes e polex	x	

Sediment	Grains	x	X
Asciaceae	Parts of pharynx	x	
Echinodermata	Spines of sea urchins		X
DM	Soft material undefined	x	x
Plastic	Nylon thread, styrofoam, tangle of threads and bag fragments.	x	x

Points Method and Food Index

In Ipioca, the highest food volumes were Algae (filamentous and calcareous), DM and mollusks (for males) and sediment (for females) (Table 3). In the Ponta Verde region there is a proliferation of sea urchins, most of the food items found are sea urchins spines, which were accumulated in the ingested sediment (Table 4), followed by algae (folioses), sediment and mollusks, for both sexes.

In Ipioca, the percentual values of each food item on the total volume on the stomachs (V%) are different of found in the frequency of occurrence, because the material that was more frequent (DM), has representative volume lower than algae (Table 5). The same occurs in the Ponta Verde sandstone reef, where the individuals analyzed presents high frequency of DM, but the higher food index was sea urchins spines (Table 6).

Table 3. Number of points (NP) and volume (V) of each food item, and the chi-square test (χ^2) between these frequencies for males and females of *Eriphia gonagra* in Ipioca, Maceió, Brazil.

Food items	Males		Females		χ^2
	NP	V(%)	NP	V(%)	
Algae	2270.5	26.70	1398	27.34	0.008
DM	2022.5	23.78	1063	20.79	0.201
Mollusca	1754.5	20.63	937.5	18.32	0.137
Sediment	1390.5	16.35	1011.5	19.78	0.326
Plastic	738	8.68	448.5	8.77	0.000
Crustacea	289	3.40	206.5	4.03	0.053
Asciaceae	40	0.47	50	0.97	0.174

Table 4. Number of points (NP) and volume (V) of each food item, and the chi-square test (χ^2) between these frequencies for males and females *Eriphia gonagra* in Ponta Verde, Maceió, Brazil.

Food items	Males		Females		χ^2
	NP	V(%)	NP	V(%)	
Algae	1625	18.20	1069.5	19.17	0.025
DM	1013	11.35	644.5	11.55	0.002

Echinodermata	3595	40.25	2157.5	38.67	0.032
Mollusca	1332.5	14.92	809	14.49	0.006
Sediment	1354.5	15.16	899.5	16.12	0.029
Plastic	10	0.12	0	0	0.120

Table 5. Number of Points (NP - aij), Volume (V%) and Food Index (FI) of food items found in the stomachs of *Eriphia gonagra* at Ipioca, Maceió, Brazil

Food Items	NP	V	FI
Algae	3668.5	26.93	0.284822
DM	3085	22.65	0.266577
Mollusca	2692	19.77	0.186878
Sediment	2402	17.64	0.175400
Plastic	1186.5	8.71	0.077487
Crustacea	495.5	3.64	0.008412
Ascidiacea	90	0.67	0.000421

Table 6. Number of Points (NP - aij), Volume (V%) and Food Index (FI) of food items found in the stomachs of *Eriphia gonagra* at Ponta Verde, Maceió, Brazil.

Food Items	NP	V	FI
Algae	1625	18.57	0.148154
DM	1013	11.4	0.119925
Echinodermata	3595	39.63	0.412853
Mollusca	1332.5	14.76	0.155271
Sediment	1354.5	15.57	0.163792
Plastic	10	0.07	0.00000034

Moult stages

Most of the analyzed individuals were in intermoult (371, 227 males and 144 females) and only 7 (4 males and 3 females) were in post-moult. The individuals in intermoult presented different types of food in their stomachs. On the other hand, the individuals in the post-molt stage presented a large amount of calcareous material, such as sediment, mollusks and crustaceans. This characteristic was observed in both sampling regions.

Gonadal stages

Individuals were recorded in all gonadal stages and the highest percentage of individuals with a completely full stomach (SF 3) was recorded in the in recovery females of both sampling areas (Figures 3 and 4). Females tended to present decreasing rates of SF 1 with the progression of maturation stages, but in Ipioca (Figure 4) a large

proportion of immature and maturing females were found with little food in the stomach.

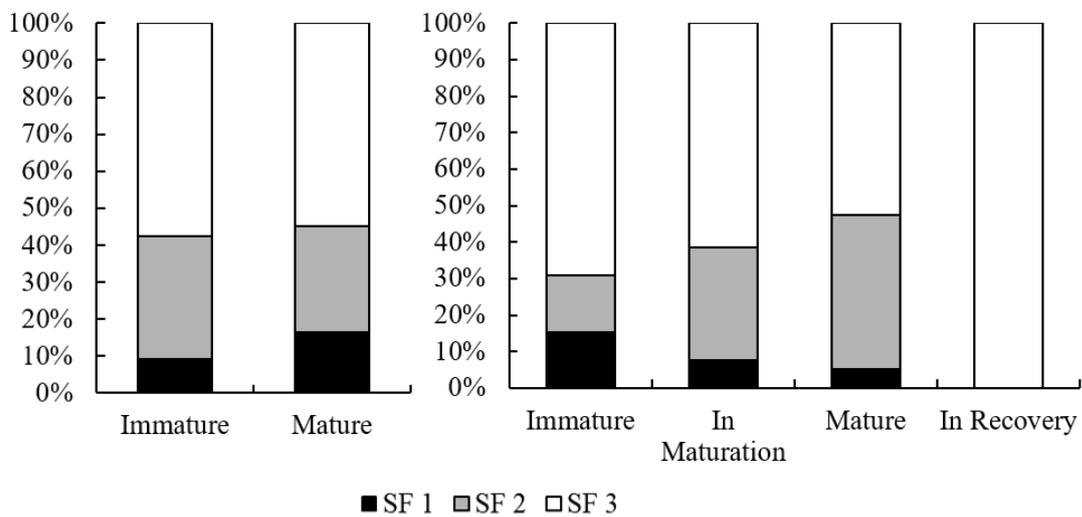


Fig. 3. Stomach fullness related to gonadal stage of development of the individuals of *Eriphia gonagra* from Ipioca sandstone reef, Maceió, Alagoas, Brazil.

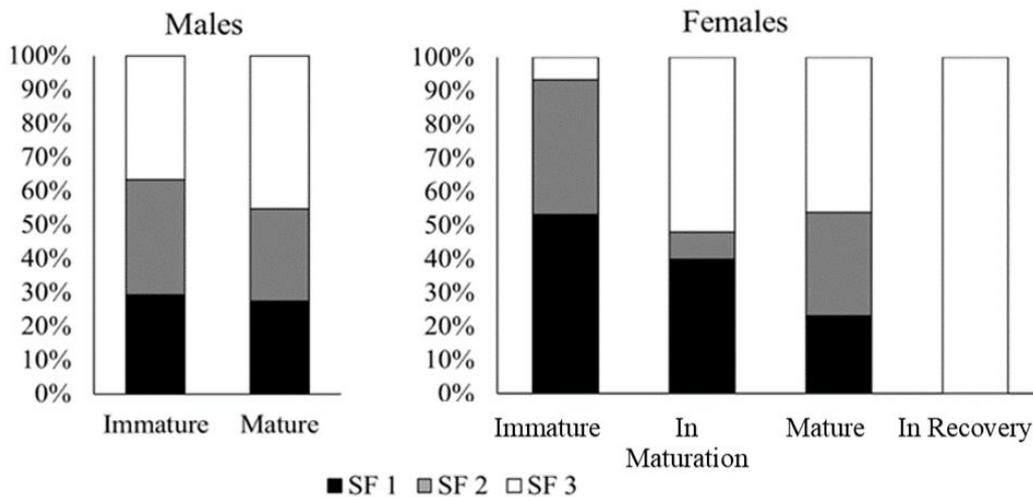


Fig. 4. Stomach fullness related to gonadal stage of development of the individuals of *Eriphia gonagra* from Ponta Verde sandstone reef, Maceió, Alagoas, Brazil.

Fishing debris

Plastic residues were found in 127 (33.86%) of the stomachs of the analyzed specimens, being more representative in Ipioca individuals (75.59%) than in Ponta Verde, where just one male contained nylon thread ingested (0.48%). Most of the

plastics found in the stomach contents were nylon threads belonging to blue and black fishing nets (97.10%). Also, there were residues of plastic bags (0.53%) and fragments of styrofoam (2.36%). The ovigerous females showed the highest percentage of stomach content plastic (Figure 5).

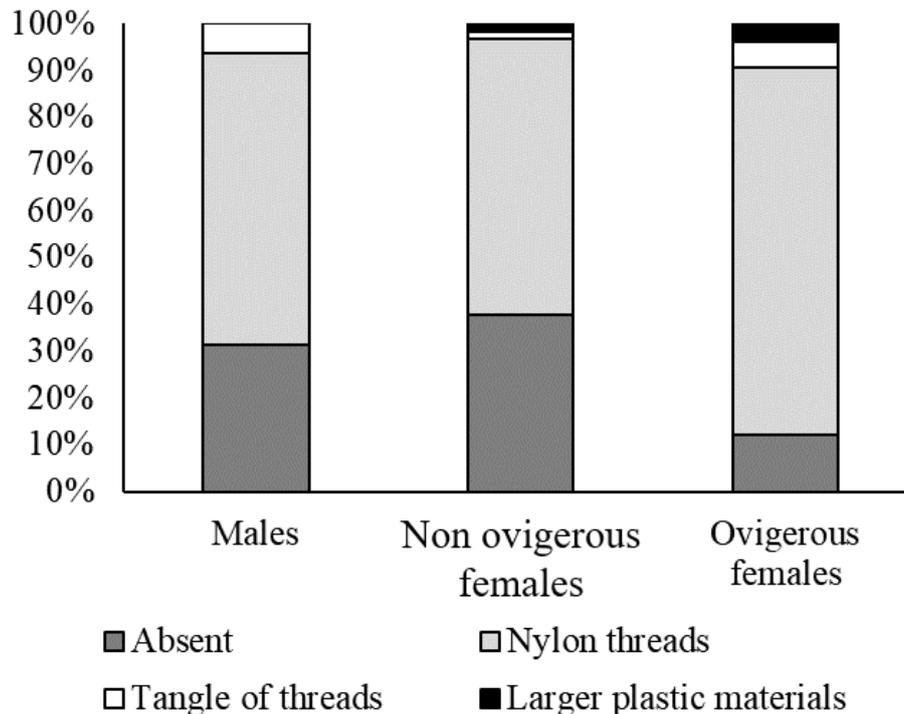


Fig. 5. Type of fishing debris found on the stomach contents of *Eriphia gonagra* sampled at Ipioca sandstone reef, Maceió, Alagoas, Brazil

DISCUSSION

High temperatures are associated with the acceleration of enzymatic activities, with the activation of proteases, which act in the digestion of animal material and contribute to the formation of DM (Carqueija & Gouvea, 1998). This may justify the large amount of undefined organic matter in the hottest months of the year (February and March). The present study confirms that *E. gonagra* has omnivorous feeding behavior (Nalesso, 1993). In addition, we highlight the possible opportunistic predator behavior, given that the species has developed well in the two regions, with their peculiar food availability conditions. The onivory is well documented for others stone crabs, including its congener species *Eriphia verrucosa* (Forskål, 1775). This occurs due to the dynamic conditions, benthic environment vulnerability and the difficulty to reach different substrates to obtain the food, making crabs seek to maximize potential food intake to meet their nutritional needs (Hill, 1976, Wear & Haddon, 1987, Pérez-

Miguel *et al.*, 2017). The large amount of DM may also reflect the advanced stage of digestion of food items preyed on the previous night, since the species that inhabit the intertidal regions generally consume more food at night (Vannini *et al.*, 1995).

The females and males of both localities, with mature gonadal stages, had stomach fullness, 25% full and 50% full. The same was found by Cristo & Cartes (1998) for *Nephrops novergicus* collected in south coast of Atlantic Portugal, which pointed out antagonism between the stages of repletion and gonadal stages, because when the gonads are very mature and occupy more space, they compress the stomach, thus avoiding to reach the completely full stomach fullness. This same characteristic was registered for *Metanephrops* sp. (Wassenberg & Hill, 1989; Orsi Relini *et al.* 1998), and for the portunid crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Mantelatto & Christofolletti, 2001).

The species, because it is omnivorous, has a very diversified diet and adapts to the conditions of the environment. Due the ecological requirements of the species found in rock shores e reefs, and the level of impacts on the environment, the biota is quite different in both ecosystems. For example, in rocky shores, Nalesso (1993) and Góes (2000) observed that *E. gonagra* has an opportunistic diet rich in mussels, algae and polychaetes in the southeastern Brazilian coast. In the present study, we observed in the region of Ipioca, with the less impacted environment, the food groups found in greater quantity and relative volume were algae (filamentous and calcareous) and mollusks (gastropods). The high rates of elements belonging to mollusks such as radulae, opercula and shell fragments suggest that a large part of this DM found in big quantities in the stomach contents of all the analyzed individuals comes from the soft portion of mollusks. Therefore, by joining the amount of shells found and facing DM as being, in biggest part, mollusks, the present study corroborates the feeding patterns found for other species of the genus *Eriphia* (Vannini *et al.*, 1995). On the other hand, for Ponta Verde, only were found spines of sea urchins and foliose algae of the genus *Ulva*, which is known as an indicator of nitrogen compounds in water and associated with intense urbanization activity (Portugal *et al.*, 2016; Vasconcelos *et al.* 2016), as observed in this area. According to Belgrad & Griffen (2016), excessive ingestion of algae and a decrease of animal tissue is associated with exposure to heavy metals.

Predation of mollusks and sea urchins has already been recorded for another species of the genus *Eriphia verrucosa* (Pérez-Miguel *et al.*, 2017) from an

experimental study in Spain. However, the amount of sea urchin spines available in the sediment and the absence of another parts of sea urchins inside the stomachs, indicates also accidental ingestion. Although the sediment contributes to mechanical digestion, they occupy space that should be filled by other food groups of higher nutritional value, as well as causing obstructions and damage to the digestive system of the species (Mantelatto & Christofolletti, 2001). Therefore, the high nutritional value of the ingested Ulvaceae algae can be used as a complement for the development of the species in the region of Ponta Verde, as it was recorded for the herbivorous grapsoid crab *Guinusia dentipes* (De Haan, 1835) by Samson *et al.* (2007). In Ipioca, the diversity of algae and animal materials is greater, so probably the nutritional need is more balanced. According to Reichmund *et al.*, 2009, crabs inhabiting clean environments normally consume quite a lot of animal material. The opposite occurs with individuals who inhabit polluted environments, which ingests mostly more algae and sediment.

The importance of algae and DM in feeding of *Eriphia gonagra* was also recorded for *Guinusia dentipes* by Samson *et al.* (2007). These results are different from those found in studies with portunids, such as *Callinectes danae* (by Branco & Verani, 1997) and *Ovalipes catharus* (White, 1843) (by Wear & Haddon, 1987), for which point and food index (FI) indicate greater importance of crustaceans and mollusks. For *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785), Mantelatto & Petracco (1997) observed that, when using the point method, the contribution in crustacean volume and DM were the most expressive among the stomach contents, as well as the found by Mantelatto & Christofolletti (2001) for *Callinectes ornatus* Ordway, 1863.

According to Williams (1982), after leaving their old carapace, crabs ingest large abundance of mollusk shells and calcareous materials to replenish the nutritious supplies needed to form a new rigid carapace. The species focused on the Williams study, the swimming crab *Portunus (Portunus) pelagicus* (Linnaeus, 1758), fills the stomach with a lot of limestone and little organic matter, the same was observed by Hill (1976) with *Scylla serrata* (Forskål, 1775).

According to Lattin *et al.* (2004), the 20 cm above the substrate contains a greater abundance of plastic debris than the rest of the water column and tend to accumulate in the sediment. The ovigerous females of Ipioca had greater amount of plastic ingested probably by the increase of the alimentary activity to supply the need of the eggs, which caused accidental ingestion of these debris. Post-molt individuals also

had an increase in the amount of plastic found, for the same reason, as the plastic ends up being accumulated in the oceanic sediment, becoming bioavailable to benthic animals. Similar plastic material, specially nylon threads, was found in the stomach contents of *Nephrops norvegicus* at Clyde Sea by Murray & Cowie, (2011), of the stomach contents of three species of Gerreidae fish, in Goiana, Pernambuco, Brazil (Ramos *et al.*, 2012), and of the deep-sea shrimp *Aristaeopsis edwardsiana* (Johnson, 1868), in southern Brazil, by Rezende *et al.* (2011).

Despite the wide distribution of microplastic in various places of the planet through the sea currents, the Ipioca region showed large amount of plastic waste probably due to improper disposal of their fishing objects and decomposition of fishing weir without maintenance of the area, leaving nylon threads available for intake. The presence of fishery artefacts in the environment was also reported by Slip & Burton (1991) for the Heard and Macquaire islands in the Pacific, which highlight the damage that these materials can cause to large and small species.

In conclusion, despite the considerable frequency of plastics in the stomachs, the food index indicates that plastics have low values in relation to the total volume of food found of the stomachs of *E. gonagra*. This shows that the species has been suffering with residues of anthropic activities at Ipioca, and although is not a mortality factor right now, may be in the future if the amount of trash increase on the environment. At Ponta Verde the individuals had the food spectrum altered due the polluted environment. Pollution studies provide subsidies for the creation of new areas of preservation, alert the need for greater control and management by the environmental agencies, and encourage education and awareness activities of the population for the conscious use of plastic and recycling actions.

4.2 Comportamento alimentar de *Eriphia gonagra* (Decapoda: Eriphiidae) em campo e seleção de presas em laboratório

Resumo: O objetivo deste estudo foi observar o padrão de comportamento alimentar de *Eriphia gonagra* em campo e detectar preferências alimentares em experimentos de oferta laboratorial. O comportamento alimentar dos indivíduos em campo foi observado através de um binóculo a cerca de 10 metros de distância. Foram coletados alguns indivíduos para experimentos de oferta alimentar em laboratório, que foram alocados vivos em aquários individuais ao ar livre. Após um dia sem alimentação, foram ofertados grupos de alimentos encontrados no local de coleta como algas, moluscos, poliquetas e outros crustáceos, em grupos de 3, a cada 12h. Nestes experimentos foram considerados os tipos de presa escolhidos. No fim do experimento os indivíduos foram postos juntos para observar a interação entre eles por 24h para observar possíveis interações e, em seguida, foram devolvidos ao ambiente natural. Em campo, os indivíduos que estavam em atividade alimentar foram encontrados nas bordas das tocas em 91.25% das vezes, alimentando-se da cobertura algal do recife (58.75%) ou de moluscos (33.5%). Os 7.75% restantes estavam em partes mais secas e altas dos recifes, alimentando-se de algas. O hábito críptico desta espécie fica assim bastante evidenciado, tendendo os indivíduos a alimentar-se próximo a locais onde possam se esconder e defender-se de predadores. Em laboratório, a preferência de *Eriphia gonagra* foi pelas algas ofertadas, preferindo estes itens a presas móveis como moluscos, ouriços e poliquetas. As fêmeas apresentaram comportamento canibal, possivelmente por disputa territorial ou estresse do ambiente laboratorial.

Palavras-chave: oferta alimentar, caranguejo, recifes areníticos, alimentação.

INTRODUÇÃO

Os crustáceos estão entre os grupos com maior diversidade catalogada na natureza, e habitam desde ambientes terrestres, estuarinos e de água doce, além dos marinhos. Em substratos consolidados, estes organismos participam também dos processos dinâmicos na composição da biota do substrato onde vivem, pois realizam atividades predatórias sobre indivíduos incrustantes, o que libera o espaço em recifes areníticos e costões rochosos para a instalação de novas espécies (Moreno e Rocha 2012). Além da predação

ativa, os crustáceos também se alimentam através da suspensivoria e podem apresentar hábitos detritívoros, onívoros, herbívoros e até canibais (Carqueija e Gouvêa 1998). Muitos estudos foram feitos registrando a alimentação de espécies de crustáceos em campo, através de observações das atividades (Hartnoll 1965, Crane 1974, Vannini *et al.* 1995). Também são numerosos os experimentos de oferta alimentar em laboratório e estudos sobre hábito alimentar, como a comparação da alimentação entre anfípodes antárticos em experimentos de laboratório (Klages e Gutt 1990), isópodes do infralitoral que habitam macroalgas na Espanha (Arrontés 1990), anfípodes e isópodes de uma região de supralitoral da América do Norte (Pennings *et al.* 2000), bem como as estratégias alimentares de decápodes de águas profundas (Cartes 1998). Alguns trabalhos foram realizados com braquiúros para verificar a preferência alimentar, como o estudo de Brousseau e Baglivo (2005), que investigou a seleção de presas animais e algais do varunideo *Hemigrapsus sanguineus* (De Haan, 1835). A espécie de caranguejo recifal *Eriphia sebana* (Shaw e Nodder, 1803) também foi analisada em laboratório por Zipser e Vermeij (1978).

Segundo a literatura, o hábito alimentar dos caranguejos do gênero *Eriphia* é predação e oportunismo (Reese 1969, Crane 1974, Reynolds e Reynolds 1977, Zipser e Vermeij 1978, Vannini *et al.* 1995, Pérez-Miguel *et al.* 2017). *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) teve a alimentação avaliada por Nalesso (1993) e Góes (2000), que estudaram a alimentação da espécie em estudos realizados em costões rochosos em São Paulo, sudeste do Brasil. Além da alimentação, *E. gonagra* teve diversos aspectos de sua ecologia estudados em costões rochosos ou recifes biogênicos (Fransozo 1987, Góes e Fransozo 1997, Goés e Fransozo 1998, Góes e Fransozo 2000, Goés *et al.* 2005, Andrade *et al.* 2014, Teixeira *et al.* 2017). As informações sobre a ecologia da espécie em recife arenítico estão contempladas no estudo de Araújo *et al.* (2016), que estudou aspectos populacionais da espécie em Pernambuco, em um recife de arenito.

Para determinar o tipo de alimentação, são necessários mais mecanismos do que simples observações de campo, como avaliação do conteúdo estomacal, principalmente para espécies de hábito noturno ou que vivam em ambiente de difícil acesso (Laughlin 1982, Oliveira *et al.* 2006, Santana *et al.* não publicado). As alterações morfológicas são reflexo da evolução associada a determinados tipos de alimento ingerido, apesar de darem excelentes pistas, não são autossuficientes no estudo da alimentação. Portanto, o

presente estudo foi realizado com o intuito de unir as técnicas de análise alimentar, descrevendo a alimentação da espécie de caranguejo recifal *Eriphia gonagra* em campo, num ecossistema recifal no nordeste do Brasil, e relacionando estes dados com experimentos em laboratório para obter informações mais consistentes sobre a alimentação da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição de área

A praia de Ipioca (9°31'55"S 35°35'31"W) está localizada no limite norte do litoral da cidade de Maceió, Alagoas, Brasil (Figura 6). O clima da região é tropical quente e úmido - As' (Köppen 1948) (com chuvas de outono - inverno), com média de dois meses secos (Novembro e Dezembro) (Alagoas 1979). Nesta área, há a desembocadura de dois rios: Ipioca e Pescaria e um rio de pequeno porte entre eles, conhecido como Rio da Lancha. A área possui intensa atividade pesqueira que gera resíduos plásticos, através do descarte inapropriado das redes de pesca e da falta de manutenção de currais de pesca que podem gerar estrangulamento e obstrução do trato digestivo por ingestão (Laist 1997, Derraik 2002, Matsuoka *et al.* 2005). A região possui recifes areníticos que ficam expostos na maré baixa, onde estão uma diversidade considerável de espécies das regiões entre-marés. Por possuir estas formações recifais, a praia é protegida e formam-se piscinas naturais o que, além da região estar afastada de áreas de grande concentração urbana, atraem os turistas. No entanto, mesmo com iniciativas de conscientização da população, a atividade turística é responsável pelo abandono de lixo nas praias, como utensílios descartáveis.

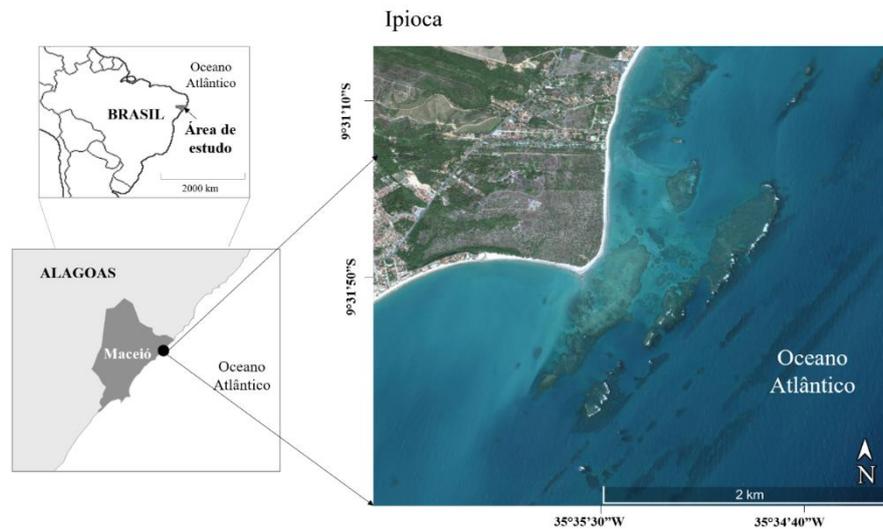


Fig. 6. Localização da área de estudo em Ipioca, Maceió, Alagoas, Brasil.

Observação do comportamento alimentar em campo

As observações de campo foram realizadas mensalmente entre Setembro/2015 e Agosto/2016. Durante a baixa-mar diurna, foram feitas observações antes da captura dos indivíduos, a uma distância mínima de 10 m, com o auxílio de um binóculo, sendo registrados comportamento de atividade alimentar em seu habitat natural (Altmann 1974), e alguns campos foram feitos à noite. A distância foi mantida pois, com a perturbação do ambiente causada pela aproximação, os indivíduos tendem a esconder-se para proteção. Foi utilizado o teste do qui-quadrado (χ^2) ($\alpha = 0,05$), para verificar a ocorrência de diferenças significativas entre os sexos na frequência cada item alimentar consumido. Após as observações os indivíduos foram coletados e mensurados com um paquímetro digital, de precisão 0.001 mm. Os indivíduos juvenis foram definidos como os indivíduos com largura de carapaça inferior ao tamanho de maturidade sexual da espécie descrita por Araújo *et al.* (2016), sendo aproximadamente 14.50 mm para os machos e 15.70 mm para as fêmeas.

Experimento de oferta alimentar

Para o experimento de oferta, as coletas foram realizadas no mês de Março/2017 em três ocasiões. Foram coletados seis indivíduos adultos, dois machos na primeira saída a campo, um macho e uma fêmea na segunda e duas fêmeas na terceira, de tamanhos semelhantes entre si e armazenados em recipientes plásticos para transporte contendo

água do ambiente. De acordo com o que foi observado do comportamento alimentar em campo, também foram coletados itens que estavam sendo predados, nas proximidades das fendas onde os indivíduos foram vistos.

Os indivíduos foram mensurados com um paquímetro de precisão 0.01 mm e dispostos em aquários individuais (40x45x50 cm) com água coletada *in loco* em temperatura ambiente, ar livre para as análises de oferta e preferência alimentar. Os itens a serem ofertados ficaram em um aquário único com aeradores, para mantê-los vivos e frescos. Cada aquário foi equipado com um sistema de recirculação de água, com aeração constante e filtração contínua através de cascalho e conchas de ostras quebradas postos no aquário (Pontes e Arruda 2005). Rochas que ultrapassaram a linha d'água foram distribuídas nos aquários, já que os animais possuem hábito críptico, e para poderem ficar na superfície eventualmente (Figura 7).



Fig. 7. Aquários para etapa de oferta de alimento realizada em laboratório com a espécie *Eriphia gonagra* com itens alimentares já dispostos no aquário.

Para esta etapa do estudo, foi utilizado um total de 12 dias, nos quais foram coletados 3 pares de indivíduos por vez, submetidos a um dia em jejum, para a eliminação do alimento contido no trato digestivo no momento da coleta, e três dias de oferta alimentar. Foram ofertados itens animais e vegetais encontrados no ambiente recifal do qual os espécimes foram retirados, para observar qual a preferência alimentar. Junto com os grupos alimentares de oferta, foi depositado sedimento no aquário, que também consta na literatura como item alimentar, e os outros itens ofertados estão listados na Figura 8.

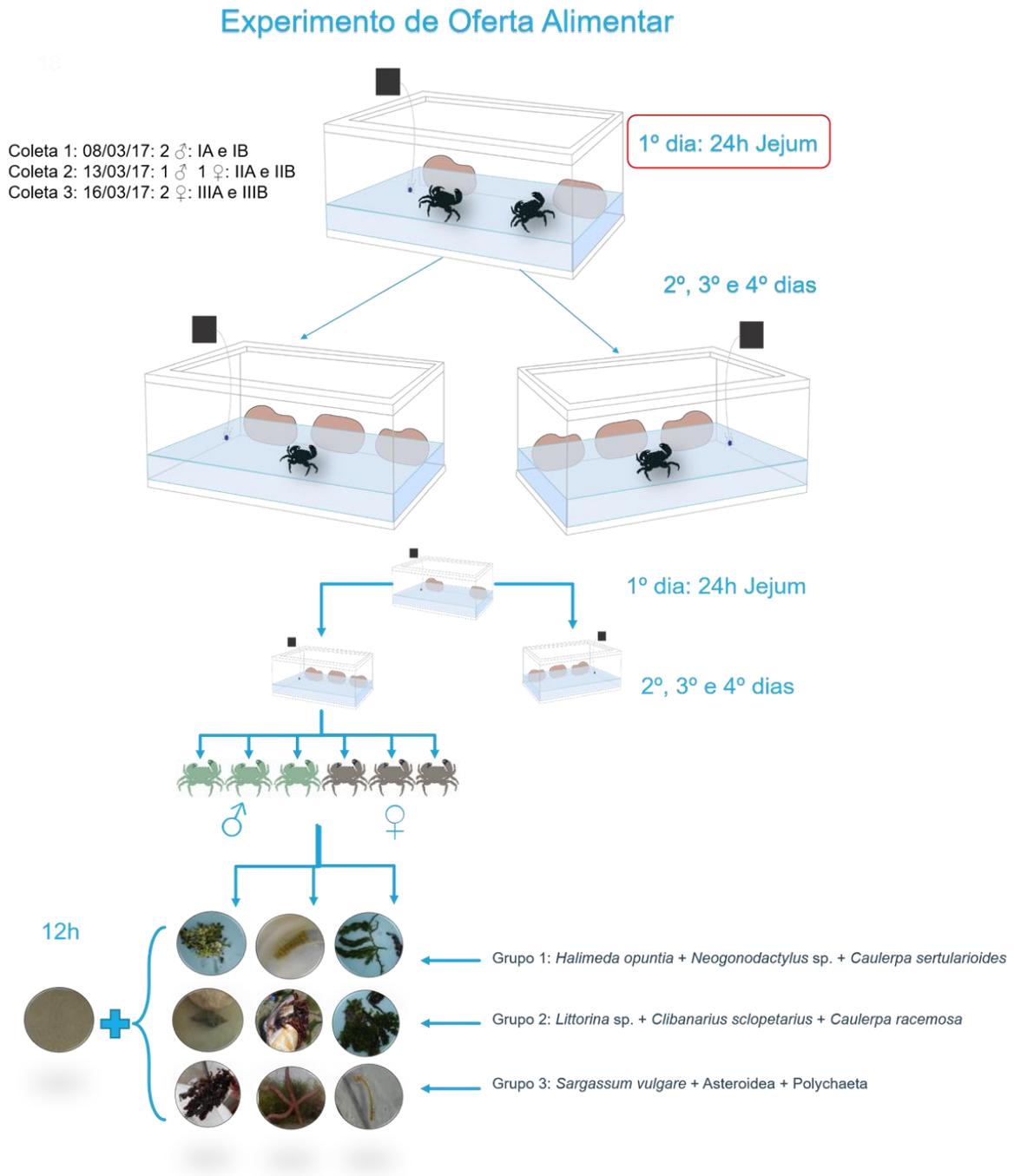


Fig. 8. Esquema do experimento de oferta alimentar com espécimes de *Eriphia gonagra* coletados em Ipioca, Maceió, Alagoas, Brasil.

Após os experimentos, os indivíduos foram devolvidos ao ambiente natural. Foram utilizados para este experimento dois indivíduos machos (IA e IB) no primeiro grupo entre os dias 1-4, o segundo grupo de indivíduos (entre os dias 5-8) tinha um macho e uma fêmea (IIA e IIB) e o terceiro (entre os dias 9-12), duas fêmeas (IIIA e

IIIB). No primeiro dia de oferta de cada grupo, após o período de aclimação no aquário e de limpeza do sistema digestivo, foi ofertado o primeiro conjunto alimentar que consistiu em um estomatópode do gênero *Neogonodactylus* Manning, 1995, e nas algas verdes *Caulerpa sertularioides* (S.G.Gmelin) M.Howe e *Halimeda opuntia* (Linnaeus) J.V.Lamouroux. No dia seguinte, foram ofertados um gastrópode do gênero *Littorina* Férussac, 1822, o ermitão *Clibanarius sclopetarius* (Herbst, 1796) e a alga parda *Sargassum vulgare* (C. Agardh) e, no terceiro, dia a alga verde *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J.Agardh, estrela-do-mar e um poliqueta. Todos os animais foram mantidos vivos em um aquário a parte, e assim ofertados a cada 12 horas, quando a posição dos itens foi trocada para evitar preferência por algum local específico dos aquários. Nos experimentos foram considerados os tipos de presa. Após os experimentos, os indivíduos foram identificados com linhas coloridas amarradas a carapaça (Figura 9) e colocados no mesmo aquário para observar a interação entre eles por 24h e possível cópula, e logo após foram devolvidos ao ambiente.



Fig. 9. Indivíduo (IIIA) fêmea de *Eriphia gonagra* identificado com linha de identificação laranja em experimento de oferta alimentar em laboratório.

RESULTADOS

Observações do comportamento alimentar em campo

Foram observados 168 indivíduos, sendo 106 machos e 62 fêmeas no habitat natural, dos quais 80 indivíduos (47 machos e 33 fêmeas) estavam em atividade alimentar ou em forrageio. Os indivíduos juvenis representaram apenas 10.71% (18 espécimes) do total e apenas dois, um macho e uma fêmea, estavam ingerindo alimento durante as observações. Os espécimes observados apresentaram dois padrões de comportamento alimentar: herbivoria (macroalgas) e predação de moluscos (Figura 10). Não foi constatada variação significativa na alimentação em campo entre os sexos (χ^2 : 0.22). Em 91.25% das vezes, os indivíduos estavam se alimentando da cobertura algal do recife nas bordas das tocas (58.75%) ou de moluscos gastrópodes (33.5%). Os 7.75% restantes estavam em partes mais secas e altas dos recifes, alimentando-se de algas.

Durante o dia, indivíduos juvenis não foram encontrados fora de fendas no recife, e quando observados em atividade alimentar, estavam ingerindo macroalgas nas bordas das tocas, ou moluscos gastrópodes que se encontravam dentro das tocas. Com a perturbação causada pela aproximação humana, os indivíduos imediatamente interrompiam suas atividades alimentares para esconder-se em abrigos naturais mais próximos. Em algumas ocasiões, os indivíduos levaram consigo algas para as fendas, mas não foi observado o mesmo comportamento com presas animais. À noite, no entanto, foram registradas ocasiões de cópula e a presença de indivíduos predando moluscos em regiões onde não haviam fendas para se esconder.

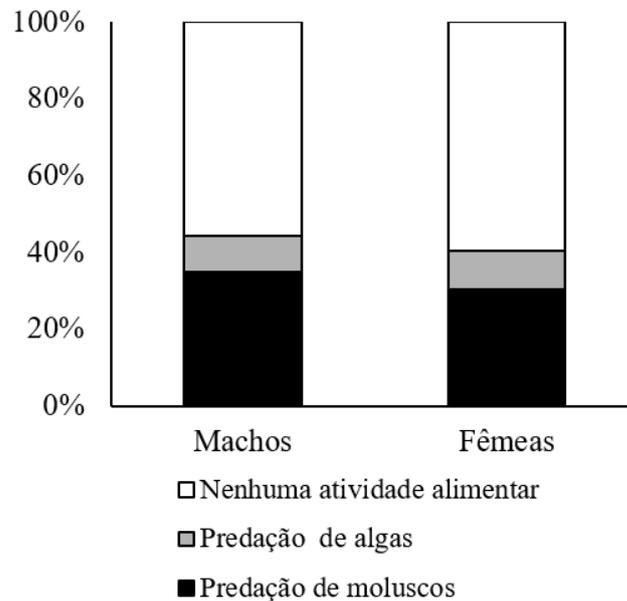


Fig. 10. Frequência de ocorrência dos tipos de comportamento alimentar de *Eriphia gonagra* nos recifes de Ipioca, Maceió, Alagoas.

Experimento de oferta alimentar em laboratório

Todos os indivíduos, com exceção de IIA, consumiram as algas em todos os momentos de oferta, independentemente do local no aquário onde as algas estavam localizadas (Tabela 5.1). No segundo dia, o indivíduo IIB consumiu também *Littorina* sp. onde com a quebra maior segurou a concha e com a menor retirou a parte mole do molusco, levando em direção as peças bucais, assim como os indivíduos IIIA e IIIB. A estrela do mar, o poliqueta e o ermitão *C. sclopetarius* foram não foram selecionados por nenhum caranguejo durante a oferta. Houve um momento de embate físico entre o indivíduo IIIA e o estomatópode, no qual este último se refugiou em fendas nas rochas dispostas no aquário. No momento em que os caranguejos observados estiveram todos juntos no mesmo aquário, os indivíduos de menor porte se esconderam nas fendas e sob as rochas e de lá não saíram, até o fim do experimento. As fêmeas IIIA e IIIB e o macho IB, entraram em embate onde IIIB arrancou três pereópodos da fêmea IIIA e dois pereópodos e o quelípodo esquerdo do macho IB, e o canibalismo foi registrado (Figura 11). Em momento nenhum o indivíduo IIA foi visto ingerindo qualquer tipo de alimento, o que eventualmente levou a sua morte. Quando dissecado, foi encontrado um fragmento de sacola plástica na câmara pilórica do estômago (porção final do estômago, situa da entre o intestino médio e a câmara cardíaca do estômago) (Figura 12).



Fig. 11. Fêmea de *Eriphia gonagra* (IIIB) ingerindo pereópodos (indicados com seta) de outra fêmea da mesma espécie (IIIA).

TABELA 7

Preferências alimentares de indivíduos de *Eriphia gonagra*, após a realização do experimento de oferta laboratorial

Indivíduo	Sexo	LC(mm)	1ª oferta	2ª oferta	3ª oferta
IA	♂	19.12	<i>Caulerpa sertularioides</i>	<i>Sargassum vulgare</i>	<i>Caulerpa racemosa</i>
IB	♂	20.34	<i>C. sertularioides</i>	<i>S. vulgare</i>	<i>C. racemosa</i>
IIA	♂	19.29	-	-	-
IIB	♀	19.48	<i>Halimeda opuntia</i>	<i>Littorina</i> sp. e <i>S. vulgare</i>	<i>C. racemosa</i>
IIIA	♀	19.97	<i>C. sertularioides</i> e <i>H. opuntia</i>	<i>Littorina</i> sp. e <i>S. vulgare</i>	<i>C. racemosa</i>
IIIB	♀	20.02	<i>C. sertularioides</i>	<i>Littorina</i> sp. e <i>S. vulgare</i>	<i>C. racemosa</i>



Fig. 12. Fragmento plástico encontrado no estômago do indivíduo de *Eriphia gonagra* IIA em experimento em laboratório.

DISCUSSÃO

Alguns padrões de comportamento alimentar encontrados nos caranguejos de Ipioca, também foram observados para a mesma espécie por Nalesso (1993) em costões rochosos em São Paulo em todos os estudos com caranguejos do gênero, como por exemplo: ingestão de alga, predação de moluscos e arrastar a presa a fenda no recife. O comportamento de predação de moluscos observado no presente estudo envolvia espécies de gastrópodes, diferente das espécies de bivalves manipuladas por *E. gonagra* no estudo de Nalesso. Provavelmente isto está relacionado à diferença entre as espécies que habitam costões rochosos e recifes areníticos, e a própria variação nas espécies causada pela localização geográfica das áreas de estudo. A quebra adaptada para ingestão de moluscos é uma característica dos caranguejos pertencentes a superfamília Eriphioidea como *Menippe nodifrons* (Reynolds e Reynolds 1977, Zipser e Vermeij 1978, Madambashi *et al.* 2005). Em ambos os estudos, os animais não se afastavam muito de tocas e fendas para alimentar-se, ressaltando o hábito críptico da espécie como tática de defesa. Nalesso (1993) também descreve mais 18 tipos de atividade alimentar, em observações diurnas e noturnas e aponta que a espécie é mais ativa à noite. Conforme o relatado por Pearson e Olla (1977), os crustáceos localizam o alimento através de quimiorreceptores nas antênulas, portanto não precisam da luz para localizar a presa.

Desde o início dos estudos com alimentação, a relação entre a predação de moluscos por crustáceos foi bastante documentada (Hartnoll 1965, Wong 2013) pois estes animais estão presentes em abundância nos ambientes aquáticos. A disponibilidade de algas de alto valor nutricional no ambiente recifal também auxiliam a complementação da nutrição. A preferência por algas e moluscos em *Eriphia gonagra* está associada ao oportunismo e escolha de indivíduos que estejam próximos a borda das tocas, migrando de toca quando acaba o alimento próximo a ela. Conforme o relatado no primeiro capítulo, apesar da maior parte da alimentação ter sido de algas, o material digerido pode ser referente a parte mole dos moluscos, já que foram encontrados diversos opérculos e rádulas, conferindo à espécie o hábito de predação de moluscos que já foi relatado para outras espécies de *Eriphia* (Reese 1969, Crane 1974, Reynolds e Reynolds 1977, Zipser e Vermeij 1978, Vannini *et al.* 1995, Pérez-Miguel *et al.* 2017). Experimentos realizados com *Hemigrapsus sanguineus* mostraram que a espécie, também onívora, prefere presas animais a algas. Os caranguejos podem adotar uma dieta mais oportunista para reduzir o tempo de forrageamento e minimizar o risco de predação quando se sentem ameaçados (Stachowicz e Hay, 1999), o que explica a preferência em laboratório de algas que necessitam de um tempo menor de manipulação que os moluscos para serem ingeridas e portanto, em condições de estresse, podem ser uma melhor e nutritiva opção. O ambiente em laboratório, mesmo que simulando condições naturais, ainda não é o oceano, portanto pode gerar estresse nos animais. Outro tipo de estresse associado à alteração na alimentação foi relatado por Belgrad e Griffen (2016) para o siri *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 que ao apontar poluição química da água por metais pesados, também notou a troca de preferência alimentar de material animal para algas.

Tanto de dia como de noite os indivíduos submetidos a oferta alimentar ingeriram maior quantidade de algas. No entanto, em campo, a predação de moluscos se sobressaiu a herbivoria. Nas bordas das fendas nas quais os indivíduos que ingeriram moluscos estavam próximos havia baixa diversidade de algas, portanto, os moluscos que se aproximavam das tocas eram predados em resposta à alimentação oportunista. A predação de caranguejos por indivíduos da mesma espécie geralmente ocorre em momentos pós-muda dos indivíduos predados, conforme o também observado por Lovrich e Sainte-Marie (1997) para o majóideo *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius, 1788). Porém, no decorrer do ano de observações de campo, não foi registrada predação

de *E. gonagra* pela própria espécie. Isso se deve ao comportamento críptico que fica mais evidenciado em períodos pós-muda, por proteção (Andrade *et al.* 2014). O comportamento dos caranguejos juvenis de se refugiar nas rochas também foi registrado por Crane (1974) para a espécie congênere *Eriphia squamata* Stimpson, 1859 como medida de fuga e defesa do embate com caranguejos de maior porte. A predação geralmente ocorre entre indivíduos grandes e mais forte sobre os mais fracos e menores, o que regula a densidade populacional da espécie (Hines e Ruiz 1995). Em laboratório, os indivíduos predados não tinham acabado de realizar a ecdise e estavam em seu período intermudas. Portanto, o comportamento canibal em laboratório pode estar associado a estresse das condições laboratoriais ou disputa por território. Na literatura, não havia até então registro de canibalismo por *E. gonagra*, porém tal comportamento já tinha sido descrito por Vannini *et al.* (1995) que constatou a ingestão de juvenis por adultos de *Eriphia smithi*.

Após a conclusão deste estudo de comportamento, podemos inferir que a espécie é onívora oportunista, o que corroborou com os estudos realizados anteriormente com a alimentação da espécie. Durante o dia, *E. gonagra* apresenta preferência por presas sésseis ou sedentárias, próximas aos locais onde se escondem. Sendo assim a espécie facilita a sucessão ecológica dos recifes e costões rochosos onde vivem, tendo importância na distribuição espacial da biota recifal, e apresentando-se como elemento chave na teia trófica recifal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do observado no presente estudo, a alimentação da espécie não varia muito entre indivíduos que habitam costões rochosos e recifes areníticos. Os itens alimentares encontrados nos estômagos dos indivíduos em Ipioca e Ponta Verde chamam atenção para alterações claras derivadas dos impactos antrópicos que as regiões sofrem. Em Ipioca foi observada uma dieta diversificada de algas e material animal, porém houve a ingestão de itens plásticos como sacola e isopor. Já na Ponta Verde, a alimentação vegetal foi registrada com apenas uma alga específica, que é indicadora de ambientes poluídos. Nos conteúdos estomacais das fêmeas ovígeras foi observado grande quantidade de alimento, em sua maioria animal, para suprir as necessidades nutritivas dos ovos. Os indivíduos em pós-muda também apresentavam estômago totalmente repleto, porém com grande quantidade de material calcário. Em campo a espécie foi vista ingerindo algas e moluscos. Apesar do comportamento predador, durante o dia a espécie não apresentou grandes deslocamentos para realizar o forrageamento, indo a manchas alimentares próximas as fendas para facilitar sua fuga em caso de aproximação de predadores. Este tipo de comportamento é característico da atividade alimentar diurna, pois à noite os indivíduos foram observados um pouco mais longe das fendas, utilizando da escuridão para alimentar-se e realizar cópulas, protegidos visualmente de predadores e da dessecação pelo sol.

Em laboratório, foram escolhidas mais algas que moluscos nos experimentos de oferta alimentar, e quando foram colocados todos juntos foi registrado pela primeira vez comportamento canibal para a espécie. O único parâmetro abiótico que foi relacionado à alimentação foi a temperatura da água, pois nos meses mais quentes os conteúdos estomacais tinham material digerido como maior valor de índice alimentar, o que corrobora com estudos que indicam que altas temperaturas ativam enzimas endógenas, acelerando a digestão do material ingerido. A ingestão de plástico pelos indivíduos de *Eriphia gonagra* de Ipioca mostrou-se danosa, pois apesar de não terem sido encontrados indivíduos mortos em campo por causa dos plásticos na alimentação, nos experimentos de laboratório foi registrado um óbito por falta de alimentação causada pela falsa sensação de saciedade derivada do entupimento do intestino médio.

REFERÊNCIAS

ALAGOAS, GOVERNO DO ESTADO. **Estudo, enquadramento e classificação de bacias hidrográficas de Alagoas**. Convênio SEMA-SUDENE-SEPLAN. Maceió, AL. p. 341-347. 1979.

ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, v. 49, n. 3, p. 227-266. 1974.

ANDERSEN, J. H.; BERZAGHI, F.; CHRISTENSEN, T.; GEERTZ-HANSEN, O.; MOSBECH, A.; STOCK, A.; ZINGLERSEN, K. B.; WISZ, M. S. Potential for cumulative effects of human stressors on fish, sea birds and marine mammals in Arctic waters. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 184, p. 202-206. 2017.

ANDRADE, L. S.; GOÉS, J. M.; FRANSOZO, V.; ALVES, D. F. R.; TEIXEIRA, G. M.; FRANSOZO, A. Differential habitat use by demographic groups of the redfinger rubble crab *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781). **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 3, p. 597-606. 2014.

ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n.8, p. 1596-1605. 2011.

ARAGONÉS, L.; LÓPEZ, I.; PALAZÓN, A.; LÓPEZ-ÚBEDA, R.; GARCÍA, C. Evaluation of the quality of coastal bathing waters in Spain through fecal bacteria *Escherichia coli* and *Enterococcus*. **Science of The Total Environment**, v. 566, p. 288-297. 2016.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S. (2016) Dieta indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 10, n. 5, p. 74-81. 2016.

ARAÚJO, M. S. L. C.; AZEVEDO, D. S.; LIMA SILVA, J. V. C. L.; PEREIRA, C. L. F.; CASTIGLIONI, D. S. Population biology of two sympatric crabs: *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850) (Brachyura, Grapsidae) and *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Brachyura, Eriphidae) in reefs of Boa Viagem beach, Recife, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 11, n.3, p. 197-210. 2016.

ARRONTÉS, J. Diet, food preference and digestive efficiency in intertidal isopods inhabiting macroalgae. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 139, n. 3, 231-249. 1990.

BAPTISTA-NETO, J. Á.; WALLNER-KERSANACH, M.; PATCHINEELAM, S. M. **Poluição marinha**. Rio de Janeiro (RJ): Interciência. 2008.

BARKER, P. L.; GIBSON, R. Observations on the structure of the mouthparts, histology of the alimentary tract, and digestive physiology of the mud crab *Scylla serrata* (Forskål) (Decapoda: Portunidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 32, n. 1, p. 177-196. 1978.

BARROS, F.; COSTA, P. C.; CRUZ, I.; MARIANO, D. L.; MIRANDA, R. J. Habitats Bentônicos na Baía de Todos os Santos. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 5, p. 551-565. 2012.

BARROS, S. D. P.; COBO, V. J.; FRANSOZO A. Feeding habits of the spider crab *Libinia spinosa* H. Milne Edwards, 1834 (Decapoda, Brachyura) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 2, p. 413-417. 2008.

BELGRAD, B. A.; GRIFFEN, B. D. The Influence of Diet Composition on Fitness of the Blue Crab, *Callinectes sapidus*. **PloS one**, 11(1), e0145481. 2016.

BRANCO, J.O.; VERANI, J.R. (1997) Dinâmica da alimentação natural de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.14, n.4, p. 1003-1018. 1997.

BRÖSING, A. Recent developments on the morphology of the brachyuran foregut ossicles and gastric teeth. **Zootaxa**, v. 2510, n.1, p. 1-44. 2010.

BROUSSEAU, D. J.; BAGLIVO, J. A. Laboratory investigations of food selection by the Asian shore crab, *Hemigrapsus sanguineus*: algal versus animal preference. **Journal of Crustacean Biology**, v. 25, n. 1, p. 130-134. 2005.

CAINE, E.A. Feeding of *Ovalipes guadulpensis* (Saussure) (Decapoda: Brachyura: Portunidae) and morphological adaptations to a burrowing existence. **The Biological Bulletin**, v. 147, n. 1, p.550-559. 1974

CALADO, T. C. S. **Taxonomia e biogeografia da Superfamília Hippoidea no Brasil. 1987.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1987.

CAMARGO, J. M. R.; ARAÚJO, T. C. M. D.; MAIDA M.; USHIZIMA, T. M. Morfologia da plataforma continental interna adjacente ao município de Tamandaré, sul de Pernambuco-Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 25, p. 79-89. 2007.

CARQUEIJA, C.R.G.; GOUVÊA, E.P. Hábito alimentar de *Callinectes larvatus* Ordway (Crustacea, Decapoda, Portunidae) no manguezal de Jiribatuba, Baía de Todos os Santos, Bahia. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 1, 273-278. 1998.

CARTES, J. E. (1998). Dynamics of the bathyal Benthic Boundary Layer in the northwestern Mediterranean: depth and temporal variations in macrofaunal–megafaunal communities and their possible connections within deep-sea trophic webs. **Progress in Oceanography**, v. 41, n. 1, 111-139.

CARVALHO-SOUZA, G. F.; TINÔCO, M. S. Avaliação do lixo marinho em costões rochosos na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 11, n. 1, p. 135-143. 2011.

CAVALCANTE, F. R. B; BORGES, S. C. A.; CRISPIM, E. F.; AMARAL, F. D. Checklist e abundância dos cnidários nos ambientes recifais de Maragogi, Alagoas. **Tropical Oceanography**, v. 42, n. 2, p. 208-217, 2014.

CHARTOSIA, N.; KOKOURAS, A. Spatial and seasonal differences in the diet of *Portumnus lysianassa* (Herbst, 1796) (Decapoda, Portunidae). **Crustaceana**, v. 82, n. 10, p. 1287- 1306. 2009.

CORREIA, M. D. **Distribuição espacial dos organismos macrobentônicos no recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas, Brasil.** 194 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo. 1997.

CORREIA, M. D.; SOVIERSOZKI, H. H. Gestão e Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira do Estado de Alagoas, Brasil **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 25-45. 2008.

CRANE, J. (1947). Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. XXXVIII. Intertidal brachygnathous crabs from the west coast of tropical America with special reference to ecology. **Zoologica, N.Y.**, v. 32, p. 69-95. 1974.

CRISTO, M.; CARTES, J. E. A comparative study of the feeding ecology of *Nephrops norvegicus* L. (Decapoda: Nephropidae) in the bathyal Mediterranean and the adjacent Atlantic. **Scientia Marina**, v. 62, n. S1, p. 81-90. 1998.

D'AGOSTINHO, A.; FLUES, M. Determinação do Coeficiente de Distribuição (Kd) de Benzo(a)Pireno em Solo por Isotermas de Sorção. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 657-661. 2006.

DANA, J. D. Conspectus crustaceorum, etc., Conspectus of the Crustacea of the Exploring Expedition under Capt. Wilkes, USN, including the Paguridea, continued, the Megalopidea, and the Macroura. Paguridea, continued, and subtribe Megalopidea. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia**, v. 6, p. 6-28. 1852.

DE HAAN, W. **Crustacea**. In: Ph. F. Von Siebold, Fauna Japonica Sive Descriptio Animalium, quae in Itinere per Japoniam, Jussu et Auspiciis Superiorum, qui Summum in India Batava Imperium Tenent, Suscepto, Annis 1823-1830 Collegit, Notis, Observationibus et Adumbrationibus Illustravit: i-xvii, i-xxxii, ix-xvi, 243p. 1835.

DEPLEDGE, M. H.; BJERREGAARD, P. Haemolymph protein composition and copper levels in decapod crustaceans. **Helgoländer Meeresuntersuchungen**, v. 43, n. 2, p. 207. 1989.

DERRAIK, J. G. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 44, n.9, p. 842-852. 2002.

DEVI, P.L.; NAIR, D.G.; JOSEPH, A. Habitat ecology and food and feeding of the herring bow crab *Varuna litterata* (Fabricius, 1798) of Cochin backwaters, Kerala, India. **Arthropods**, v. 2, n. 4, p. 172-188. 2013.

FABRICIUS, J.C. **Species Insectorum exhibentes forum Differentias specificas, Sinónima auctorum, Loca Natalia, Metamorphosin adiectis Observationibus, Descriptionibus**. Hamburgi et Kolonii: Hafniae. 552 pp. 1781.

FABRICIUS, J.C. **Entomologia systematica emendata et aucta. Secundum classes, ordines, genera, species adjectis synonymis, locis, observationibus, descriptionibus.** Vol. 2. Hafniae: Proft et Storch. 519 pp. 1793.

FABRICIUS, J.C. **Supplementum Entomologiae Systematicae.** Hafniae: Proft et Storch. 572 pp. 1798.

FELGENHAUER, B. E. **Internal anatomy of the Decapoda: an overview.** In: HARRISON, F. W.; HUMES, A. G. (Ed.) Microscopic anatomy of invertebrates. New York: Wiley-Liss, Inc. 1992. Volume 10: Decapod Crustacea, p. 45-75.1992.

FERREIRA, L.S.; BARROS, A.; BARUTOT, R.A.; D'INCAO, F. Comparação da dieta natural do siri-azul *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) em dois locais no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. **Atlantica, Rio Grande**, v. 33, n. 2, p. 115-122. 2011.

FORSKÅL, P. **Descriptiones Animalium Avium, Amphibiorum, Piscium, Insectorum, Vermium; quæ in Itinere Orientali Observavit Petrus Forskål. Hauniaë (=Copenhagen): Mölleri.** 164. 1775.

FOXTON, P.; ROE, H. S. J. Observations on the nocturnal feeding of some mesopelagic decapod Crustacea. **Marine Biology**, v. 28, n. 1, p. 37-49, 1974.

FRANSOZO, A. Desenvolvimento larval de *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Decapoda, Xanthidae), em laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 4, n. 3, p. 165-179. 1987.

GÓES, J. M. **Biologia do caranguejo *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) na região de Ubatuba, São Paulo.** 175 f. Thesis. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Botucatu, SP. 2000.

GÓES, J.M.; FRANSOZO, A. Relative growth of *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) in Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. **Nauplius**, v. 5, n.2, p. 85-98. 1997.

GÓES, J.M.; FRANSOZO, A. Heterochely in *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) of the rocky coast from Praia Grande, Ubatuba (SP), Brazil. **Biotemas**, v. 11, n.1, p. 71-80. 1998.

GÓES, J.M.; FRANSOZO, A. Sex ratio analysis in *Eriphia gonagra* (Decapoda, Xanthidae). **Inheringia. Série Zoologia**, v. 88, p.151-157. 2000.

GÓES, J.M.; FRANSOZO, A.; FERNANDES-GÓES, L. C. Fecundity of *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) in the Ubatuba region, Sao Paulo, Brazil. **Nauplius**, v.13, n. 2, p. 127-136. 2005.

GRAHAM, E. R.; THOMPSON J. T. (2009) Deposit-and suspension-feeding sea cucumbers (Echinodermata) ingest plastic fragments. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 368, n. 1, p. 22-29. 2009.

GUÉRIN, F.E. Notice sur quelques modifications à introduire dans les Notopodes de M. Latreille et établissement d'un nouveau genre dans cette tribu. **Annales des Sciences naturelles comprenant la Physiologie Animale et Végétale, l'Anatomie comparée des Règnes, la Zoologie, la Botanique, la Minéralogie, et la Géologie, Crochard, Paris** v. 25, p. 283–289.1832.

HALPERN, B. S.; WALBRIDGE, S.; SELKOE, K. A.; KAPPEL, C. V.; MICHELI, F.; D'AGROSA C.; BRUNO, J. F.; CASEY, K. S.; EBERT, C.; FOX, H. E.; FUJITA, R.; HEINEMANN, D.; LENIHAN, H. S.; MADIN, E. M. P.; PERRY, M. T.; SELIG, E. R.; SPALDING, M.; STENECK, R.; WATSON R. A global map of human impact on marine ecosystems. **Science**, v. 319, n. 5865, p. 948-952, 2008.

HÄMER, J.; GUTOW, L.; KÖHLER, A.; SABOROWSKI, R. Fate of microplastics in the marine isopod *Idotea emarginata*. **Environmental Science & Technology**, v. 48, n. 22, 13451-13458, 2014

HARTNOLL, R. G. (1965). Notes on the marine grapsid crabs of Jamaica. **Proceedings of the Linnean Society of London**, v. 176, n. 2), p. 113-147. 1965.

HATJE, V.; COSTA, M. F.; CUNHA, L. C. D. Oceanography and chemistry: bridging knowledge in favor of the oceans and society. **Química Nova**, v. 36, n.10, p. 1497-1508. 2013.

HILL, B.J. Natural Food, Foregut Clearance-Rate and Activity of the Crab *Scylla serrata*. **Marine Biology**, v. 34, n. 1, p. 109-116. 1976.

HINES, A. H.; RUIZ, G.M. Temporal variation in juvenile blue crab mortality: nearshore shallows and cannibalism in Chesapeake Bay. **Bulletin of Marine Science**, v. 57, n. 3, p. 884-901. 1995.

IVAR DO SUL, J.A; COSTA, M.F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. **Environmental Pollution**, v. 185, p. 352-364. 2014.

JOHNSON, D.S. Descriptions of a new genus and a new species of macrurous decapod crustaceans belonging to the Penaeidae, discovered at Madeira. **Proceedings of the Scientific Meetings of the Zoological Society of London**, v. 1867, 895–901. 1868.

KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico da USP**, v. 29, n. 2, p. 205-207. 1980.

KLAGES, M.; GUTT, J. Comparative studies on the feeding behaviour of high Antarctic amphipods (Crustacea) in laboratory. **Polar Biology**, v. 11, n. 1, p. 73-79. 1990.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Mexico, Ed. Fondo de la Cultura Economica. 1948.

LAIST, D. W. **Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records**. In: Marine Debris. Springer New York, p. 99-139. 1997.

LATTIN, G. L.; MOORE, C. J.; ZELLERS, A. F.; MOORE, S. L.; WEISBERG, S. B. (2004). A comparison of neustonic plastic and zooplankton at different depths near the southern California shore. **Marine Pollution Bulletin**, v. 49, n.4, p. 291-294, 2004.

LAUGHLIN, R.A. Feeding Habits Of The Blue Crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, In The Apalachicola Estuary, Florida. **Bulletin of Marine Science**, v. 32, n. 4, p. 807-822. 1982.

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.; JOHNSON, R. Brazilian coral reefs in a period of global change: A synthesis. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, p. 97-116. 2016.

LINNAEUS, C. **Systema Naturae per Regna Tria Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis. (10 Edition)** Vol. 1. Holmiae: Laurentii Salvii. iii, 824 pp, 1758.

LOVRICH, G. A.; SAINTE-MARIE, B. Cannibalism in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) (Brachyura: Majidae), and its potential importance to recruitment. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 211, n. 2, p. 225-245, 1997.

MADAMBASHI, A. M.; CHRISTOFOLETTI, R. A.; PINHEIRO, M. A. A. Natural diet of the crab *Menippe nodifrons* Stimpson, 1859 (Brachyura, Menippidae) in Paranapuã Beach, São Vicente (SP), Brasil. **Nauplius**, v. 13, n. 1, p. 77-82, 2005.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil**. MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 2006.

MANSO, V. D. A. V.; CORREA, I. C. S.; GUERRA, N. C. Morfologia e sedimentologia da Plataforma Continental Interna entre as Praias Porto de Galinhas e Campos-Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 30, n. 2, p. 17-25. 2003.

MANTELATTO, F.L.M.; CHRISTOFOLETTI, R.A. Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) In Ubatuba Bay (São Paulo, Brazil): Influence of season, sex, size and molt stage. **Marine Biology**, v. 138, n. 1, p. 585-594. 2001.

MARTINS, C. D.; ARANTES, N.; FAVERI, C.; BATISTA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PAGLIOSA, P. R.; FONSECA, A. L.; NUNES, J. M. C.; CHOW, F.; PEREIRA, S. B.; HORTA, P. A. The impact of coastal urbanization on the structure of phytobenthic communities in southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 4, p. 772-778, 2012.

MATSUOKA, T.; NAKASHIMA, T.; NAGASAWA, N. A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. **Fisheries Science**, v. 71, n. 4, 691-702. 2005.

MCGAW, I. J.; CURTIS, D. L. (2012). A review of gastric processing in decapod crustaceans. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 183, n. 4, p. 443-465.

MELO, G.A.S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Editora Plêiade/FAPESP. 1996.

MORAES, D.S.L.; JORDÃO, B.Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n.3, p. 370-374. 2002.

MORENO, T.R.; ROCHA, R.S. Ecologia de costões rochosos. **Estudos de Biologia: Ambiente e Diversidade**, v. 34, n. 83, p. 191–201, 2012.

MOURA, N. F. O.; COELHO, P. A. Maturidade sexual fisiológica em *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no estuário do Paripe, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n.4, p. 1011-1015. 2004.

MURRAY, F.; COWIE, P. R. Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 6, p. 1207-1217. 2011.

NALESSO, R.C. *Comportamento e seleção de presas em Eriphia gonagra (Decapoda, Xanthidae) no costão da Praia do Rio Verde, E. E. Juréia-Itatins, SP*. 1993. 135 f. Thesis. (PhD Ciências Biológicas – Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 1993.

NG, P. K. L.; GUINOT, D.; DAVIE, P. J. F. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 17, n. 1, p. 1-286. 2008.

OGATA, Y.; TAKADA, H.; MIZUKAWA, K.; HIRAIA, H.; IWASAA, S.; ENDO, S.; MATO, Y.; SAHA, M.; OKUDA, K.; NAKASHIMA, A.; MURAKAMI, M.; ZURCHER, N.; BOOYATUMANONDO, R.; ZAKARIA, M.P.; DUNG, L.Q.; GORDON, M.; MIGUEZ, C.; SUZUKI, S.; MOORE, C.; KARAPANAGIOTIK, H.K.; WEERTS, S.; MCCLURG, T.; BURREN, E.; SMITH, W.; VAN VELKENBURG, M.; LANG, J.S.; LANG, R.C.; LAURSEN, D.; DANNER, B.; STEWARDSON, N. ; THOMPSON R. International Pellet Watch: global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, p. 1437-1446. 2009.

OLIVEIRA, A.; PINTO, T.K.; SANTOS, D.P.D.; D'INCAO, F. Dieta natural do siri-azul *Callinectes sapidus* (Decapoda, Portunidae) na região estuarina da Lagoa dos

Patos, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre**, v. 96, n. 3, p. 305-313. 2006.

ORSI-RELINI, L.; ZAMBONI, A.; FIORENTINO, F.; MASSI, D. Reproductive patterns in Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L., Crustacea Decapoda Nephropidae) of different Mediterranean areas. **Scientia Marina**, v. 62, n. S1, p. 25-41. 1998.

PÁDUA, N. T. B. M.; PACÍFICO, L. V.; LIMA, S. F.; SALDANHA-FILHO, A. J. M.; ARAÚJO M.A.S. A problemática dos resíduos encontrados nas praias de Maceió / Alagoas e suas consequências ambientais.” **Cadernos de Graduação Ciências Exatas E Tecnológicas**, v. 3, n. 3, p. 21–32. 2016.

PEARSON, W. H.; OLLA, B. L. Chemoreception in the blue crab, *Callinectes sapidus*. **The Biological Bulletin**, v. 153, n. 2, 346-354. 1977.

PENNINGS, S. C.; CAREFOOT, G. T.; ZIMMER, C.; DANKO, J. P.; ZIEGLER, A. Feeding preferences of supralittoral isopods and amphipods. **Canadian Journal of Zoology**, v. 78, n. 11, p. 1918-1929. 2000.

PÉREZ-MIGUEL, M.; DRAKE, P.; CUESTA J. A. Experimental predatory behavior of the stone crab *Eriphia verrucosa* (Forskål, 1775) (Decapoda, Brachyura, Eriphiidae). **Nauplius** 25, e2017033. 2017.

PONTES, C. S.; ARRUDA, M. F. Behavior of *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) in relation to artificial food offer along light and dark phases in a 24 h period. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 648-652. 2005.

PORTUGAL, A. B.; CARVALHO, F. L.; MACEDO CARNEIRO, P. B.; ROSSI, S.; OLIVEIRA SOARES, M. Increased anthropogenic pressure decreases species richness in tropical intertidal reefs. **Marine Environmental Research**, v. 120, p44-5. 2016.

POWER, E. A.; CHAPMAN, P. M. **Assessing sediment quality**. In: Burton Jr. G. A. (ed). Sediment toxicity assessment, Lewis Publishers. 1-18. 1992.

PUCCIO, V.; RELINI, M.; AZZURRO, E.; ORSI RELINI, L. Feeding habits of *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) in the Sicily Strait. **Hydrobiologia**, v. 557, p. 79–84. 2006.

REESE, E. S. Behavioral adaptations of intertidal hermit crabs. **American Zoologist**, v. 9, p. 343-355. 1969.

REICHMUTH, J. M.; ROUDEZ, R.; GLOVER, T.; WEIS, J. S. Differences in prey capture behavior in populations of blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) from contaminated and clean estuaries in New Jersey. **Estuaries and Coasts**, v. 32, n. 2, p. 298-308, 2009.

REYNOLDS, W. W.; REYNOLDS, L. J. Zoogeography and the predator-prey 'arms race': a comparison of *Eriphia* and *Nerita* species from three faunal regions, **Hydrobiologia**, v. 56, p. 63-67, 1997.

REZENDE, G. A.; PEZZUTO, P. R.; D'INCAO F. Ocorrência de plástico no conteúdo estomacal do camarão-de-profundidade *Aristaeopsis edwardsiana* (Crustacea, Aristeidae). **Atlântica (Rio Grande)**, v. 33, n. 2, p. 209-211. 2012.

RIBEIRO, F. B.; MATTHEWS-CASCON, H.; BEZERRA L. E. A. Predatory behavior of the paguroid *Dardanus venosus* (H. Milne-Edwards, 1848) (Anomura: Diogenidae) on the snail *Aurantilaria aurantiaca* (Lamarck, 1816) (Gastropoda: Fascioliidae). **Nauplius**, v. 25, e2017001. 2017.

RODRIGUES, M. A.; D'INCAO, F. Comparação do crescimento entre *Callinectes sapidus* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) coletados em campo e mantidos em condições controladas. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 98, n. 3, p. 372-378. 2008.

ROSSI, A. C.; PARISI, V. Experimental studies of predation by the crab *Eriphia verrucosa* on both snail and hermit crabs occupants of conspecific gastropod shells. **Italian Journal of Zoology**, v. 40, n.2, p. 117-135. 1973.

SAMSON, S.A.; YOKOTA, M.; STRÜSSMANN, C.A.; WATANABE S. Natural diet of grapsoid crab *Plagusia dentipes* De Haan (Decapoda: Brachyura: Plagusiidae) in Tateyama Bay, Japan. **Fisheries Science**, v. 73, p. 171-177. 2007.

SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A.C.; IVAR DO SUL J. A. Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 148, n. 1-4, p. 455-462. 2009.

SARMENTO, F; CORREIA, M. D. Descrição de parâmetros ecológicos e morfológicos externos dos poríferos no recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 4, n. 2. 2009.

SLIP, D. J.; BURTON, H. R. Accumulation of fishing debris, plastic litter, and other artefacts, on Heard and Macquarie Islands in the Southern Ocean. **Environmental Conservation**, v. 18, n. 3, p. 249-254, 1991.

STACHOWICZ, J. J.; HAY, M. Reduced mobility is associated with compensatory feeding and increased diet breadth of marine crabs. **Marine Ecology Progress Series**, v. 188, p. 169-178, 1999.

STASOLLA, G; INNOCENTI, G; GALIL, B. S. On the diet of the invasive crab *Charybdis longicollis* Leene, 1938 (Brachyura: Portunidae) in the eastern Mediterranean Sea. **Israel Journal of Ecology & Evolution**, v. 61, n. 3-4, p. 130-134. 2015.

STEVENS, B.G.; ARMSTRONG, D.A.; CUSIMANO R. Feeding Habits of the Dungeness Crab *Cancer magister* as Determined by the Index of Relative Importance. **Marine Biology**, v. 72, n. 1, p. 135-145. 1982.

SUCIU, M. C. **Crustáceos como bioindicadores de impactos urbanos em praias arenosas do estado do Rio de Janeiro.** Master Dissertation (Master in Ecologia e Recursos Naturais – Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 77p. 2017.

TEIXEIRA, G. M.; FRANSOZO, V.; GÓES, J. M.; FERNANDES-GÓES, L. C.; HIROSE, G. L.; ALMEIDA, A. C.; FRANSOZO, A. Reproductive investment and multiple spawning evidence in the redfinger rubble crab *Eriphia gonagra* (Brachyura, Eriphioidea). **Nauplius**, v. 25. 2017.

TEUTEN E. L.; ROWLAND S. J.; GALLOWAY T. S.; THOMPSON R. C. Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. **Environmental Science & Technology**, v. 41, n. 22, p. 7759-7764. 2007.

THOMPSON, R.C.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R.P.; DAVIS, A.; ROWLAND, S.J.; JOHN, A.W.G.; MCGONIGLE, D.; RUSSELL, A.E. (2004) Lost at sea: where is all the plastic? **Science**, n. 304, p. 838. 2004.

TONIAL, L. S. S. **Estudo populacional dos Paguroidea (Diogenidae, Paguridae) dos recifes coralíneos da praia de Ponta Verde, Maceió, Alagoas.** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas – Bacharelado) – Universidade Federal de Alagoas. 58f, 2002.

UGOLINI, A.; UNGHERESE, G.; CIOFINI, M.; LAPUCCI, A.; CAMAITI, M. Microplastic debris in sandhoppers. **Marine Pollution Bulletin**, v. 129, n. 1, 19-22, 2013.

VANNINI, M.; CHELAZZI, G.; GHERARDI, F. Feeding habits of the pebble crab *Eriphia smithi* (Crustacea, Brachyura, Menippidae). **Marine Biology**, v. 100, n. 2, p. 249-252. 1989.

VARADHARAJAN, D.; PUSHPARAJAN, N. Studies on Peculiar Observations of the Food and Feeding Habits of Painted Pebble Crab *Leucosia anatum*, South East Coast of India. **International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives**, v. 3, n. 5, p. 1170-1173. 2012.

VASCONCELOS, E. R. T. P. P. **Macroalgas marinhas como ferramenta de avaliação do estado de conservação de ambientes recifais em Pernambuco.** Thesis. Doutorado em Oceanografia – Universidade Federal de Pernambuco. 135f. 2016.

VIEIRA, L. M. **Sistemática e distribuição dos Briozóarios Marinhos do litoral de Maceió, Alagoas.** Dissertação (Mestrado em Ciências - Zoologia) em Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. 207, p. 2008.

WASSENBERG, T.J.; HILL, B.J. Diets of four decapod crustaceans (*Linuparus trigonus*, *Metanephrops andamanicus*, *M. australiensis* and *M. boschmai*) from the continental shelf around Australia. **Marine Biology**, v. 103, p. 161-167, 1989.

WEAR, R.G.; HADDON, M. Natural diet of the crab *Ovalipes catharus* Crustacea, Portunidae) around central and northern New Zealand. **Marine Ecology Progress Series**, v. 35, n. 1, p. 39-49. 1987.

WHITE, A.; DOUBLEDAY, E. List of the annulose animals hitherto recorded as found in New Zealand, with the descriptions of some new species. **Travels in New Zealand**, p. 265-296, 1843.

WILLIAMS, M.J. Methods for analysis of natural diet in portunid crabs (Crustacea: Decapoda: Portunidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.52, n.1, p. 103-113. 1981.

WILLIAMS, M.J. Natural food and feeding in the commercial sand crab *Portunus pelagicus* Linnaeus, 1766 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) in Moreton Bay, Queensland. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 59, n.1, p. 165-176, 1982.

WONG, M. C. Green crab (*Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758)) foraging on soft-shell clams (*Mya arenaria* Linnaeus, 1758) across seagrass complexity: Behavioural mechanisms and a new habitat complexity index. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 446, p. 139-150, 2013.

WOODS, C. M. Natural diet of the crab *Notomithrax ursus* (Brachyura: Majidae) at Oaro, South Island, New Zealand. **New Zealand journal of marine and freshwater research**, v. 27, n. 3, p. 309-315. 1993.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environmental Pollution**, v. 178, p. 483-492, 2013.

ZIPSER, E.; VERMEIJ, G. J. Crushing behavior of tropical and temperate crabs. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 31, p. 155-172. 1978.