

ALINE DOS SANTOS RIOS

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CARANGUEJO *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781)
(CRUSTACEA: DECAPODA: BRACHYURA: ERIPHIIDAE) EM UM AMBIENTE
RECIFAL BRASILEIRO**

SERRA TALHADA

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CARANGUEJO *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781)
(CRUSTACEA: DECAPODA: BRACHYURA: ERIPHIIDAE) EM UM AMBIENTE
RECIFAL BRASILEIRO

Aline dos Santos Rios

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Linha de pesquisa: Ecologia, Conservação e uso da Biodiversidade de Ambientes Aquáticos.

Prof. Dr. Jesser Fidelis de Souza Filho
Orientador

Prof.^a Dr.^a Renata Akemi Shinozaki Mendes
Coorientadora

SERRA TALHADA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- R586a RIOS, ALINE
ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CARANGUEJO *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (CRUSTACEA: DECAPODA: BRACHYURA: ERIPHIIDAE) EM UM AMBIENTE RECIFAL BRASILEIRO : Desenvolvimento ovariano do caranguejo *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Brachyura, Eriphiidae) em um ambiente recifal Brasileiro / ALINE RIOS. - 2021.
82 f. : il.
- Orientador: Jesser Fidelis de Souza .
Coorientadora: Renata Akemi Shinozaki .
Inclui referências e apêndice(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Serra Talhada, 2021.
1. Reprodução. 2. oócitos. 3. braquiúros. 4. proporção sexual. 5. histologia. I. , Jesser Fidelis de Souza, orient. II. , Renata Akemi Shinozaki, coorient. III. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CARANGUEJO *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781)
(CRUSTACEA: DECAPODA: BRACHYURA: ERIPHIIDAE) EM UM AMBIENTE
RECIFAL BRASILEIRO

Aline dos Santos Rios

Dissertação julgada e APROVADA para obtenção do título de mestre em Biodiversidade e Conservação. Defendida em 09/02/2021 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof^o. Dr^o. Jesser Fidelis de Souza Filho - Orientador
[Departamento de Oceanografia/ UFPE]

Prof^a. Dr^a. Renata Akemi Shinozaki Mendes - Coorientadora
[UFRPE/UAST]

Prof^a. Dr^a. Débora Lucatelli de Albuquerque – Membro Externo (Suplente)
[UFRPE/ UAST]

Prof^a. Dr^a. Girlene Fábía Segundo Viana – Membro Externo (Titular)
[UFRPE/UAST]

DEDICATÓRIA

Dedico aos caranguejos sacrificados...
...sem eles, esta pesquisa não seria realizada.

AGRADECIMENTOS

À Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na pessoa da atual coordenadora, professora Katya Maria Oliveira de Sousa.

À CAPES, pela concessão de bolsa durante todo o período do mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC) da UFRPE-UAST, na pessoa do atual coordenador Airton Torres Carvalho, pelo profissionalismo e pela disposição à cerca da resolução de questões institucionais.

Ao professor Jesser Fidelis de Souza Filho, por todo o apoio, orientação, cuidado, confiança, companheirismo e acolhimento ao chegar no laboratório e por todos os ensinamentos passados para a pesquisa realizada. A academia e nós temos muita sorte em possuir um profissional e pessoa como você.

À profa. Renata Akemi Shinozaki Mendes, por toda confiança, paciência, pelo apoio muito antes de entrar no mestrado, por toda disponibilidade do laboratório LAPEq e material utilizado, sou muita grata por ter você como professora e como coorientadora, meu muito obrigada.

Aos membros da banca examinadora, a professora Girlene Fábila Segundo Viana pelas importantíssimas sugestões para o aperfeiçoamento deste trabalho, desde o seminário A e qualificação pelo PPGBC; á doutora Débora Lucatelli de Albuquerque por ter aceitado fazer parte da banca e por todas as contribuições e todo apoio durante esses anos de pesquisa.

A todos os membros do Laboratório de Carcinologia (UFPE) e amigos que me ajudaram nas coletas, em especial a Juliana Lemos por todas as coletas e dúvidas sobre os crustáceos, a Rômulo, Aurinete, Fabíola, Catarina, Pedro, Joécio, Jeferson, Malu, Carlos, Ionara, Emerson Gonçalves, Luiz Felipe, meu muito obrigada pelas coletas realizadas, amizade e pelas conversas e apoio no laboratório.

Aos colegas do Labpesc por toda amizade e apoio na parte histológica, em especial a Emerson Jonas, Érika e a técnica Nadja.

A Deus, que em todo momento esteve presente nessa jornada da vida, é sempre bom ter alguém para nos segurar quando mais precisamos. A minha família, em especial minha mãe Si Alves, minha irmã Arilma, meu sobrinho Arthur, primos Cid Gomes e Edvaldo Belo, minha comadre e afilhado Karine e Ysaac, e a Pérola por todo apoio acadêmico, amo muito vocês.

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido com o intuito de compreender o processo reprodutivo de *Eriphia gonagra*, por meio da descrição microscópica dos estágios gonadais das fêmeas de *E. gonagra*, suas células germinativas e seus estágios de desenvolvimento celular; estimar o período reprodutivo correlacionando com dados abióticos e variação sazonal; identificar aspectos de crescimento relativo; determinar o tamanho de primeira maturação fisiológica (LC_{50}) e o tipo de desova no litoral pernambucano. As Coletas foram realizadas mensalmente na praia de Gaibú de novembro/2018 a outubro/2019, durante a maré baixa de sizígia. De acordo com os resultados, com base nas características morfológicas das células e suas alterações observadas, foram identificados cinco estágios de desenvolvimento celular: oogônias ($7,10 \pm 1,85 \mu\text{m}$), oócitos pré-vitelogênicos ($42,23 \pm 8,61 \mu\text{m}$), oócitos em vitelogênese inicial ($130,49 \pm 21,93 \mu\text{m}$), oócitos vitelogênicos ($139,68 \pm 23,45 \mu\text{m}$) e oócitos maduros ($214,77 \pm 90,81 \mu\text{m}$). Os estágios de maturação gonadal foram definidos e relacionados à coloração das gônadas e ao grau de desenvolvimento das células germinativas, onde foram identificados 5 estágios maturacionais: 1 – Imaturo, 2- Em maturação inicial, 3 – Em maturação, 4 – Madura, 5 – Desovada/Repouso. As fêmeas ovígeras foram observadas nos estágios 3, 4 e 5. A anatomia do sistema reprodutor feminino de *E. gonagra* segue o padrão dos braquiúros. No total, foram coletados 183 exemplares de *E. gonagra*, sendo 88 fêmeas (48,08%) e 95 machos (51,91%). As fêmeas apresentaram valores de LC entre 14,65 e 42,54 mm, tendo suas modas entre 24 e 32 mm. Para os machos, a LC variou de 16,23 a 39,36 mm, tendo suas modas entre 26 e 32 mm. A proporção sexual total diferiu significativamente do esperado ao longo do período amostral: com média de 1:0,92 (M/F) e não correspondeu à proporção esperada, que é 1:1 ($\chi^2=91,79$). Analisando o ajuste do modelo dose-resposta, o tamanho de primeira maturação das fêmeas de *Eriphia gonagra* LC_{50} é de 21,81 mm e alcançando LC_{99} com 27,35 mm. Já para os machos, o LC_{50} foi de 20,58 e LC_{99} 26,70 mm. Ambos os sexos apresentaram alometria positiva. Através da análise microscópica dos diferentes estágios das células germinativas, pode-se afirmar que a desova é parcelada, do tipo “sincrônica em mais de dois grupos”, ou seja, os espécimes possuem, no mínimo, três lotes intraovarianos e desovam duas ou mais vezes em cada período reprodutivo. Com base em observações na distribuição dos estágios maturacionais, percebeu-se que o período reprodutivo é contínuo, tendo fêmeas em diferentes estágios durante todos os meses, com uma maior incidência de fêmeas ovígeras, em maturação final e maduras nos meses mais quentes, de dezembro a março.

Palavras-chave: Reprodução; oócitos; braquiúros; proporção sexual; histologia.

ABSTRACT

The present study was developed in order to understand the reproductive process of *Eriphia gonagra*, through the microscopic description of the gonadal stages of the females of *E. gonagra*, their germ cells and their stages of cell development; estimate the reproductive period correlating with abiotic data and seasonal variation; identify aspects of relative growth; determine the size of the first physiological maturation (LC50) and the type of spawning on the coast of Pernambuco. The collections were carried out monthly on the beach of Gaibu from November / 2018 to October / 2019, during the low tide of spring. According to the results, based on the morphological characteristics of the cells and their observed changes, were identified five stages of cell development: oogonias ($7,10 \pm 1,85 \mu\text{m}$), pre-citellogenic oocytes ($42,23 \pm 8,61 \mu\text{m}$), oocytes in initial vitellogenesis ($130,49 \pm 21,93 \mu\text{m}$) vitellogenic oocytes ($139,68 \pm 23,45 \mu\text{m}$) and mature oocytes ($214,77 \pm 90,81 \mu\text{m}$). The gonadal maturation stages were defined and related to the color of the gonads and the degree of development of the germ cells, where 5 maturation stages were identified: 1 - Immature, 2- In initial maturation, 3 - In maturation, 4 - Matura, 5 - Spawned / Rest. Ovigerous females were observed in stages 3.4 and 5. The anatomy of the female reproductive system of *E. gonagra*, follows the pattern of brachyúros. In total, 183 specimens of *Eriphia gonagra* were collected, 88 females (48,08%) and 95 males (51,91%). Females showed LC values between 14,65 and 42,54 mm, with their fashions between 24 and 32 mm. For males, the LC ranged from 16,23 to 39,36 mm, with their fashions between 26 and 32 mm. The total sexual proportion differed significantly from what was expected over the sample period: with an average of 1: 0,92 (M / F), it did not correspond to the expected proportion, which is 1:1 ($\chi^2= 91,79$). Analyzing the adjustment of the dose-response model, the first maturation size of the females of *Eriphia gonagra* LC₅₀ is 21,81 mm and reaching LC₉₉ with 27,35 mm. For males, the LC₅₀ was 20,58 and LC₉₉ 26,70 mm. Both sexes showed positive allometry. Through microscopic analysis of the different stages of the germ cells, it can be said that the spawning is fragmented, of the type "synchronous in more than two groups", that is, the specimens have at least three intraovarian lots and spawn two or more times in each reproductive period. Based on observations in the distribution of maturation stages, it is noticed that the reproductive period is continuous, with females in different stages during all months, with a higher incidence of ovigerous females, in final maturation and matures in the hottest months, in December to March.

Keywords: Reproduction; oocytes; brachyúros; sexual proportion; histology.

LISTA DE FIGURAS

Página

Introdução

Figura 1 - Exemplar de *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781), capturado na praia de Gaibu, no período de novembro de 2018 a outubro de 2019.....13

Artigo científico I

Figura 1 - Área de coleta, praia de Gaibu, em Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brasil..... 25

Figura 2 - Distribuição de frequência por classe de tamanho (mm) de fêmeas de *Eriphia gonagra* em Gaibu-PE Os valores de LC indicam o tamanho inicial da classe com amplitude de 2 mm.....27

Figura 3 - (a) Vulva mostrando o par de gonóporo da fêmea de *Eriphia gonagra* à altura do 3º par de pereiópodes; (b) Sistema reprodutor feminino na cavidade torácica, mostrando: Lóbulo Anterior Ovariano esquerdo (LAE) e Direito (LAD); Comissura Transversal (CT); Lóbulo Posterior do Ovário Direito e Esquerdo (LPO).....28

Figura 4 - Desenho esquemático do sistema reprodutivo das fêmeas de *Eriphia gonagra* no cefalotórax, vista dorsal, excluindo-se o dorso da carapaça e outros componentes. A: Não desenvolvido; B: Em desenvolvimento; C: Desenvolvido; D: Avançado; E: Esgotado. O Receptáculo seminal está indicado pela seta.....29

Figura 5 - Fotomicrografia das células do ovário de *Eriphia gonagra* em secção longitudinal e em diferentes estágios de desenvolvimento celular. A: Oogônias em estágio inicial (OO₁), formando ninho e células foliculares (CF). B: Oogônias em estágio final (OO₂), nucléolo na periferia do núcleo (NE). C: Oócitos pré-vitelogênico (OPV), núcleo ovalado (NU), nucléolo bem desenvolvido na periferia do núcleo (NE) e células foliculares (CF) que circundam as células. D: Oócito vitelogênico inicial: vesícula citoplasmática (VC), células foliculares (CF), grânulos de vitelo (GV) e Cromatina granular (CR). E: Oócito vitelogênico avançado, Cromatina granular (CR) vesículas citoplasmáticas (VC) e grânulos de vitelo (GV). F: Oócito maturo: Células foliculares (CF) achatadas ao redor da célula, tendo um núcleo centralizado (NU) imperceptível pelo aumento da célula. Coloração: Hematoxilina-Eosina.....32

Figura 6 - Representação gráfica em Box plot, dos diâmetros oocitários e dos núcleos nos diferentes estágios de vitelogênese das fêmeas de *E. gonagra*, exibindo barra superior (valor máximo), barra inferior (valor mínimo), topo da caixa (quartil superior), fundo da caixa (quartil inferior), barra interna (mediana). Legenda: Oogônias (OO), Oócitos pré-vitelogênicos (OPV), Oócitos em vitelogênese inicial (OVI), Oócitos Vitelogênicos (OV), Oócitos Maturados (OM). As letras iguais indicam que não existem diferenças entre as medianas, utilizando o teste Dunn ($p < 0,05$).....32

Figura 7- Fotomicrografia das células em secção longitudinal, em diferentes estágios gonadais das fêmeas de *Eriphia gonagra*. Legenda: A – Imaturo: oogônias (OO) e células foliculares (CF). B – Em maturação inicial: oogônias (OO) e oócitos pré-vitelogênico (OPV). C – Em maturação: OPV e oócito vitelogênico (OV). D – Maduro: OO, OPV, OV e OM. E – Desovado: OO, OPV e folículo pós-ovulatório (FPO). Coloração: Hematoxilina-Eosina.....34

Artigo científico II

Figura 1 - Distribuição de frequência por classe de tamanho (mm) de machos e fêmeas de *Eriphia gonagra* coletadas em Gaibu, Pernambuco, Brasil. Os valores de LC indicam o tamanho inicial da classe com amplitude de 2mm.....51

Figura 2 - Modelo dose-resposta para o tamanho da primeira maturação, onde os indivíduos já estão aptos a reproduzir LC₅₀ e LC₉₉, onde 99% dos indivíduos já estão reproduzindo de *Eriphia gonagra* coletados em Gaibu/PE.....52

Figura 3 - Gráfico de dispersão dos pontos e equação do crescimento relativo entre o comprimento da quela, para machos, e largura do abdômen para fêmeas versus largura da carapaça, evidenciando a cor cinza, representando os juvenis e o cor preta, representando os adultos. *Eriphia gonagra* coletados em Gaibu/PE.....53

Figura 4 - Número mensal de fêmeas não ovígeras e fêmeas ovígeras de *Eriphia gonagra*, coletados em Gaibu/PE.....54

Figura 5 - Distribuição de frequência de diâmetro dos oócitos nos diferentes estágios de maturação gonadal das fêmeas de *Eriphia gonagra* coletados em Gaibu/PE.....54

Figura 6 - Relação entre o período reprodutivo das fêmeas de *Eriphia gonagra*, baseado em dados macro e microscópico das gônadas, coletados em Gaibu/PE. Os números superiores indicam o tamanho da amostra.....56

Figura 7 - Relação entre o período reprodutivo dos machos de *Eriphia gonagra*, baseado em dados macro e microscópico das gônadas, coletados em Gaibu/PE. Os números superiores indicam o tamanho da amostra.....56

TABELAS

Página

Artigo I

Tabela 1 - Diâmetros máximo e mínimo ou diâmetros médios (μm) de Oôgonias (OO), Oócitos Pré-Vitelogênese (PVO), Oócitos Vitelogênicos (OV) e Oócitos Maturados (MO), citados por braquiúros de diferentes autores.....36

Artigo II

Tabela 1 - Frequência de ocorrência de machos e fêmeas de *Eriphia gonagra* coletados de novembro de 2018 a outubro de 2019 em Gaibu/PE. Utilizando o qui-quadrado (χ^2) e Proporção sexual por mês (*) O asterisco indica diferença significativa ($p < 0,05$). FO é a frequência observada. FE é a frequência esperada.....51

SUMÁRIO

	Página
DEDICATÓRIA	4
AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE FIGURAS	8
TABELAS	122
1 INTRODUÇÃO GERAL	133
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivos gerais	17
2.2 Objetivos específicos	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
3 ARTIGOS CIENTÍFICOS	22
3.1 Artigo científico I	22
3.2 Artigo científico II	44
4 LIVRO PARADIDÁTICO	67

1. INTRODUÇÃO GERAL

O caranguejo *Eriphia gonagra* (Fig. 1), de acordo com Ng et al. (2008), pertence à família Eriphiidae MacLeay, 1838 e tem distribuição geográfica no Atlântico Ocidental, da Carolina do Norte (EUA) à costa do Brasil (Pará até Santa Catarina) (MELO, 1996), sendo a única espécie do gênero *Eriphia* que ocorre no litoral do Brasil (ARAÚJO et al., 2016).



Figura 1 - Exemplar macho de *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) em vista dorsal. LC = 35mm. capturada na praia de Gaibu, no período de novembro de 2018 a outubro de 2019. Fonte: Rios (2018).

Eriphia gonagra faz parte da fauna bentônica, onde é composta por uma alta diversidade de animais aquáticos que vivem associados ao fundo dos oceanos, rios, mares e representam um elo essencial nas teias alimentares, além de participarem diretamente da ciclagem de nutrientes e contaminantes, como nos processos de bioacumulação, transferência trófica, biodegradação e bioturbação (REYNOLDSON, 1987). Muitas das espécies bentônicas vivem em zonas intertidais e dependem desse ambiente em parte do seu ciclo de vida, como os braquiúros, isópodes, camarões, anêmonas, moluscos, entre outros (BURONE e PIRES-VANIN, 2006). Os crustáceos, por exemplo, ocupam diversos habitats nos diferentes estágios de desenvolvimento e os ambientes recifais constituem um importante substrato nesse processo, servindo de abrigo e alimento (BOSA e MASUNARI, 2002).

Entre os crustáceos de ambiente consolidado podemos destacar a *Eriphia gonagra*, que habita costões rochosos, podendo ser encontrada nas mais variadas localidades, devido ao seu hábito críptico, ou seja, esconde-se em cavernas, tocas e utiliza diversos substratos como

esconderijos. Também habita regiões entre marés com até 5 metros na parte do infralitoral, onde é encontrada nas fendas de rochas e tocas naturais formadas pela sobreposição de rochas no ambiente (MELO, 1996). A espécie fica ocasionalmente exposta decorrente da maré baixa, sendo também comumente encontrada associada aos recifes de areia, formado por poliquetas da espécie *Phragmatopoma caudata* (Kroyer, 1856) (MELO, 1996; GOÉS, 2000).

Góes (2000) relatou que em Ubatuba – São Paulo, *E. gonagra* era coletada por pescadores locais e utilizada como isca para pesca de peixes, como pargo, badejo e garoupa; o mesmo foi observado na região de Gaibu - Pernambuco, praia onde o atual trabalho foi realizado, muitos pescadores capturavam tanto *E. gonagra*, como o *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850), para a pesca e, após o término da pesca, os animais não utilizados eram descartados no local, já mortos (observação pessoal). Nesse contexto, Amaral e Jablonski (2005) fizeram um alerta sobre a diminuição dos espécimes e à redução do tamanho de algumas espécies que, segundo eles, é decorrente da degradação do habitat, ação antrópica, entre outros.

Essas informações indicam a necessidade de ampliar o conhecimento ecológico e reprodutivo das espécies nativas. O conhecimento sobre o ciclo de vida de espécies de caranguejos é de extrema importância e o período reprodutivo é um dos estudos de maior relevância, pois é através do sucesso reprodutivo que o indivíduo estará geneticamente representado nas próximas gerações. Informações acerca da biologia reprodutiva para muitos crustáceos braquiúros podem ser obtidas através de observações das gônadas, sendo macroscopicamente identificadas pela cor, tamanho que ocupava na cavidade torácica e morfologia, pela frequência de fêmeas ovígeras ao longo dos meses do ano e estimativas do tamanho de primeira maturação (SANTOS e NEGREIROS-FRANSOZO, 1999; GÓES, 2000; NEGREIROS-FRANSOZO et al., 2002; CASTIGLIONI et al., 2006; CASTIGLIONI et al., 2007; LINHARES, 2010; CASTIGLIONI et al., 2011; VERCESI e HAYD, 2018), como também por meio de análise microscópica do desenvolvimento ovocitário, onde é possível verificar as diferentes fases do desenvolvimento maturacional, também podendo gerar informações sobre a dinâmica da ovogênese e tamanho de maturação com base nos aspectos histológicos (CASTILHO, 2006; SOUZA e SILVA, 2009; KEUNECKE et al., 2009; SHINOZAKI-MENDES et al., 2012; SHINOZAKI-MENDES e LESSA, 2018; ALMEIDA et al., 2020; MARTÍNEZ-RIVERA et al., 2020).

Uma outra forma de estimar o tamanho da maturidade é a relação alométrica nos crustáceos, onde correlaciona o tamanho do corpo a vários órgãos, assumindo que os caracteres sexuais secundários aparecem e crescem em taxas diferentes nas fases imatura e madura

(CASTIGLIONI, 2006; TEIXEIRA, 2010; CASTIGLIONI e COELHO, 2011; COSTA, 2015; AZEVÊDO, 2017; BECKER et al., 2019). A fase transicional nos caranguejos braquiúros envolve mudanças morfométricas e morfológicas, que podem ser detectadas por análises estatísticas, sendo inflexão ou descontinuidade em séries de relações curvilíneas ou lineares de análise bivariada (HAEFNER, 1990).

Em caranguejos braquiúros, o tamanho individual e seu amadurecimento estão baseados em diversas mensurações e em suas relações alométricas, que permitem avaliar seu crescimento e maturidade morfológica. Os caracteres morfológicos externos auxiliam na identificação do sexo e também na identificação do tamanho em que esses espécimes atingem a maturidade morfológica. No processo de crescimento após as mudas, os caranguejos apresentam uma taxa de incremento, sendo utilizado como subsídio importante para inferências no que diz respeito a longevidade desses animais, sendo também utilizado para inferências a respeito da maturação gonadal (GÓES, 2000).

Segundo Góes (2000), a diferenciação sexual relativa em *E. gonagra* está no aparecimento dos primeiros caracteres sexuais secundários, que pode ser vista a partir do quarto estágio juvenil, entretanto, quando no que se refere a maturidade morfológica da espécie, fica mais incompreensível, porque a espécie não apresenta mudanças na estrutura do abdômen como acontece, por exemplo, para os siris do gênero *Callinectes*. Porém, segundo os mesmos autores, os machos e fêmeas apresentam “um botão” que prende ao abdômen no esterno, sendo que nos machos este botão está sempre presente, mas nas fêmeas ele começa a desaparecer a partir de 14 mm e com ausência total após os 17 mm, coincidindo com a faixa de maturação morfológica das fêmeas que no estudo citado aconteceu aos 16,3 mm de largura da carapaça, confirmando que com o alcance da maturidade, a fêmea perde essa estrutura e está apta a reproduzir.

O período reprodutivo da infraordem Brachyura varia a depender da espécie, onde algumas se reproduzem imediatamente após a muda puberal, que é o período de ecdise; umas se reproduzem apenas uma vez durante a estação, ocorrendo, ainda, em algumas espécies, a incidência de fêmeas ovígeras com gônadas maduras, o que indica que há mais de uma desova em um período de intermuda (CHOY, 1988; SUMPTON, 1990; HARTNOLL, 1982). Sobre a espécie *E. gonagra*, alguns estudos, destacam-se: Fransozo (1987), onde estudou sobre seu desenvolvimento larval, constatando que *E. gonagra* apresenta um desenvolvimento pós-embrionário constituído de quatro estágios de zoea e um megalopa. Constatou-se também que ocorreram fêmeas ovígeras por todo o ano, com maior incidência nos meses mais quentes, entre novembro e março. Goés e Fransozo (2000) estudaram a razão sexual para populações

estudadas na década de 1990, a qual foi de 0,93:1, favorecendo as fêmeas, mas sem diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$), apenas nos meses de fevereiro de 1993 e em maio e junho de 1996 desvios significativos foram detectados. Góes e Fransozo (1997) objetivaram determinar a ocorrência de heteroquelia entre machos e fêmeas de *E. gonagra*, e do mesmo sexo, além de caracterizar quanto à forma dos dentes da quela. Concluíram com 456 animais coletados, nos quais ocorreu uma predominância da quela direita maior para ambos os sexos, sendo 97,4% com dentes molariformes.

Nalesso (1993) estudou o comportamento e seleção de presas em *E. gonagra*, 150 indivíduos foram marcados e acompanhados em campo, sendo observado, que os caranguejos saem das tocas na maré baixa, para se alimentar, acasalar, permanecer na beira da toca, também identificando fêmeas ovígeras por todo o ano; ambos os sexos são heteroquélidos, com quela entre 70 a 80% sendo a direita maior, no geral foram observados 20 comportamentos básicos, sendo 10 relacionados com atividade de alimentação, manipulação e ataques a presas.

Teixeira et al (2017) analisaram a variação do investimento reprodutivo em relação ao tamanho das fêmeas de *E. gonagra*, concluindo ser positivo, quanto maior o tamanho das fêmeas, houve aumento proporcional em relação ao IR (Investimento Reprodutivo). Góes (2000), em sua tese, tem um dos trabalhos mais completos sobre a espécie, onde estudou a morfologia, maturidade, fecundidade, ciclo reprodutivo, partilha de habitat e alimentação de *E. gonagra*. Entre tantos resultados, sua maturidade morfológica teve início em 16,7 mm da largura da carapaça para os machos e 17,3 mm para as fêmeas; seu ciclo reprodutivo foi contínuo, sem interrupção nas desovas durante o ano, não apresentando padrões de sazonalidade.

Mais recentemente foram desenvolvidos dois trabalhos, realizados no Nordeste do Brasil, primeiro o de Araújo et al. (2016), embora com dados coletados em 2008 e 2009, que estudaram a biologia populacional de *E. gonagra*, nos costões da Praia de Boa Viagem, Recife-PE, tendo analisado 558 espécimes, com proporção sexual 1:0,82 (F:M), sendo as fêmeas mais abundantes. As fêmeas atingiram sua maturidade morfológica $CW_{50\%}$ em 15,70 mm e machos em 14,50mm. Cujas reprodução ocorreu apenas no período mais quente, entre dezembro e março, sem picos entre os meses.

O outro trabalho foi o de Santana (2018), que analisou a dinâmica alimentar em diferentes áreas de impacto, sendo um total de 375 espécimes coletados em duas áreas (Ponta Verde e Ipioca – AL) com diferentes graus de impactos ambientais. Havendo diferença significativa entre as duas áreas, onde na área de Ponta Verde - AL os indivíduos ingeriram

mais macroalgas e detritos, enquanto em Ipioca – AL a alimentação foi mais diversificada e com itens de origem animal, sendo constatada a ingestão de plástico.

Devido à escassez ou ao fato de os trabalhos sobre reprodução de *Eriphia gonagra* serem antigos e pouco estudados no Norte / Nordeste e percebendo a variedade do tipo de reprodução entre os braquiúros, o presente estudo foi desenvolvido com o intuito de estimar o período reprodutivo desta espécie no costão rochoso, descrever microscopicamente os estágios gonadais das fêmeas de *E. gonagra*, suas células germinativas e seus estágios de desenvolvimento, visando contribuir com informações sobre a biologia reprodutiva macro e microscópica da espécie, contribuindo para tomada de decisões ecológicas futuras, como proibição de coletas na época de reprodução e também um guia educativo para os moradores locais.

Muitos trabalhos acadêmicos são divulgados apenas nas Instituições de Ensino Superior e são publicados em periódicos de acesso restrito, sem acesso à maioria da população brasileira; decorrente disso, cada vez mais se faz necessário que trabalhos oriundos de TCCs, dissertações e teses sejam disponibilizadas para todos terem acesso, com uma linguagem simples e direta, para as pessoas que não são do meio acadêmico, consigam entender e observar os resultados. Nesse contexto, o presente estudo propôs, além da publicação científica, elaborar um livro paradidático com base nos resultados científicos, visando ajudar na formação de leitores, inserindo assim, os mais jovens na leitura interdisciplinar e, nesse caso específico, da preservação do meio ambiente. O livro vem mostrar através de uma história infanto-juvenil, a importância da preservação do caranguejo *Eriphia gonagra*, seu ciclo reprodutivo e fecundidade, além do habitat em que vive, de uma forma simples, lúdica e direta, tanto para crianças, como também para adultos que queiram entender melhor sobre a espécie.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

O presente estudo objetiva, conhecer e descrever as características biológicas relacionada à biologia reprodutiva do caranguejo *E. gonagra* e os aspectos populacionais da espécie no litoral Pernambucano e através dos resultados elaborar um livro paradidático.

2.2 Objetivos específicos

- Classificar os estágios de desenvolvimento gonadal macro e microscópico das fêmeas de *E. gonagra*;
- Caracterizar os aspectos microscópicos do desenvolvimento celular das fêmeas de *Eriphia gonagra*;

- Caracterizar a época e tipo de desova ao longo do ano de *E. gonagra*;
- Identificar a maturidade L₅₀ das fêmeas e dos machos de *E. gonagra*, na área de estudo;
- Verificar a influência dos parâmetros abióticos (Temperatura do ar, temperatura da água e salinidade) no ciclo reprodutivo de *E. gonagra*, na área de estudo;
- Disseminar os achados científicos sobre reprodução da espécie para a sociedade por meio de livro paradidático infanto-juvenil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P. R. S.; SILVA, L. N.; SHINOZAKI-MENDES, R. A. Reproductive biology of the freshwater crab *Goyazana castelnaui* (Brachyura: Trichodactylidae) in a semiarid region of Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**, 64 (1): 1-9, 2020.

AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. **Conservation Biology**, 19 (3): 625-631, 2005.

ARAÚJO, M. S. L. C.; AZEVEDO, D. S.; 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, Eriphiidae) in reefs of Boa Viagem beach, Recife, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 11.3: 197-210, 2016.

BECKER, J.; CASTIGLIONI, D. S.; OZGA, A. V.; CASTIGLIONI, D. S. Biologia populacional de *Minuca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em um manguezal do Nordeste Brasileiro. **Revista Nordestina de Zoologia**, 12 (1): 65-91, 2019.

BOSA, C. R.; MASUNARI, S. Crustáceos decápodos associados aos bancos de *Phragmatopoma caudata* (Kröyer) (Polychaeta, Sabellariidae) na Praia de Caiobá, Matinhos, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19: 117-133, 2002.

BURONE, L.; PIRES-VANIN, A. M. S. Foraminiferal assemblages in the Ubatuba Bay, south-eastern Brazilian Coast. **Scientia Marina**, 70: 203-21, 2006.

CASTIGLIONI, S. D.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FLORES-CARDOSO, R. C. Breeding season and molt cycle of the fiddler crab *Uca rapax* (Brachyura, Ocypodidae) in a subtropical estuary, Brazil, South America. **Gulf and Caribbean Research**, 19 (1): 11-20, 2007.

CASTIGLIONI, D. S.; OLIVEIRA, G. T.; BOND-BUCKUP, G. Dinâmica do desenvolvimento das gônadas de *Parastacus varicosus* (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). **Iheringia. Série Zoologia**, 96 (4): 413-417, 2006.

CASTIGLIONI, D. S.; COELHO, P. A. Determinação da maturidade sexual de *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ucididae) em duas áreas de manguezal do litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, 101 (1-2): 138-144, 2011.

CASTILHO, G. G. Aspectos reprodutivos do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (L.) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), na Baía de Antonina, Paraná, Brasil. 2006. (Dissertação de mestrado: Universidade Federal do Paraná).

CHOY, S. Reproductive Biology of *Liocarcinus puber* and *L. holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Gower Peninsula, South Wales. **Marine Ecology**, 1988, 9.3: 227-241.

COSTA, C. L. Maturidade sexual morfológica do caranguejo violinista *uca maracoani* (brachyura, ocypodidae) no manguezal do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. 2015. (Dissertação de Mestrado: Universidade Federal de Pernambuco).

FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Influência da salinidade no desenvolvimento larval de *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) e *Sesarma* (*Holometopus*) *rectum* Randall, 1840 (Crustacea, Decapoda), em laboratório. **Revista Brasileira de Biologia**, 46(2): 439-446, 1986.

FRANSOZO, A. Desenvolvimento larval de *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Decapoda, Xanthidae), em laboratório. **Rev. Bras. Zool.**, 165-179, 1987.

GÓES, J. M.; FRANSOZO, A. Relative growth of *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) in Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. **Nauplius**, 5(2): 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**, 11(1): 71-80, 1998.

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

GÓES, J. M.; FRANSOZO, A.; GÓES, L. C. F. Fecundity of *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) in the Ubatuba Region, São Paulo, Brasil. **Nauplius**, 13(2):127-136, 2005.

HAEFNER, J. R.; PAUL, A. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. **Bulletin of Marine Science** 46(2):264-286, 1990.

HARTNOLL, R. G. Variation in growth patterns between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda: Brachyura). **Crustaceana**, Leiden, 27: 131-136, 1974.

HARTNOLL, R. G. The determination of relative growth in Crustacea. **Crustaceana**, 34(3): 281-293, 1978.

HIROSE, G. L.; NEGREIROS-FRANSOZO M. L. Growth phases and differential growth between sexes of *Uca maracoani* Latreille, 1802-1803 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae). **Gulf and Caribbean Research**, 19: 43-50, 2007.

KEUNECKE, K. A.; SILVA-JUNIOR, D. R. D.; VIANNA, M.; VERANI, J. R.; D'INCAO, F. Ovarian development stages of *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae). **Crustaceana**, 753-761, 2009.

LINHARES, J. C. S. Estratégias reprodutivas do caranguejo *Ucides cordatus* (Crustacea; Brachyura; Ucididae). 2010. (Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Ceará).

MARTÍNEZ-RIVERA, S.; LONG, W. C.; STEVENS, B. G. Physiological and behavioral sexual maturity of female red deep-sea crabs *Chaceon quinquedens* (Smith, 1879) (Decapoda: Brachyura: Geryonidae) in the Mid-Atlantic Bight. **Journal of Crustacean Biology**, 2020.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Editora Plêiade/FAPESP, 346, 1996.

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**. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, 135 p. 1993. (Tese de Doutorado).

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A.; BERTINI, G. Reproductive cycle and recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapoda, Ocypodidae) at a sandy beach in southeastern Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, 22 (1): 157-161, 2002.

NG, P. K. L.; GUINOT, D.; DAVIE, P. J. F. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant Brachyuran crabs of the world. **Raffles Bull. Zool.**, 17: 1-286, 2008.

PINHEIRO, M. A. A.; FISCARELLI, A. G. **Manual de apoio à fiscalização do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Unesp/Cepsul/Ibama, 2001.

REYNOLDS, T. B. Interactions between sediment contaminants and benthic organisms. In **Ecological effects of in situ sediment contaminants**. Springer, Dordrecht. 53-66, 1987.

SANTANA J. L. **Dinâmica alimentar de *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea: Decapoda: Eriphiidae) em duas áreas recifais com diferentes graus de impacto antrópico no Nordeste do Brasil**. 2018. (Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Pernambuco).

SANTOS, S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Reproductive cycle of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille (Crustacea, Decapoda, Brachyura) from Ubatuba, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16(4):1183- 1193. DOI:10.1590/S010181751999000400025. 1999.

SHINOZAKI-MENDES, R. A.; LESSA, R. Morphology and development of the male reproductive tract in *Callinectes danae* (Crustacea: Brachyura). **Acta Zoologica**, 99 (3): 231-243, 2018.

SHINOZAKI-MENDES, R. A.; SILVA, J. R. F.; HAZIN, F. H. V. Development of male reproductive system of the blue land crab *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Decapoda: Gecarcinidae). **Acta Zoologica**, 93 (4): 390-399, 2012.

SOUZA, L. P.; SILVA, J. R. F. Morphology of the female reproductive system of the red-clawed mangrove tree crab (*Goniopsis cruentata* Latreille, 1803). **Scientia Marina**, 73 (3): 527-539, 2009.

SUMPTON, W. Biology of the rock crab *Charybdis natator* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). **Bulletin of Marine Science**, 46.2: 425-431, 1990.

TEIXEIRA, G. M. **Dinâmica populacional de caranguejos marinhos (Crustacea, Decapoda, Brachyura) do sudeste do Brasil**. 2010. (Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista).

VERCESI, K.; LILIAM, H. A. Y. D. Avaliação do número de ovos em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário de *Macrobrachium pantanalense*. **Boletim do Instituto de Pesca**, 41 (3): 655-663, 2018.

3 ARTIGOS CIENTÍFICOS

3.1 Artigo científico I

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Invertebrate reproduction and development**.

Todas as normas de redação e citação, doravante, atendem as estabelecidas pela referida revista, exceto o idioma a posição das imagens, as quais estão localizadas ao longo do texto.

Desenvolvimento ovariano do caranguejo *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Brachyura, Eriphiidae) em um ambiente recifal brasileiro

RESUMO

O objetivo desse estudo foi descrever o desenvolvimento das células germinativas, desenvolvimento e maturação ovariana de *Eriphia gonagra*, descrevendo macro e microscopicamente seu aparelho reprodutivo. Coletas mensais foram realizadas na praia de Gaibu de novembro/2018 a outubro/2019, durante a maré baixa de sizígia. Com base nas características morfológicas das células e suas alterações observadas, foram identificados quatro estágios de desenvolvimento celular: oogônias ($7,10 \pm 1,85 \mu\text{m}$), oócitos pré-vitelogênicos ($42,23 \pm 8,61 \mu\text{m}$), oócitos em vitelogênese inicial ($130,49 \pm 21,93 \mu\text{m}$) oócitos vitelogênicos ($139,68 \pm 23,45 \mu\text{m}$) e oócitos maduros ($214,77 \pm 90,81 \mu\text{m}$). Os estágios de maturação gonadal foram definidos e relacionados à coloração das gônadas e ao grau de desenvolvimento das células germinativas, onde foram identificados 5 estágios maturacionais: 1 – Imaturo, 2- Em maturação inicial, 3 – Em maturação, 4 – Madura, 5 – Desovada/Repouso. As fêmeas ovígeras foram observadas nos estágios 3, 4 e 5. A anatomia do sistema reprodutor feminino de *E. gonagra*, segue o padrão dos braquiúros.

Palavras-chaves: Reprodução; oócitos; histologia.

Introdução

Eriphia gonagra pertence à infraordem Brachyura e faz parte da família Eriphiidae, tem distribuição na costa leste das Américas, desde a Carolina do Norte (EUA) até Santa Catarina (Brasil) (MELO, 1996), sendo ela, a única espécie do gênero que ocorre no litoral brasileiro (ARAÚJO et al., 2016). Habita diferentes tipos de substratos devido ao seu hábito críptico, como os fundos rochosos de zonas interditaes e entre fendas, com até cinco metros de profundidade ou tocas naturais, nos costões rochosos ou recifes de areia e franja (MELO, 1996; GOÉS, 2000). No Brasil é comumente encontrada nas regiões entre-marés de rochas no litoral, que se estende desde o estado do Pará até Santa Catarina (MELO 1996; GÓES et al., 2005).

Mesmo não tendo valor comercial, *E. gonagra* vive em ambiente recifal, que tem grande importância ecológica, pois representa um elo essencial nas teias alimentares, além de participar diretamente dos ciclos de nutrientes e contaminantes, participa também nos processos de bioacumulação, transferência trófica, biodegradação e bioturbação (REYNOLDSON, 1987).

Informações sobre o desenvolvimento dos ovários de uma espécie são de suma importância para compreender a sua dinâmica populacional a partir dos aspectos da reprodução, como por

exemplo as características de crescimento e diferenças entre as populações (SHINOZAKI-MENDES et al., 2011).

Dentre os estudos desenvolvidos acerca de *E. gonagra*, Nalesso (1993) estudou o comportamento e seleção de presas, onde 150 indivíduos foram marcados e acompanhados em campo, sendo observado, ao alimentar, acasalar e também identificando fêmeas ovígeras por todo o ano; dentre os resultados, ambos os sexos são heteroquélidos, com quela entre 70 a 80% sendo a direita maior, foram observado 20 comportamentos básicos, sendo 10 relacionados com atividades de alimentação, manipulação e ataques a presas.

Goés e Fransozo (2000) estudaram a razão sexual para a população, a qual foi de 0,93:1, favorecendo as fêmeas. Góes e Fransozo (1997) objetivaram determinar a ocorrência de heteroquelia entre machos e fêmeas de *E. gonagra*, e entre o mesmo sexo, além de caracterizar quanto à forma dos dentes da quela. Concluíram, com 456 animais coletados que ocorreu uma predominância da quela direita maior para ambos os sexos, sendo 97,4% com dentes molariformes.

Dentre os estudos desenvolvidos acerca dos aspectos reprodutivos de *E. gonagra*, Fransozo e Negreiros-Fransozo (1987) estudaram seu desenvolvimento larval, constatando que a espécie apresenta um desenvolvimento pós-embriônico constituído de quatro estágios de zoea e um megalopa. Constataram também que ocorreram fêmeas ovígeras por todo o ano, com maior incidência nos meses mais quentes, entre novembro e março. Góes (2000) estudou a morfologia, maturidade, fecundidade, ciclo reprodutivo, partilha de habitat e alimentação de *E. gonagra*. Entre tantos resultados, sua maturidade morfológica teve início em 16,7 mm da largura da carapaça para os machos e 17,3 mm para as fêmeas; seu ciclo reprodutivo foi contínuo, sem interrupção nas desovas durante o ano, não apresentando padrões de sazonalidade, mas todos com análise macroscópica das fêmeas de *E. gonagra*.

É de suma importância definir os estágios de desenvolvimento gonadal, através da análise microscópica das gônadas e fornecer fundamentos para estudos reprodutivos, além de contribuir para a compreensão da biologia da espécie. Decorrente disso, o objetivo desse estudo foi descrever o desenvolvimento das células germinativas, desenvolvimento dos oócitos e maturação ovariana de *E. gonagra*, descrevendo macro e microscopicamente o aparelho reprodutivo da espécie em um ambiente recifal tropical do Nordeste do Brasil.

Material e Métodos

Área de estudo

Os espécimes foram coletados na praia de Gaibu ($08^{\circ}19'52,71''$ S e $034^{\circ}57'01,21''$ W) (Fig.1), localizada na região metropolitana de Recife, no município de Cabo de Santo Agostinho, litoral sul de Pernambuco, Brasil, a 33km da capital, Recife. O clima da área é tropical, com chuvas de outono/inverno de características climáticas bem definidas (IBGE, 2011).

A escolha do local se deu pela presença abundante de caranguejos, livre acesso e presença de vegetação aquática, servindo como substrato para os caranguejos, facilitando a captura, indicando assim, que o local é um habitat da espécie, além disso, é um local que não necessita uso de embarcação.

A praia de Gaibu apresenta pouco impacto antrópico, os banhistas ficam mais na área de areia e nas piscinas que se formam após o recife, é rica em recursos naturais e muito utilizada para pesca. É caracterizada pela ocorrência de grandes extensões de recifes de franja, sobre os quais se desenvolve uma flora diversificada, além da presença de costões rochosos (PEREIRA et al., 2002).

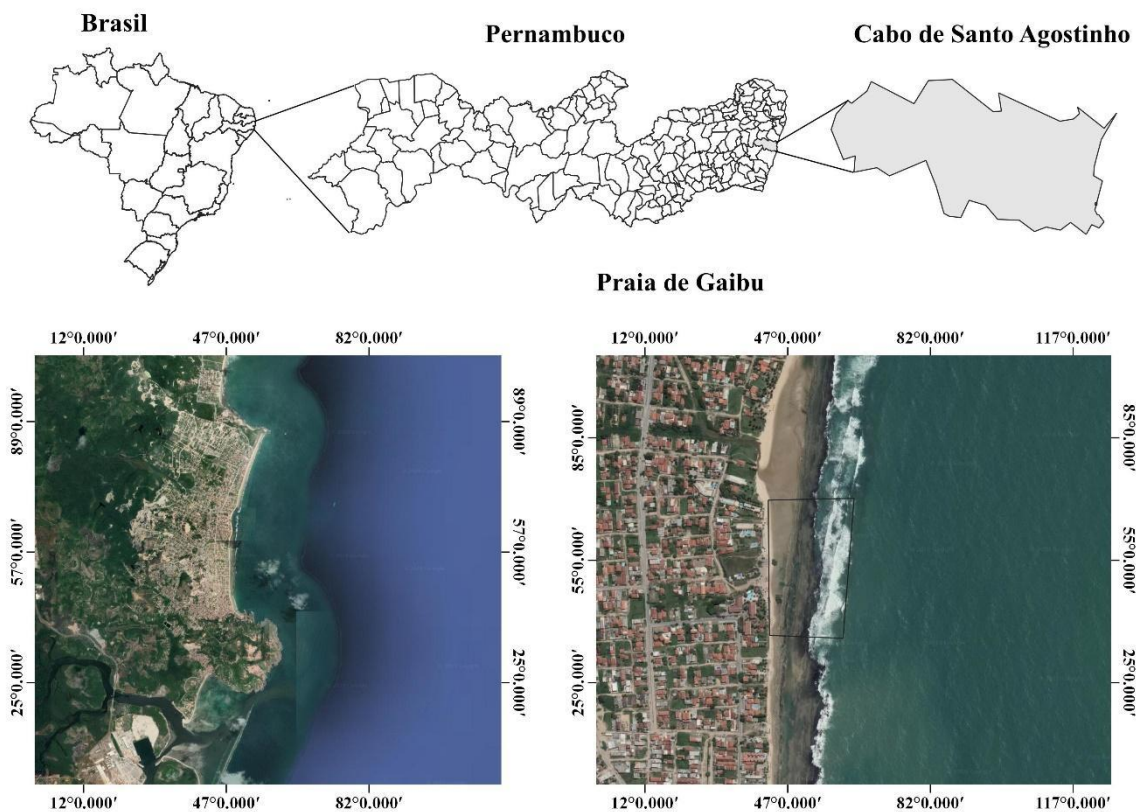


Figura 1 - Área de coleta, praia de Gaibu, em Cabo de Santo Agostinho – PE. Fonte: Google Earth, 2018.

Estratégia amostral e processamento dos exemplares

Foi realizada uma coleta em cada mês no período diurno, de novembro/2018 a outubro/2019, com captura por unidade de esforço (CPUE) padronizada em duas horas, realizada por duas pessoas,

durante a maré baixa de sizígia, de acordo com a tábua de marés (DHN, 2018, 2019). Os indivíduos foram retirados da superfície das rochas, debaixo de pedras soltas e entre as frestas, com auxílio de pinças e luvas, com indivíduos selecionados aleatoriamente.

Ainda em campo, todos os espécimes foram acondicionados em um recipiente plástico, contendo água e rochas para simular o ambiente natural, minimizar o estresse da coleta e mantê-los vivos durante o processo de transporte até o laboratório de Carcinologia (LabCarcino) da Universidade Federal de Pernambuco.

Em laboratório, os espécimes foram submetidos à analgesia por decréscimo de temperatura a -10°C por aproximadamente 20 min, foram identificados e sexados, usando método de identificação proposto por Melo (2003). A largura do abdômen da fêmea e a presença ou ausência do gonopódio, apêndice masculino, localizado no endopodito do segundo par de pleópodes foi o recurso para determinar o sexo da espécie, baseado em método proposto por Lima (2010). Foi medida a largura da carapaça (LC) com paquímetro digital (precisão de 0,01 mm), para obter informações somáticas.

Análises macro e microscópica das gônadas

Inicialmente a carapaça foi cortada radialmente, para visualização do trato reprodutivo, que foi fotodocumentado e observado quanto às características macroscópicas, onde foram observados aspectos de textura, coloração e espaço ocupado pela gônada dentro da cavidade cefalotorácica, seguindo método proposto por Pinheiro e Fransozo (2002).

Após os ovários serem removidos, foram depositados individualmente em um cassete plástico e fixados em solução de Davidson, por um período de 24h a 48h (JUNQUEIRA e JUNQUEIRA, 1983). Após esse procedimento, foram mantidos em álcool 70% por no mínimo, 24h e em seguida, para a rotina histológica, foi utilizado o método adaptado de Junqueira e Junqueira (1983), iniciando-se por uma série crescente de álcool (70%, 80%, 90% e 100%), seguida pela diafanização em xilol (duração de 30 min em cada solução), impregnados e emblocados em parafina a 60°C .

Os blocos de parafina foram cortados com espessura de $5\mu\text{m}$, fixados nas lâminas, que foram coradas com Hematoxilina-Eosina aquosa (adaptado de JUNQUEIRA e JUNQUEIRA, 1983). As lâminas foram analisadas a partir de imagens, utilizando a câmera trinocular Hayear Full HD 34MP 2K HDMI, acoplada ao microscópio LEICA LX500. Utilizando objetivas de 0 a 100 para melhor identificar as estruturas celulares. Posteriormente, essas células reprodutivas foram medidas usando o programa Image Tool 3.0, baseado em Wilcox et al. (1996), para obtenção dos diâmetros totais e do núcleo de 35 células aleatórias de cada estágio de desenvolvimento.

Análise dos dados

Para análise dos dados, foi testada inicialmente a normalidade da distribuição dos dados (teste de Shapiro Wilk) e homocedasticidade das variâncias (teste de Cochran). Como os dados não se apresentaram de forma normal e homogênea, a estatística utilizada foi a descritiva quanto à mediana e aos quartis, dos diâmetros das células (DC) e dos núcleos (DN) dos cortes histológicos. Para avaliar se os diâmetros medianos apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$), foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e em seguida, os valores das medianas foram comparados utilizando o teste de Dunn do programa BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007).

Resultados

De um total de 88 fêmeas de *E. gonagra* foram retirados e analisados seus ovários. Os espécimes tiveram valores de largura de carapaça (LC) entre 14,65 – 41,54 mm, com média e desvio padrão ($28,02 \pm 5,57$). Esses valores apresentaram uma distribuição polimodal, sendo mais abundantes nas classes de 22 a 32mm de largura de carapaça (Figura 2).

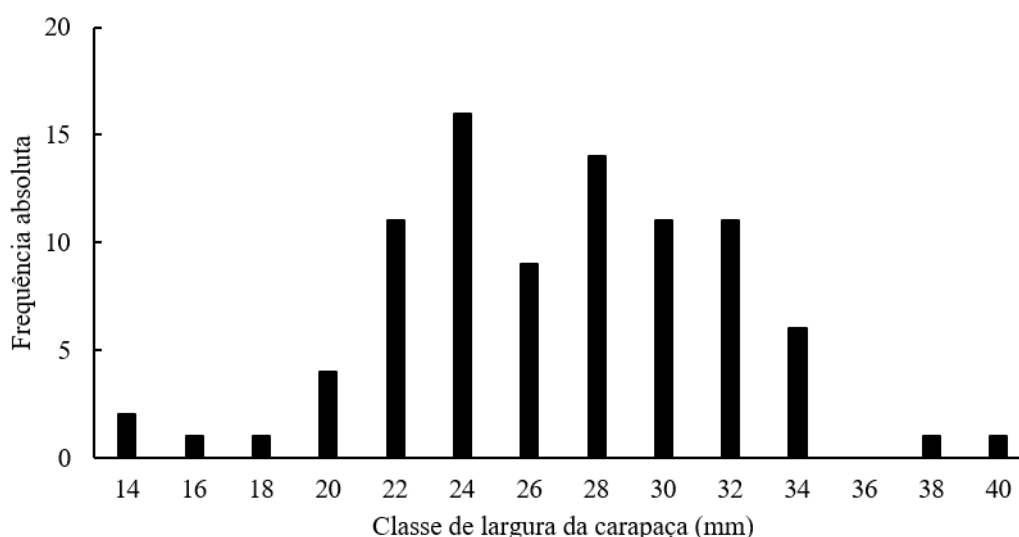


Figura 2 - Distribuição de frequência por classe de tamanho (mm) de fêmeas de *Eriphia gonagra*. Os valores de LC indicam o tamanho inicial da classe com amplitude de 2mm para *Eriphia gonagra*, coletados de novembro de 2018 a outubro de 2019 em Gaibu-PE, Brasil.

Descrição da anatomia macroscópica e do sistema reprodutor das fêmeas de E. gonagra

O sistema reprodutor feminino de *E. gonagra*, apresenta simetria bilateral, está localizado na parte dorsal do cefalotórax, alcançando a porção inicial do abdômen. É constituído de um par de ovários em forma de “H”, com a parte anterior bem mais espessa, com maior diâmetro que a parte anterior, um par de receptáculos seminais e um par de ovidutos que se conecta ao gonóporo. O gonóporo se estende até a parte externa da região ventral do cefalotórax, facilmente visto a olho nu, estando localizado no esternito, na altura do terceiro par de pereiópodes (Figura 3).

Os ovários são órgãos alongados, podendo ser dividido em porção anterior e posterior ao receptáculo seminal. A porção anterior está localizada acima do hepatopâncreas, cujos lóbulos estão ligados entre si através de uma curta comissura transversal, localizada posteriormente ao estômago e ventralmente ao coração. A porção anterior, à medida que amadurece modifica a coloração que varia de vermelha a preta, e a textura variando de homogênea, quando vermelha à granulada, quando de cor preta. Há ainda uma notória variação de volume, podendo se apresentar quase imperceptível aos olhos nus até preencher quase totalmente a cavidade cefalotorácica, cobrindo os demais órgãos. A porção posterior do ovário comparada a anterior, apresenta uma variação pouco perceptível no diâmetro, podendo cobrir o coração; alterando notoriamente o volume (Figura 3).

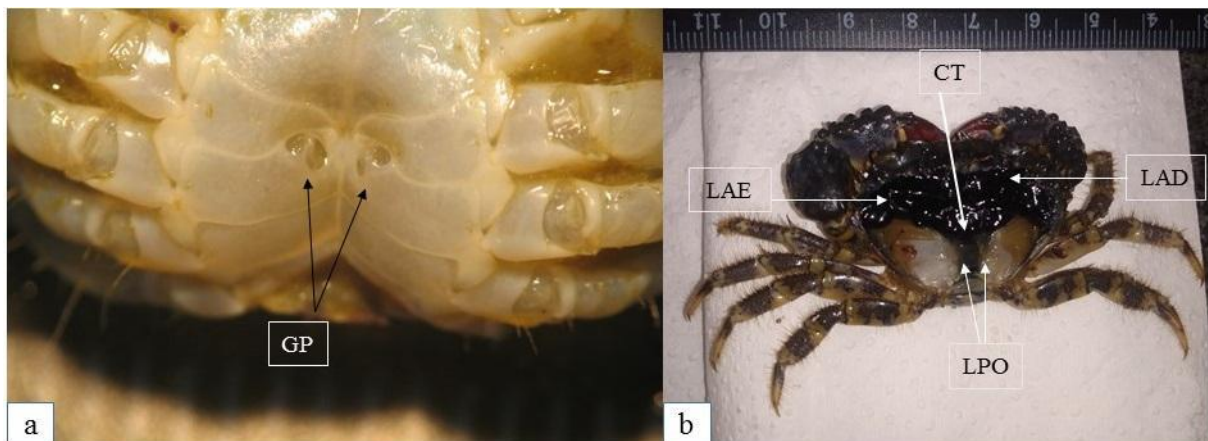


Figura 3 - (a) Vulva mostrando o par de gonóporo da fêmea de *Eriphia gonagra* à altura do 3º par de pereiópodes; (b) Sistema reprodutor feminino na cavidade torácica, mostrando: Lóbulo Anterior Ovariano esquerdo (LAE) e Direito (LAD); Comissura Transversal (CT); Lóbulo Posterior do Ovário Direito e Esquerdo (LPO).

A parte posterior dos ovários possui expansões ventro-laterais na forma de “bolsas”, que é um par de receptáculos seminais (Figura 3), que estão localizados abaixo do intestino médio e coração. Possuem paredes delgadas de forma esférica/ovóide, variando o preenchimento de secreções com coloração translúcidas e esbranquiçada uma coloração de marron escuro a cinza escuro. Eles se conectam aos ovários na sua porção mediana, na porção ventral se conectam ao oviduto.

Descrição macroscópica e desenvolvimento gonadal das fêmeas de E. gonagra

Foram coletadas fêmeas em todos os estágios de maturação. Durante o processo de maturação, os ovários de *E. gonagra* sofreram mudanças na cor, forma, textura, volume, além da composição celular. Cinco estágios de desenvolvimento foram definidos com base em características macroscópicas do ovário e do receptáculo seminal (Figura 4), como segue:

I. Não desenvolvido: Os ovários nesse estágio são pouco desenvolvidos, a gônada é bastante delgada, textura lisa e parede delgada, com coloração variando de translúcida a bege claro (RGB: 252 – 230 – 189) e o receptáculo seminal é translúcido, quase imperceptível aos olhos (Figura 4A).

II. Em desenvolvimento: Neste momento ocorre uma expansão dos lóbulos gonadais. Percebe-se uma textura granulada, um aumento no diâmetro e comprimento da gônada. A porção anterior começa a ocupar a região lateral do cefalotórax, chegando a cobrir a parte do hepatopâncreas, embora a região posterior ainda não seja bem desenvolvida. Sua coloração começa com um amarelo escuro, até o marrom claro (RGB: 169 – 67 – 19). O receptáculo seminal tem uma coloração bege claro (Figura 4B).

III. Desenvolvido: Nesta fase a textura granulada tem um acentuado aumento de tamanho. A coloração do ovário varia de marrom escuro a vermelho (RGB: 126 – 43 – 25). Nessa fase já é possível visualizar os ovos em forma esférica e bem desenhado como pode ser visto na figura 4C. Neste estágio foram encontradas fêmeas portando ovos.

IV. Avançado: A gônada ocupa a cavidade do cefalotórax quase em sua totalidade, atingindo seu diâmetro e comprimento máximo, ultrapassando o hepatopâncreas e com lóbulos bem evidentes, conseguindo visualizar, dentro das gônadas, os oócitos já em forma esférica. Sua cor é preta em sua totalidade (RGB: 9 – 9 – 9). Seu receptáculo seminal tem uma cor cinza (Figura 4D). Neste estágio foram encontradas fêmeas portando ovos.

V. Esgotado: A gônada, nessa fase, tem aspecto delgado e flácido, mantendo a textura granulada, porém em menor proporção que no estágio avançado. A coloração variou de bege a amarelo claro (RGB: 228 – 181 – 107), contendo resíduos marrom escuro, dos oócitos não eliminados. O revestimento da gônada é mais espesso que nos estágios iniciais, seu receptáculo seminal apresenta a cor cinza escuro (figura 4E). Neste estágio foram encontradas fêmeas portando ovos.

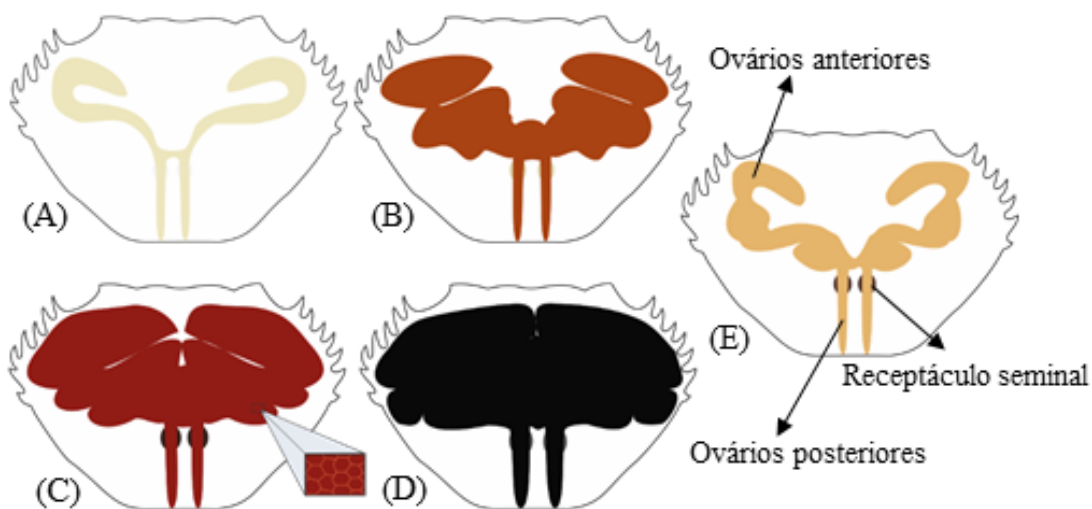


Figura 4 - Desenho esquemático do sistema reprodutivo macroscópico das fêmeas de *Eriphia gonagra* no cefalotórax, vista dorsal, excluindo-se o dorso da carapaça e outros componentes. A: Não desenvolvido; B: Em desenvolvimento; C: Desenvolvido; D: Avançado; E: Esgotado. O Receptáculo seminal está indicado pela seta.

Descrição microscópica do sistema reprodutivo e desenvolvimento das células germinativas das fêmeas de E. gonagra

O ovário de *E. gonagra* é constituído por um tecido conjuntivo, células germinativas em estágios maturacionais diferentes. O desenvolvimento das células reprodutivas se dá a partir dos estágios iniciais localizados no centro da célula (zona germinativa), e a medida que maturam avançam para a periferia (zona de maturação).

Com base nas características morfológicas das células, suas alterações observadas e a resposta aos corantes, usando a classificação proposta por Shinozaki- Mendes et al. (2011), foram identificados cinco estágios de desenvolvimento celular: Oogônias (I e II), oócitos Pré-vitelogênicos, oócitos Vitelogênicos (I e II) e oócitos maduros, descritos a seguir:

Oogônias (Oo)

As oogônias são as mais primitivas e as menores células da linhagem germinativa. São células esféricas com citoplasma escasso ou não perceptível. Apresentam a cromatina nucleolar dispersa, seu núcleo é esférico ocupando quase toda a célula. O citoplasma apresentou pouco acúmulo de proteína, sendo fraca ao corante. Nesse estágio as oôgonias formam ninhos na zona germinativa. O diâmetro médio e o desvio padrão da célula foi de $17,46 \pm 8,57 \mu\text{m}$ e o núcleo de $9,12 \pm 4,30 \mu\text{m}$. Os diâmetros das células variaram de 7,65 a 20 ($n = 35$) (Figura 5A e 5B).

Oócitos Pré-vitelogênico (Opv)

Nesta fase, os oócitos apresentam formato ovalado. O citoplasma é mais volumoso que o estágio anterior. O núcleo apresenta cromatina mais condensada e perinuclear. Exibe um a dois nucléolos na periferia do núcleo, tem caráter altamente basófilo. Encontram-se geralmente na região mais central da gônada (zona germinativa). Apresentando diâmetro médio da célula de $42,23 \pm 8,61 \mu\text{m}$ e do núcleo $16,78 \pm 4,08 \mu\text{m}$. Os diâmetros das células variaram de 30,4 a 64,8 (Figura 5B).

Oócito Vitelogênico Inicial (Ovi)

A célula nesse estágio possui um maior volume. A célula tem formato ovalado, o citoplasma encontra-se mais desenvolvido do que o descrito anteriormente. Observando-se uma deposição lipídica e protéica, compondo o citoplasma, não havendo ainda vitelogênese. Essas deposições são mais evidentes na região periférica do citoplasma, porém ocorrem em toda a célula, dando-lhe esse aspecto granular. O núcleo encontra-se na região central e nucléolos na parte periférica. A célula tem caráter basófilo, sendo suas extremidades acidófilas, pela deposição lipídica e com núcleo basófilo. Fazendo parte da zona de maturação. Os diâmetros das células variaram de 88,08 a 166,62. Diâmetro médio da célula de $130,49 \pm 21,93 \mu\text{m}$, núcleo de $24,21 \pm 2,76 \mu\text{m}$ (Figura 5D).

Oócito Vitelogênico (Ov)

Neste estágio a célula possui volume maior. No citoplasma observa-se uma notória deposição protéica, que é responsável pela formação do vitelo. Essas deposições ocorrem por toda a célula, sendo mais evidentes na região periférica do citoplasma, dando-lhe esse aspecto granular. O núcleo encontra-se na região central e em menor volume que a anterior, decorrente do aumento do citoplasma. Percebe-se ela totalmente acidófila (coloração vermelha). Encontra-se na zona de maturação. Os diâmetros das células variaram de 80,16 a 178,26 μm com diâmetro médio da célula de $139,68 \pm 23,45 \mu\text{m}$ e núcleo $31,16 \pm 5,56 \mu\text{m}$ ($n = 35$) (Figura 5E).

Oócito maturo (OM)

Neste estágio a célula possui formato poliédrico. Decorrente do aumento da célula, as extremidades são levemente arredondadas. Ocorre o processo de vitelogênese completo, os grânulos de proteína e as vesículas citoplasmáticas ocupam todo o citoplasma e em maior tamanho na região perinucleolar. A célula apresenta volume maior do que a descrita anteriormente, estando, assim, prontos para serem liberados e fecundados. O núcleo é quase escasso, decorrente do aumento do citoplasma. Têm caráter altamente acidófilo, reagindo fortemente a eosina, tendo diâmetro médio das células de $214,77 \pm 90,81 \mu\text{m}$. Os diâmetros das células variaram de 140,35 a 427,26 (Figura 5F).

Células foliculares (CF)

Dentre os componentes dos ovários, as células foliculares, tem um papel essencial, pois auxiliam na sustentação dos mesmos e são essenciais no processo de vitelogênese, podendo ser observadas nos cortes histológicos durante o processo de formação dos oócitos. Seu citoplasma é pouco visível e o núcleo altamente basófilo. Essas células possuem formato cúbico quando encontradas formando ninhos na zona germinativa e junto às oogonias e oócitos pré-vitelogênicos. Ao circundar os oócitos vitelogênicos e maduros, elas adquirem o formato achatado, formando um cordão ao redor delas (Figura 5 A, B, C, D, E e F).

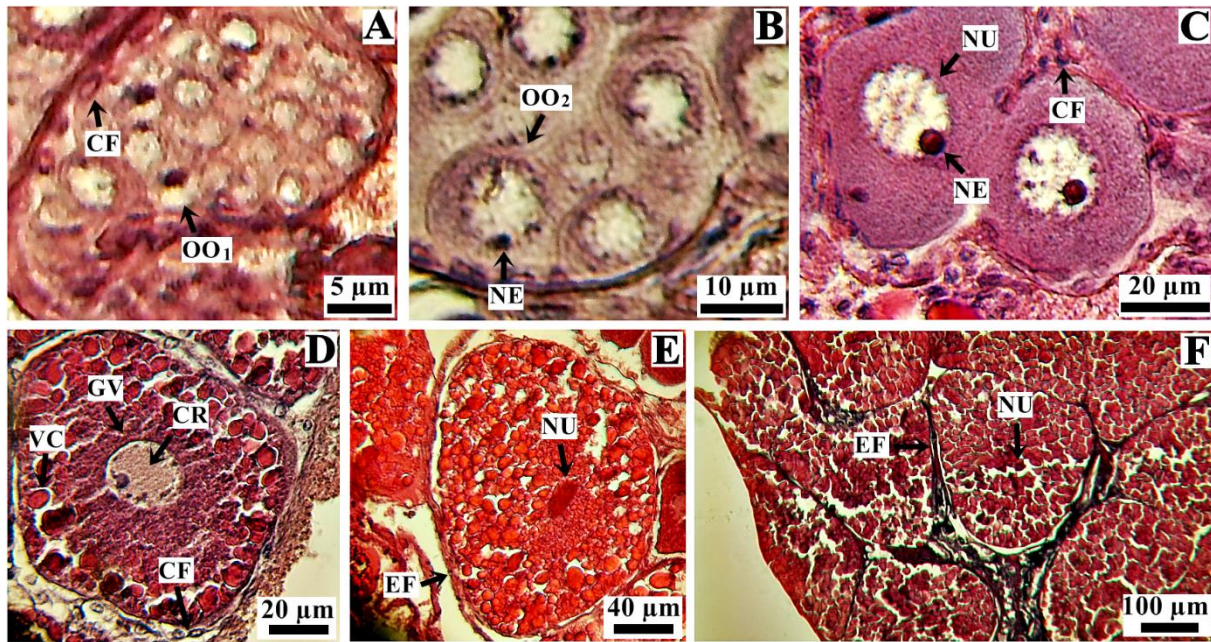


Figura 5 - Fotomicrografia das células do ovário de *Eriphia gonagra* em secção longitudinal e em diferentes estágios de desenvolvimento celular. A: Oogônias em estágio inicial (OO_1), formando ninho e células foliculares (CF). B: Oogônias em estágio final (OO_2), nucléolo na periferia do núcleo (NE). C: Oócitos pré-vitelogênico (OPV), núcleo ovalado (NU), nucléolo bem desenvolvido na periferia do núcleo (NE) e células foliculares (CF) que circundam as células. D: Oócito vitelogênico inicial: vesícula citoplasmática (VC), células foliculares (CF), grânulos de vitelo (GV) e Cromatina granular (CR). E: Oócito vitelogênico avançado, Cromatina granular (CR) vesículas citoplasmáticas (VC) e grânulos de vitelo (GV). F: Oócito maduro: Células foliculares (CF) achatadas ao redor da célula, tendo um núcleo centralizado (NU) imperceptível pelo aumento da célula. Coloração: Hematoxilina-Eosina.

Os diâmetros totais das células e dos núcleos foram analisados separadamente, através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$), onde os diâmetros totais das células não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre OO e OVP, entre OVI e OV e OV e OM. Assim como os núcleos também não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre OVI e OV (Figura 6).

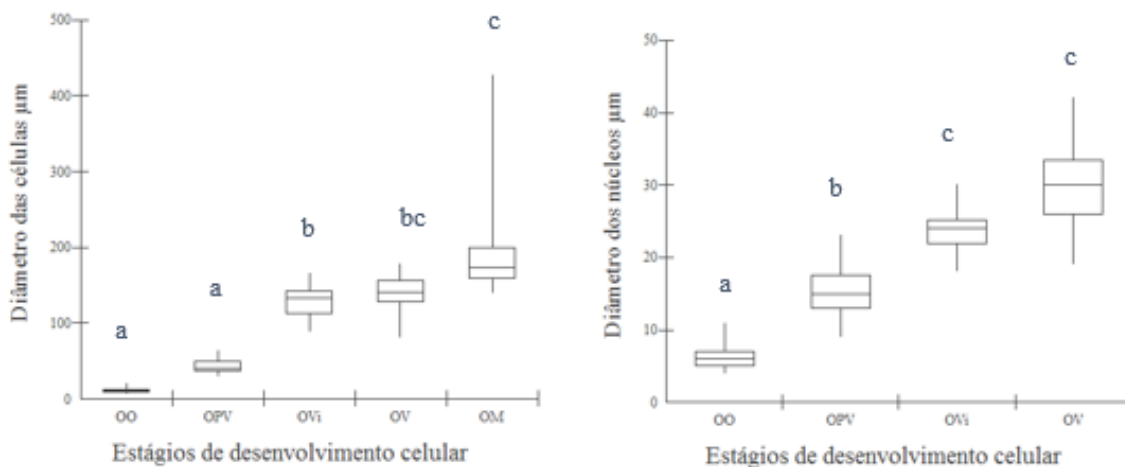


Figura 6 - Representação gráfica em Box plot, dos diâmetros oocitários e dos núcleos nos diferentes estágios de vitelogênese das fêmeas de *E. gonagra*, exibindo barra superior (valor máximo), barra inferior (valor mínimo), topo da caixa (quartil superior), fundo da caixa (quartil inferior), barra interna (mediana). Legenda: Oogônias (OO), Oócitos pré-vitelogênicos (OPV), Oócitos em vitelogênese inicial (OVI), Oócitos Vitelogênicos (OV), Oócitos Maduros (OM). As letras iguais indicam que não existem diferenças entre as medianas, utilizando o teste Dunn ($p < 0,05$).

Estágios de maturação dos ovários das fêmeas de E. gonagra

A cor, o volume e o comprimento das gônadas variaram de acordo com o estágio de desenvolvimento das células germinativas. Foi verificado que, para cada estágio, a coloração de cada ovário variava a depender do desenvolvimento gonadal. Após a análise macroscópica dos ovários e das características microscópicas das células germinativas e células foliculares, foram determinados 5 estágios maturacionais: 1 – Imaturo; 2 - Em maturação inicial; 3 – Em maturação final; 4 - Maduro; 5 - Desovado/Repouso descritos a seguir (Figura 7):

1. *Imaturo*: No estágio macroscópico I (Não desenvolvido), corresponde ao estágio microscopicamente “imaturo”. A gônada é bastante delgada, com coloração variando de translúcida a bege claro (RGB: 252 – 230 – 189). Microscopicamente observa-se a presença de oogônias formando ninhos na zona germinativa, as células foliculares estão em grande número circundando os ninhos de OO e raros OPV estão presentes (Figura 7A).

2. *Em maturação inicial*: No estágio macroscópico II (Em desenvolvimento), corresponde ao estágio microscopicamente “Em maturação inicial”. A gônada tem um aumento do diâmetro e comprimento, a porção anterior começa a ocupar a região lateral do cefalotórax. Sua coloração começa com um amarelo escuro, até o marrom claro (RGB: 169 – 67 – 19). Microscopicamente, na zona germinativa é possível verificar ninhos de oogônias, OPV e ovócitos com vitelogênese inicial em pouca quantidade (Figura 7B).

3. *Em maturação*: No estágio macroscópico III (Desenvolvido), corresponde ao estágio microscopicamente “Em maturação”. Nesta fase a textura da gônada se torna granulada e tem um acentuado tamanho, sendo possível visualizar oócitos em forma esférica. A coloração do ovário varia de marrom escuro a vermelho (RGB: 126 – 43 – 25). Microscopicamente, na zona de maturação, predominam OPV e OV, nota-se um aumento considerável dos diâmetros dos oócitos. As células foliculares estão circundando os oócitos (Figura 7C).

4. *Maduro*: No estágio macroscópico IV (Avançado), corresponde ao estágio microscópico “maturo”. A gônada ocupa a cavidade do cefalotórax quase em sua totalidade, atingindo seu diâmetro e comprimento máximo, ultrapassando o hepatopâncreas. É possível visualizar os oócitos. Sua cor é preta em sua totalidade (RGB: 9 – 9 – 9). Microscopicamente na zona de maturação têm predomínio de OM, mas também tem oogônias e ninhos de oogônias, mas em menor quantidade tem OPV e OV. As células foliculares de formato achatado circundam cada oócito maturo (Figura 7D).

5. *Desovado/Repouso*: No estágio macroscópico V (Esgotado), corresponde ao estágio microscópico “Desovado/Repouso”. A gônada tem aspecto delgado e flácido, mantendo a textura granulada, porém em menor proporção que no estágio anterior. A coloração variou de bege a amarelo

claro (RGB: 228 – 181 – 107), contendo resíduos marrom escuro, dos oócitos não eliminados. Microscopicamente nesse estágio é notório um espaçamento considerável entre as células, é visto muitas células foliculares bem dispersas, presença de folículos pós-ovulatórios (FPO), OO e ninho de OO, OPV (Figura 7E).

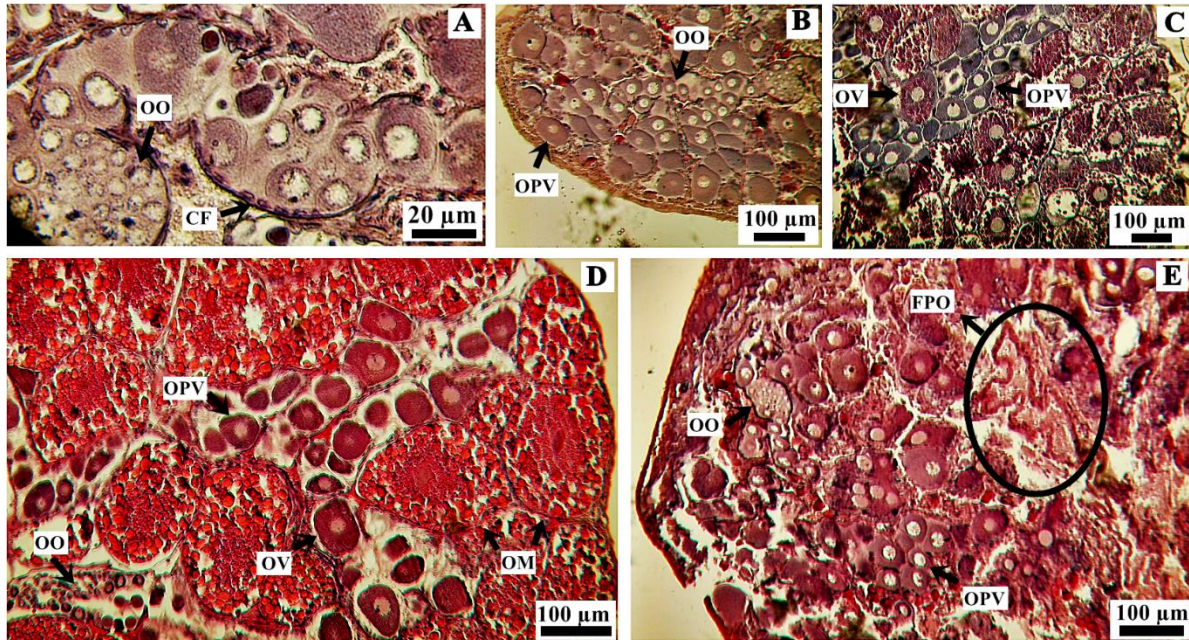


Figura 7 - Fotomicrografia das células em secção longitudinal, em diferentes estágios gonadais das fêmeas de *Eriphia gonagra*. Legenda: A – Imaturo: oogônias (OO) e células foliculares (CF). B – Em maturação inicial: oogônias (OO) e oócitos pré-vitelogênico (OPV). C – Em maturação: OPV e oócito vitelogênico (OV). D – Maturado: OO, OPV, OV e OM. E – Desovado: OO, OPV e folículo pós-ovulatório (FPO). Coloração: Hematoxilina-Eosina.

Discussão

A anatomia do sistema reprodutor feminino de *E. gonagra*, segue o padrão dos braquiúros, sendo constituído por um par de ovários em forma de “H”, conectados por uma comissura transversal, um par de receptáculos seminais e um par de ovidutos; sua localização e componentes seguem o mesmo padrão proposto por Adiyodi & Subramoniam (1983) e Krol et al. (1992). Sendo descritos para outros braquiúros marinhos e estuarinos, como, *Plagusia depressa* (GUIMARÃES et al, 2020); *Cardisoma guanhumu* (SOUZA et al., 2013); *Callinectes danae* (ZARA et al., 2013); *Aratus pisonii* (NICOLAU et al., 2012); *Ucides cordatus* (SANTANA & SILVA, 2010; MOTA-ALVES, 1975); *Goniopsis cruentata* (SOUZA e SILVA, 2009); *Armases rubripes* (SANTOS et al., 2009) e *Uca rapax* (CASTIGLIONI et al., 2007). No entanto, a textura mais granulada e com a parte dos lóbulos anteriores ovarianos esquerdo e direito claramente mais volumoso que os lóbulos posteriores são características singulares de *E. gonagra*.

A coloração das gônadas das fêmeas de *E. gonagra* variou de branco a bege claro, de marrom chegando até a cor vermelha e preta, essas mesmas observações com menos detalhes foram descritas

por Góes (2000), no estudo realizado com a espécie, ele definiu como “aspecto leitoso, granulada e ferrugem”. Nos braquiúros é possível ter inúmeras variações em relação a coloração das gônadas, pois não seguem um padrão de cor durante o processo de maturação. Na espécie de *G. cruentata* os diferentes estágios de maturação mostraram variação na coloração de branco, laranja a marrom escuro (SOUZA e SILVA, 2009; COBO e FRANZOSO, 2005). Na espécie *Plagusia depressa* as gônadas sofrem variações de translúcido a marrom escuro, quase preto (GUIMARÃES et al., 2020). Já para *Ucides cordatus* a coloração das gônadas das fêmeas sofre variação de branco a vermelho intenso (MOTA-ALVES, 1975; SANTANA, 2010), já Linhares (2010) e Castiglioni et al. (2013), para a mesma espécie, descreveram a coloração variando de translúcido a vinho.

Segundo Adiyodi e Subramoniam (1983), essa variação na coloração das gônadas é decorrente da acumulação de pigmentos carotenóides nos oócitos no processo de vitelogênese, tendo a finalidade de proteger o embrião contra os raios ultravioletas. Nesse contexto, pode-se afirmar que embora pertencente à mesma infraordem, as diferentes espécies adaptaram o modo de acumular os carotenoides. E a similaridade de cor entre a espécie *E. gonagra* e *P. depressa* se dá por ambas viverem no mesmo ambiente, que é recifal, visto que tem uma maior incidência de raios ultravioletas, com isso elas acabam acumulando muitos carotenoides para proteção do embrião, tornando as gônadas pretas ou a mais próxima disso.

O ovário de *E. gonagra*, analisado microscopicamente, segue o padrão dos braquiúros, onde é constituído por um tecido conjuntivo, células germinativas com estágios maturacionais diferentes, núcleos, nucléolos, uma grande quantidade de células foliculares circundando as células. A mudança nas células germinativas observadas no presente trabalho foi semelhante às fêmeas de outros braquiúros como, *Gecarcinus lateralis* (WEITZMAN, 1966); *Armases rubripes* (SANTOS et al., 2009); *Pinnotheridae* (BECKER et al., 2011); *Aratus pisonii* (NICOLAU et al., 2012); *Ucides cordatus* (CASTILHO et al., 2013); *Plagusia depressa* (GUIMARÃES et al., 2020). As mudanças observadas nos ovários de *E. gonagra*, são notórias em todos os estágios de desenvolvimento. Segundo Quackenbush (1991), o aumento da célula é decorrente da produção do vitelo, que foi visto no presente estudo, onde as diferenças do diâmetro celular foram marcadas principalmente no desenvolvimento celular entre OO e OPV, entre OVI e OV e OV e OM.

Dentre os componentes germinativos seu desenvolvimento e tamanho médio de cada estágio observados, as oogônias, oócitos pré-vitelogênicos, oócitos em vitelogênese e oócitos maduros, foram semelhantes a outras espécies tais como: *Minuca rapax* (CASTIGLIONI et al., 2007); *Goniopsis cruentata* (SOUZA e SILVA, 2009); *Cardisoma guanhumi* (SHINOZAKI-MENDES, 2011) e *Halicarcinus planatus* (DIEZ e LOVRICH, 2010). Sugere-se que tal semelhança seja referente ao tamanho do animal (LC), ou a estratégia reprodutiva de cada espécie, que apresenta um gradativo

aumento do diâmetro, decorrente de componentes nutritivos favoráveis ao seu desenvolvimento, como podemos observar na Tabela 1. Shinozaki-Mendes et al. (2011), relatam que o diâmetro dos oócitos parece ser característico para cada espécie, com uma ampla gama de valores para cada estágio, mostrando aumento no diâmetro em todo o processo de desenvolvimento ovariano, visto no presente estudo (Tabela 1). Lembrando que pequenas alterações podem ser decorrentes de vários métodos aplicados na rotina histológica no processo de desidratação. Entretanto, Shinozaki-Mendes et al. (2011) ressaltam que, em um método aplicado uniformemente, efeitos adversos tendem a afetar todas as células com a mesma proporção, reduzindo assim a chance de ocorrer um possível erro entre as medições das células.

Tabela 1 - Diâmetros máximo e mínimo ou diâmetros médios (μm) de Oôgonias (OO), Oócitos Pré-Vitelogênese (OPV), Oócitos Vitelogênicos (OV) e Oócitos Maturados (MO), Largura da Carapaça (LC) (mm) citados por braquiúros de diferentes autores.

Espécies	LC (mm)	Diâmetro (μm)				Autor
		OO	OPV	OV	OM	
<i>Minuca rapax</i>	<12,1	10-22	40-80		160-280	Castiglioni et al. (2007)
<i>Goniopsis cruentata</i>	21,0 – 46,1	10 (média)	20-80	50-340	250-410	Souza e Silva (2009)
<i>Cardisoma guanhumi</i>	28,4 – 92,2	9-26	26-100	79-160	132-310	Shinozaki-Mendes (2011)
<i>Maja brachydactyla</i>	130 – 160	264 (média)	453 (média)	673 (média)	845 (média)	Rotllant et al. (2007)
<i>Scylla paramamosain</i>	≥ 70	5-10	45-100	80-200	150-250	Islam et al (2010)
<i>Arenaeus cribrarius</i>	47,0 – 148	53,5 (média)	148,4 (média)	238,5 (média)	299,5 (média)	Garcia Bento et al. (2020)
<i>Callinectes ornatus</i>	38,4 – 55,5	49,3 (média)	164,9 (média)	270,8 (média)	303,6 (média)	Garcia Bento et al. (2020)
<i>Halicarcinus planatus</i>	5 – 12,93		75-100		180-430	Diez e Lovrich (2010)
<i>Scylla serrata</i>	120,8 – 140,6	42,1 (média)	73,4 (média)	115,2 (média)	234,0 (média)	Quinitio et al. (2007)
<i>Eriphia gonagra</i>	14,65 – 41,54	7,65 - 20	30,4 - 64,8	80,16 - 178,26	140,35 - 427,26	Presente estudo

Fonte: Autor (2020).

Em relação a composição e formato das células germinativas e seu desenvolvimento, tanto para os braquiúros marinhos, como para os de água doce e em muitos outros decápodes, as características encontradas para *E. gonagra* seguem o mesmo padrão, como mostrado nos estudos, com *Ucides cordatus* (SANTANA et al., 2010), *Aratus pisonii* (NICOLAU et al., 2012), *Macrobrachium amazonicum* (VENTURA et al., 2019), *Plagusia depressa* (GUIMARÃES et al., 2020) e em *Goyazana castelnaui* (ALMEIDA et al., 2020). A espécie segue o mesmo padrão, em alguns trabalhos com decápodes dulcícolas o ovário tem formato diferente, como para *Goyazana castelnaui* (ALMEIDA et al., 2020), que tem formato de “U”, no entanto, sua composição não altera.

As oôgonias se apresentam como células esféricas com citoplasma escasso ou não perceptível, apresentaram a cromatina nucleolar condensada, havendo a presença de um núcleo esférico que ocupa quase toda a célula, mesmo visto em trabalhos com *Minuca rapax* (CASTIGLIONI et al., 2007), *Armases rubripes* (SANTOS et al., 2009) e *Plagusia depressa* (GUIMARÃES et al., 2020).

Em relação aos oócitos pré-vitelogênicos, o presente estudo corrobora trabalhos com *Maja brachydactyla* (ROTLLANT et al., 2007), *Armases rubripes* (SANTOS et al., 2009), *Ucides cordatus* (SANTANA et al., 2010) e *Plagusia depressa* (Guimarães et al., 2020), onde OPV exibem um nucléolo voltado para a periferia do núcleo, com presença de células foliculares cúbicas, com núcleo perinuclear. Em outros estudos como o de Shinozaki-Mendes et al. (2011) com *Cardisoma guanhumi*, o número de nucléolos variou entre um e dois nucléolos e em *Goniopsis cruentata* (SOUZA e SILVA, 2009), sempre houve dois nucléolos. Por outro lado, Garcia Bento (2020), relata que há presença de mais de um nucléolo compactados na cromatina condensada.

O oócito em vitelogênese, tem formato ovalado, o citoplasma encontra-se mais desenvolvido e tem uma grande deposição lipídica e protéica, compondo o citoplasma, onde são mais evidentes na região periférica do citoplasma, dando-lhe esse aspecto granular, o mesmo visto em *Arenaeus cribrarius* e *Callinectes ornatus* por Garcia Bento et al. (2020). Já as células foliculares, que outrora estavam circundando a célula, se encontram achatadas em torno da célula como, também visto nos trabalhos de Rotllant et al. (2007), com *Maja brachydactyla* e Souza e Silva (2009) com a espécie *Goniopsis cruentata*.

Os oócitos maduros, por sua vez, os grânulos de proteína e as vesículas citoplasmática ocupam todo o citoplasma, suas extremidades são levemente arredondadas em formato poliédrico, mesmo visto em trabalhos com *Plagusia depressa* (GUIMARÃES et al., 2020), por *Arenaeus cribrarius* e *Callinectes ornatus* por Garcia Bento et al. (2020), já Rotllant et al. (2007), para *Maja brachydactyla*, definiu o formato apenas como "irregular". As células foliculares formam um epitélio pavimentoso, similar a um cordão ao redor dessas células, que é chamado de foliculogênese, em um estudo de

Adiyodi e Subramoniam (1983), e visto em outros trabalhos e *Ucides cordatus* (SANTANA, 2010), em *Minuca rapax* (CASTIGLIONI et al., 2007) e *Goniopsis cruentata* (SOUZA e SILVA, 2009).

O núcleo nesse estágio é bem reduzido, decorrente do aumento do citoplasma, em algumas células até imperceptível, o mesmo visto em trabalhos com *Cardisoma guanhumi* (SHINOZAKI-MENDES, 2011), e em *Goniopsis cruentata* (SOUZA e SILVA, 2009), onde relatam que a “inexistência” do núcleo é decorrente do aumento do citoplasma.

As células germinativas se desenvolveram de forma contínua, de oogônias até tornarem-se oócitos maduros, da mesma forma como um ovário imaturo se modifica, continuamente, até atingir a maturidade gonadal, a transformação de uma variável contínua em uma variável discreta, que são os estágios, permite uma melhor separação em grupos (SHINOZAKI-MENDES et al., 2011). Assim, Souza e Silva (2009), afirmaram que divisão em muitos estágios, com sutis diferenças, torna a classificação quase impraticável. No presente trabalho, optou-se por selecionar 5 estágios, pois através da análise macroscópica (Figura 3) e microscópica (Figura 6) tem uma considerável diferença de coloração e de células germinativas entre os estágios gonadais de maturação inicial e maturação final, corroborando trabalhos realizados com braquiúros, mais especificamente, caranguejos marinhos e estuarinos, como *Goniopsis cruentata* (SANTOS et al., 2013); *Callinectes ornatus* (CARVALHO, 2011); *Ucides cordatus* (ANDRADE et al., 2007; CASTILHO, 2006 e 2013); e em *Scylla serrata* (QUINITIO et al., 2007).

Góes (2000) definiu 4 estágios de maturação para a espécie *Eriphia gonagra*, no entanto, foi utilizado apenas análise macroscópica dos estágios de desenvolvimento. No presente estudo observou-se a importância de utilizar métodos histológicos, visto que só na análise macro pode-se confundir os estágios não desenvolvido com desovado e/ou em maturação inicial e em maturação final, visto que macroscopicamente existe uma semelhança.

Os ovários de *E. gonagra* apresentam estágios de maturação com gradativo aumento das células reprodutivas, que é decorrente da produção do vitelo. Através da análise macroscópica dos ovários e das características microscópicas das células germinativas e células foliculares, foi possível determinar seus estágios maturacionais e o desenvolvimento dessas células. Informações acerca da biologia de *E. gonagra* é uma importante ferramenta para embasar futuros estudos sobre a espécie, como ciclo reprodutivo, fecundidade, população, entre outros.

Referências

Adiyodi RG, Subramoniam T. 1983. Arthropoda Crustacea. In: KG Adiyodi e RG Adiyodi. Biologia Reprodutiva de Invertebrados, pp. 443-495, v. 1. John Wiley and Sons Ltd.

Almeida PRS, Silva L N, Shinozaki-Mendes RA. 2020. Reproductive biology of the freshwater crab *Goyazana castelnaui* (Brachyura: Trichodactylidae) in a semiarid region of Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, v. 64, n. 1, p. 1-9.

Andrade CE, Vasconcelos JA, Oliveira SM, Ivo CTC. Biologia e pesca do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), no estuário do Rio Curimataú, Município de Canguaretama–Rio Grande do Norte. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*, v. 15, n. 1, p. 31-41, 2007.

Araújo MSLC, Azevedo DS, Silva JVCL, Pereira CLF, Castiglioni DS. 2016. 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.

Ayres, M.; Ayres-Junior, M.; Ayres, D.L.; Santos, A.A.S. 2007. BioEstat - aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, Pará, Brasil, 364p.

Becker C, Brandis D, Storch V. 2011. Morphology of the female reproductive system of European pea crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Pinnotheridae). *Journal of Morphology*, v. 272, n. 1, p. 12-26.

Carvalho EAS, Carvalho FL, Couto ECG. 2011. Maturidade sexual em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (crustacea: decapoda: portunidae) no litoral de Ilhéus, BA, Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 51, n. 24, p. 367-372.

Castilho GG. 2006. Aspectos reprodutivos do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (L) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), na Baía de Antonina, Paraná, Brasil. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná.

Castilho-Westphal GG, Ostrensky A, Pie MR, Boeger WA. 2013. Morphology of the female reproductive system and reproductive cycle of the mangrove land crab *Ucides cordatus* (L.) in the Baía de Antonina, Paraná, Brazil. *Acta Zoologica*, v. 94, n. 1, p. 86-93.

Castiglioni DS, Negreiros-Fransozo ML, Flores CRC. 2007. Breeding season and molt cycle of the fiddler crab *Uca rapax* (Brachyura, Ocypodidae) in a subtropical estuary, Brazil, South America. *Gulf and Caribbean Research*, v. 19, n. 1, p. 11-20.

Castiglioni DS, Silva-Castiglioni D, Oliveira PJA. 2013. Biologia reprodutiva de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ucididae) em duas áreas de manguezal do litoral sul do Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v. 13, n. 4, p. 433-444.

Cobo VJ, Fransozo A. 2005. Physiological maturity and relationships of growth and reproduction in the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Brachyura, Grapsidae) on the coast of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 1, p. 219-223.

DHN. Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. 2018. Tábua das Marés. Porto de Suape, p.80-82.

DHN. Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. 2019. Tábua das Marés. Porto de Suape, p.80-82.

Diez MJ, Lovrich GA. 2010. Reproductive biology of the crab *Halicarcinus planatus* (Brachyura, Hymenosomatidae) in sub-Antarctic waters. *Polar Biology*, v. 33, n. 3, p. 389-401.

Fransozo A, Negreiros-Fransozo ML. 1987. Morfologia dos primeiros estágios juvenis de *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) e *Eurypanopeus abbreviatus* (Stimpson, 1860) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae), obtidos Hartnoll, R. G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, v. 27, n. 2, p. 151-156.

Garcia Bento MA, Nascimento FA, Mantelatto FL, Zara FJ. 2020. Ovarian development in swimming crabs: comparative histochemistry and ultrastructure of *Callinectes ornatus* and *Arenaeus cribrarius* (Brachyura, Portunidae). *Tissue and Cell*, p. 101395.

Góes JM, Fransozo A. 1997. 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.

Góes JM, Fransozo A. 2000. Sex ratio analysis in *Eriphia gonagra* (Crustacea, Decapoda, Xanthidae). *Iheringia, Série Zoologia*, v.88, p. 151-157.

Góes JM. 2000. Biologia do caranguejo *Eriphia gonagra* (Fabrício, 1781) (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) na região de Ubatuba, São Paulo. 2000. 186f. Tese (Doutorado em ciências biológicas – Área de zoologia). Universidade Estadual Paulista, São Paulo. p.4.

Góes JM, Fransozo A, Góes LCF. 2005. Fecundity of *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) in the Ubatuba Region, São Paulo, Brasil. *Nauplius*, v. 13 n. 2 p.127-136.

Guimarães MP, Calado TCS, Barros MSF. 2020. Gonad development in mature females of tidal spray crab *Plagusia depressa* (BRACHYURA: PLAGUSIIDAE). *Acta Zoologica*.

IBGE 2017. Clima do município de Cabo de Santo Agostinho. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/cabo-de-santo-agostinho/panorama>> Acesso em: 07 de dez. 2018.

Islam MDS, Kodama K, Kurokora H. 2010. Ovarian development of the mud crab *Scylla paramamosain* in a tropical mangrove swamps, Thailand. *Journal of Scientific Research*, v. 2, n. 2, p. 380-389.

Junqueira LCU, Junqueira LMMS. 1983. Técnicas básicas de citologia e histologia. São Paulo, Santos. p. 123.

Krol RM, Hawkins WE, Overstreet RM. 1992. Reproduc componentes ativos. In: FW Harrison e AG Humes. *Micro Anatomia escópica de invertebrados: Decapod Crustacea*, v. 10. pp. 259-343. Wiley-Liss, Inc.

Lima DJM, Cobo VJ, Alves DFR, Barros-Alves SP, Fransozo V. 2010. Onset of sexual maturity and relative growth of the freshwater crab *Trichodactylus fluviatilis* (Trichodactyloidea) in southeastern Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, v.57, n.2, p. 105-112.

Linhares JCS. 2010. Estratégias reprodutivas do caranguejo *Ucides cordatus* (Crustacea; Brachyura; Ucididae). (Dissertação do programa de ecologia e recursos naturais). Universidade Federal do Ceará, p.97.

Madrugá-Filho JD. 2004. Aspectos geoambientais entre as praias do Paiva e Gaibu, município do Cabo de Santos Agostinho (Litoral Sul de Pernambuco). 252f. Tese (Doutorado em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Melo GAS. 2003. Famílias Atyidae, Palaemonidae e Sergestidae. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil (G.A.S. Melo, Ed.) Edições Loyola, São Paulo, p. 289-415.

Melo GAS. 1996 Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo: Editora Plêiade/FAPESP.

Mota-Alves MI. 1975. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá. *Ucides cordatus* (Linnaeus), em mangues do Estado do Ceará (Brasil). *Arquivo ciências do mar*. v.15, p. 85-91.

Nalesso RC. 1993. Comportamento e seleção de presas em *Eriphia gonagra* (Decapoda, Xanthidae) no costão da Praia do Rio Verde, E. E. Juréia-Itatins, SP. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, 135 p. (Tese de Doutorado).

Nicolau CF, Nascimento AA, Machado-Santos C., Sales A, Oshiro LMY. 2012. Gônadas de machos e fêmeas do homem caranguejo da árvore do bosque *Aratus pisonii* (Grapsidae: Brachyura:

Decapoda): Uma visão histológica e histoquímica. *Acta Zoologica*, v. 93 n. 2, p. 222- 230. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6395.2011.00516.x>.

Pereira SMB, Oliveira CMF, Angeiras, JAP, Oliveira NMB, Torres J, Gestinari LMS, Bandeira-Pedrosa ME, Cocentino ALM, Santos MD, Nascimento PRF, Cavalcanti DR. 2002. Algas marinhas bentônicas do estado de Pernambuco. In: Tabarelli, M. & Silva, J.M. (eds.). Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco. Massangana/ Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Recife, p. 97-124.

Pinheiro MAA, Fransozo A. 2002. Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) on the Brazilian coast near 23°30'S. *Journal of Crustacean Biology*, v. 22 n. 2, p.416-428.

Pinheiro MAA, Fransozo A. 2002. Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) on the Brazilian coast near 23°30'S. *Journal of Crustacean Biology*, Lawrence, v.22, n.2, p. 416-428.

Quackenbush LS, Loach PF, Dougherty WJ, Davidson MA. Regulation of vitellogenesis in penaeid shrimps. Eds. *Frontiers of shrimp research*. Amsterdam, Elsevier. v.22, p.125-140. 1991.

Quintio ET, Jennette PD, Parado-Esteva DF. 2007. Ovarian maturation stages of the mud crab *Scylla serrata*. *Aquaculture Research*, v. 38, n. 14, p. 1434-1441.

Reynoldson TB. 1987. Interactions between sediment contaminants and benthic organisms. In *Ecological effects of in situ sediment contaminants* (pp. 53-66). Springer, Dordrecht.

Rotllant G, González-Gurriarán E, Fernández L, Benhalima K, Ribes E. 2007. Ovarian maturation of the multi-spawning spider crab *Maja brachydactyla* (Decapoda: Majidae) with special reference to yolk formation. *Marine Biology*, v. 152, n. 2, p. 383-394.

Santana GX, Silva JRF. 2010. Maturação Gonadal em fêmeas do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 (Decapoda: Brachyura: Ocypodidae) no mangue do Rio Ceará, Caucaia-CE. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, nº especial 2, Manguezais do Brasil.

Santos, CM, Lima, GV, Nascimento, AA, Sales, A., & Oshiro, L. MY. 2009. Análise histológica e histoquímica da gonadal desenvolvimento de machos e fêmeas de *rubripes Armases* (Rathbun 1897) (Crustacea, Brachyura, Sesarmidae). *Jornal Brasileiro de Biology*, 69 (1), 161-169. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842009000100021>.

Santos MCF, Botelho ERRO, Corrêia FM, Almeida L, Silva CGM. 2013. Aspectos populacionais do aratu *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) no manguezal de Caravelas (Bahia, Brasil). *Boletim Técnico Científico. CEPENE, Tamandaré, PE*, v. 19, n.1, p.27-36.

Shinozaki-Mendes RA, Silva JRF, Sousa LP, Hazin FH. 2011. Histochemical study of the ovarian development of the blue land crab *Cardisoma guanhumi* (Crustacea: Gecarcinidae). *Invertebrate Reproduction & Development*, London, v. 56, n. 3, p. 191-199.

Shinozaki-Mendes RA, Silva, JRF, Hazin, FHV. 2012. Development of male reproductive system of the blue land crab *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Decapoda: Gecarcinidae). *Acta Zoologica*, v. 93, n. 4, p. 390-399.

Silva LB. 2007. Conflitos socioambientais na praia de Gaibu: a influência do turismo na apropriação do espaço e seus efeitos na luta pela efetivação dos direitos sociais. 2007. 89f. (Dissertação de Mestrado em Serviço Social). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 57 e 62.

Souza LP, Silva JRF, Araújo AM, Camargo-Mathias MI. 2013. Morfologia dos dutos genitais femininos do caranguejo terrestre azul *Cardisoma guanhumi* (Crustacea: Brachyura: Gecarcinidae). *Acta Zoologica*, 94 (3), 300–330.

Souza LP, Silva JRF. 2009. Morphology of the female reproductive system of the red-clawed mangrove tree crab (*Goniopsis cruentata* Latreille, 1803). *Scientia Marina*, v. 73, n. 3, p. 527-539.

Ventura E, Winick-Silva A, Shinozaki-Mendes RA. 2019. Ovarian development and spawning of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda). *Iheringia. Série Zoologia*, v. 109.

Weitzman MC. 1966. Oogenesis in the tropical land crab, *Gecarcinus lateralis* (Fremenville). *Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie*, v. 75, n. 1, p. 109-119.

Wilcox, CD, Dove, SB, McDavid, WD, Greer, DB. 1996. UTHSCSA ImageTool 3.0. University of Texas, Health Science Center, San Antonio, Texas, United States.

Zara FJ, Gaeta HH, Costa TM, Toyama MH, Caetano FH. 2013. A histoquímica do ciclo ovariano e sua relação com peso de hepatopâncreas no caranguejo azul *Callinectes danae* (Crustacea: Portunidae). *Acta Zoologica*, 94 (2), 134-146.

3.2 Artigo científico II

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Acta Zoológica**

Todas as normas de redação e citação, doravante, atendem as estabelecidas pela referida revista, exceto o idioma e a posição das imagens, as quais estão localizadas ao longo do texto.

**Aspectos reprodutivos do caranguejo *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781)
(Brachyura, Eriphiidae) em um ambiente recifal no Nordeste do Brasil**

RESUMO

O presente estudo objetivou, identificar e descrever aspectos reprodutivos, tais como: crescimento relativo; pico reprodutivo correlacionando com dados abióticos e variação sazonal dos estágios de maturação gonadal; determinar o tamanho de primeira maturação (LC₅₀), e o tipo de desova de *Eriphia gonagra* em um ambiente recifal. As coletas foram mensais, sendo realizadas na praia de Gaibu de novembro/2018 a outubro/2019, durante a maré baixa de sizígia. Foram coletados 183 exemplares de *Eriphia gonagra*, sendo 88 fêmeas (48,08%) e 95 machos (51,91%). As fêmeas apresentaram valores de LC entre 14,65 e 42,54 mm, tendo suas modas entre 24 e 32 mm. Para os machos, a LC variou de 16,23 a 39,36 mm, tendo suas modas entre 26 e 32 mm. A proporção sexual total diferiu significativamente do esperado ao longo do período amostral: com média de 1:0,92 (M / F), não correspondeu à proporção esperada, que é 1:1 ($\chi^2= 91,79$). Analisando o ajuste do modelo dose-resposta, o tamanho de primeira maturação das fêmeas de *Eriphia gonagra* LC₅₀ é de 21,81 mm e alcançando LC₉₉ com 27,35 mm. Já para os machos o LC₅₀ foi de 20,58 e LC₉₉ 26,70 mm. Ambos os sexos apresentaram alometria positiva. Através da análise microscópica dos diferentes estágios das células germinativas, pode-se afirmar que a desova é parcelada, do tipo “sincrônica em mais de dois grupos”, ou seja, os espécimes possuem, no mínimo, três lotes intraovarianos e desovam duas ou mais vezes em cada período reprodutivo. Com base em observações na distribuição dos estágios maturacionais, percebe-se que o período reprodutivo é contínuo, tendo fêmeas em diferentes estágios durante todos os meses, tendo uma maior incidência de fêmeas ovígeras, em maturação final e maduras nos meses mais quentes, de dezembro a março.

Palavras-chaves: Ciclo reprodutivo; maturidade gonadal; desova parcelada.

1 - INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre o ciclo reprodutivo de espécies de caranguejos é de grande relevância, pois é através do sucesso reprodutivo que o indivíduo estará geneticamente representado nas próximas gerações. Segundo González-Gurriarán (1985), o ciclo reprodutivo nos caranguejos é marcado por uma série de transformações morfológicas e fisiológicas. É nesse momento em que os juvenis alcançam a maturidade, já tendo a capacidade de produzir gametas e aptos a copular, fecundar e/ou serem fecundados (Moura & Coelho, 2004; Mantelatto & Fransozo, 1997). Estudos sobre tamanho de maturidade, tem o intuito de identificar o tamanho mínimo em que pelo menos a metade da

população atingiu a maturidade, pois assim, ela terá a possibilidade de se reproduzir pelo menos uma vez na vida (Knuckey, 1996).

Nos braquiúros, o início da maturidade é evidenciado por alteração no crescimento de algumas partes corporais relacionadas aos caracteres sexuais secundários: nos machos, em geral, são os quelípodos e nas fêmeas, o abdômen e pleópodos (Hartnoll, 1982). Alterações no padrão de crescimento dessas partes são responsáveis pelo aparecimento do dimorfismo sexual nos crustáceos (Hartnoll, 1982). Essas mudanças podem ocorrer gradualmente por meio de uma série de mudas, ou até ocorrer bruscamente em uma única muda, identificada como muda puberal (Hartnoll, 1982). Ainda para o autor, essas mudanças ocorrem diferentemente no corpo do animal, com alterações de crescimento dessas partes do corpo em comparação ao tamanho do animal, sendo chamado esses processos de crescimento relativo, sendo ele heterogênico ou alométrico.

Mudanças morfológicas relacionadas à maturidade, como também o ciclo reprodutivo de uma espécie, usualmente é influenciada por fatores bióticos e abióticos ou por uma interação entre eles, como por exemplo a temperatura, que é um importante fator de influência, pois está intimamente ligada ao aumento metabólico desses animais (Negreiros-Fransozo, 1992). Nas regiões tropicais, há uma maior incidência de caranguejos com períodos reprodutivos prolongados ou contínuos durante todo o ano, com picos no inverno e verão (Pinheiro & Fransozo, 2002; Branco & Masunari, 2000; Santos & Negreirosfransozo, 1999). Já para as regiões com temperaturas mais baixas, o período reprodutivo é relativamente curto e associado a uma estação climática (Haefner, 1976).

Informações acerca da maturidade fisiológica, para muitos crustáceos braquiúros, se baseiam nos aspectos macroscópicos, obtidos através de observações das gônadas, identificadas pela cor, textura, volume e tamanho que ocupa na cavidade cefalotorácica (Santos & Negreiros-Fransozo, 1999; Góes, 2000; Negreiros-Fransozo et al., 2002; Castiglioni et al., 2006; Castiglioni et al., 2007; Linhares, 2010; Castiglioni et al., 2011). Além dos aspectos macroscópicos, alguns estudos analisam os caracteres microscópicos, baseando-se no desenvolvimento ovocitário, onde é possível verificar as diferentes fases do desenvolvimento maturacional, podendo gerar informações sobre a dinâmica da ovogênese e tamanho de maturação com base nos aspectos histológicos (Castilho, 2006; Souza & Silva, 2009; Keunecke et al., 2009; Shinozaki-Mendes et al., 2012; Shinozaki-Mendes & Lessa, 2018; Almeida et al., 2020; Martínez-Rivera et al, 2020).

Além da maturidade fisiológica, associada aos caracteres sexuais primários, existem elementos morfológicos que estão associados à maturidade morfológica. E o o crescimento relativo, que está diretamente associada aos caracteres sexuais secundários que é por meio de alterações de crescimento de partes do corpo em comparação ao tamanho do animal. Essa análise é complementar

às observações dos caracteres primários uma vez que a reprodução só ocorre com ambas as mudanças. Estas análises foram realizadas para algumas espécies de caranguejos, *Goniopsis cruentata* (Souza & Silva, 2009) *Ucides cordatus* (Leite, 2005); *Minuca mordax* (Smith, 1870) (Masunari & Dissenha, 2005); *Minuca rapax* (Smith, 1870) (Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2004), dentre outras, atingindo bons resultados.

Para conhecimento do tipo de desova de uma espécie, macroscopicamente, observa-se a frequência de fêmeas ovígeras ao longo dos meses do ano. Já microscopicamente através de análise histológica, com medições dos diâmetros da célula e dos núcleos nos diferentes estágios de desenvolvimento gonadal. Segundo Vazzoler (1996), é um estudo importante, pois através desse dado, é possível estabelecer estratégias de conservação, contribuindo para o período de defeso da espécie, e é definido como a maneira como as fêmeas liberam os oócitos maduros dentro de um período reprodutivo.

Com base nestas informações, observa-se o quão importante é a compreensão do ciclo reprodutivo de uma espécie e o tamanho mínimo em que atinge a sua maturidade, para através desses dados conseguir conservar a espécie e evitar o declínio dos recursos naturais, pois espécies de caranguejos, têm várias funções ecológicas no bentos, como pontua Reynoldson (1987), elas participam diretamente da ciclagem de nutrientes e contaminantes, como nos processos de bioacumulação, transferência trófica, biodegradação e bioturbação. *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781), é uma dessas espécies.

Eriphia gonagra é comumente encontrada em fundos rochosos de zonas interditais e entre fendas, em costões rochosos ou recifes de poliquetas e franja (Melo, 1996; Goés, 2000). Tendo distribuição na costa leste das Américas, desde a Carolina do Norte (EUA) até Santa Catarina (Brasil) (Melo, 1996). Aspectos reprodutivos, populacionais e alimentares de *E. gonagra* foram estudados por alguns pesquisadores, dentre eles: Teixeira et al. (2017) analisaram a variação do investimento reprodutivo em relação ao tamanho das fêmeas de *E. gonagra*, concluindo ser positivo, quanto maior o tamanho das fêmeas, houve aumento proporcional em relação ao IR (Investimento Reprodutivo). Araújo et al. (2016), que analisaram sua estrutura populacional e seu crescimento relativo, sendo as fêmeas mais abundantes, com pico reprodutivo nos meses mais quentes, de dezembro a março. Goés e Fransozo (2000) estudaram a razão sexual para populações estudadas na década de 1990, registrando maior ocorrência de fêmeas. Já Nalesso (1993) estudou o comportamento e seleção de presas em *E. gonagra*, tendo registrado fêmeas ovígeras por todo o ano.

Decorrente da importância acerca da espécie e do seu benefício ecológico, o presente estudo objetivou, identificar aspectos de crescimento relativo e analisar seus aspectos reprodutivos, tais

como: pico reprodutivo correlacionando com dados abióticos e variação sazonal dos estágios de maturação gonadal, determinar o tamanho de primeira maturação fisiológica (LC_{50}) e o tipo de desova de *Eriphia gonagra* no litoral pernambucano.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas na praia de Gaibu ($08^{\circ}20' S$ e $034^{\circ}57' W$), localizada na região metropolitana de Recife, no município de Cabo de Santo Agostinho, a 33km da capital, Recife. O clima da área é tropical, tendo chuvas de outono/inverno de características climáticas bem definidas (IBGE, 2011). A praia Gaibu é uma das praias mais movimentadas do município, rico em recursos naturais e muito utilizada para pesca (Silva, 2007), sendo caracterizada pela ocorrência de grandes extensões de recifes de franja, sobre os quais se desenvolve uma flora diversificada, além da presença de costões rochosos (Pereira, 2002). A escolha do local se deu pela presença abundante de caranguejos, acesso seguro e presença de vegetação aquática, servindo como substrato para os caranguejos, facilitando, assim, a captura dos espécimes.

2.2 Estratégia amostral e processamento dos exemplares

Foram realizadas coletas mensais de novembro/2018 a outubro/2019, com captura por unidade de esforço (CPUE) padronizada em duas horas, realizada por duas pessoas no período diurno, durante a maré baixa de sizígia, de acordo com a tábua de marés (DHN, 2018, 2019). Os indivíduos foram retirados da superfície das rochas, debaixo de pedras soltas e entre as frestas, manualmente, com auxílio de pinças e luvas. Indivíduos de todos os tamanhos foram amostrados. No local da coleta foram aferidos dados de temperatura do ar e da água (com auxílio de um termômetro), salinidade (utilizando um refratômetro), para correlacionar com época de desova.

Ainda em campo, os espécimes foram acondicionados em recipientes plásticos, contendo água e pedras para simular o ambiente natural, para minimizar o estresse da coleta e mantê-los vivos durante o processo de transporte até o laboratório. Em seguida, o material obtido foi levado para o Laboratório de Carcinologia, situado no museu de Oceanografia Prof. Petrônio Alves de Coelho (MOUFPE), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Em laboratório, os espécimes foram submetidos à analgesia por decréscimo de temperatura no refrigerador, foram sexados visualmente com base na morfologia do abdômen e realizada a obtenção dos dados biométricos, com uso do paquímetro digital (precisão de 0,01 mm), onde foram medidas: Largura da carapaça (LC), medido na base dos espinhos laterais; Comprimento da carapaça (CC), medido entre os dois dentes frontais e a extremidade oposta; Largura do abdômen das fêmeas

(LA), medidos na porção central do 5º segmento abdominal, medido na porção mediana; Comprimento do quelípodo (CQ), medido da extremidade do dactilo fixo a extremidade oposta; e comprimento do gonópodo (CG) dos machos de cada exemplar.

Após a realização do procedimento descrito anteriormente, as carapaças dos espécimes foram cortadas radialmente e retirada para permitir a visualização das gônadas dos espécimes e observadas as características macroscópicas, de textura, coloração e espaço ocupado pela gônada dentro da cavidade cefalotorácica, seguindo método proposto por Pinheiro e Fransozo (2002). Definindo seus estágios maturacionais, em: Imaturo, em maturação inicial, em maturação final, maturo e desovado/repouso (Artigo 1).

Esses ovários em vários estágios maturacionais foram fixados em solução de Davidson, por um período de 24h e realizada a rotina histológica padrão, emblocados em parafina, cortados a 5µm e corados com Harris Hematoxilina-Eosina aquosa (adaptado de Junqueira e Junqueira, 1983). As lâminas foram fotografadas utilizando-se a câmera trinocular Hayear Full HD 34MP 2K HDMI acoplada ao microscópio tipo LEICA LX50, utilizando a objetiva de 50x.

Para análise do tipo de desova foi realizado o processo histológico com quatro gônadas de cada estágio maturacional microscópico, utilizando 40 células de cada estágio. Onde a desova pode ser: sincrônico em um grupo; sincrônico em dois grupos; sincrônico em mais de dois grupos ou assincrônico, segundo classificação proposta por Marza (1938, apud Vazzoler, 1996).

2.3 Análise dos dados

Os indivíduos foram agrupando por sexo e distribuídos em 14 classes de tamanho, baseado na LC, com uma amplitude de 2 mm para ambos os sexos e verificados os picos modais. Para testar a normalidade da distribuição de frequência total para ambos os sexos, foi realizado pelo teste (Kolomogorov-Sminorv $p < 0.05$), utilizando o BioEstat 5.0. Uma vez que os dados para ambos os sexos não apresentaram uma distribuição normal, para identificar diferenças estatisticamente significativas entre a proporção sexual, utilizou-se o qui-quadrado (χ^2), com a frequência esperada de 50% para cada sexo ($p < 0,05$).

Para calcular o tamanho de primeira maturação fisiológica (gonadal) na qual estima o tamanho em que 50% dos indivíduos estão aptos a reproduzir (LC_{50}), bem como o tamanho máximo de maturação (L_{99}) utilizou-se a frequência relativa da LC, sendo classificados como adultos todos os exemplares classificados como maturos, com análise microscópica do desenvolvimento dos indivíduos, com os seguintes estágios de maturação: imaturo, em maturação inicial, em maturação final, maturo, desovado ou repouso, utilizando-se o seguinte modelo estatístico, proposto por Mendes

(1999): $fM = (\exp\beta_0 + \beta_1 LC) / (1 + \exp\beta_0 + \beta_1 LC)$, Onde fM é a porcentagem dos indivíduos aptos à reprodução e β_0 e β_1 são os parâmetros da equação.

Para estudar o crescimento relativo, os dados foram descritos através da equação $y = \beta_0 x^{\beta_1}$. Considerando o LC como a variável independente (x), e a dependente as variáveis (y) foram CQ para machos e LA para as fêmeas, o coeficiente de alometria (β_1) foi usado para determinar o padrão de crescimento, sendo $\beta_1 > 1$, crescimento alométrico positivo, $\beta_1 = 1$ crescimento isométrico e $\beta_1 < 1$, crescimento alométrico negativo.

Para análise do tipo de desova, foram medidas 40 células aleatórias, das quatro gônadas em diferentes estágios maturacionais, onde foram medidas quanto aos diâmetros totais das células germinativas, que obteve a frequência relativa das células por classe para cada estágio.

3. RESULTADOS

Foram coletados 183 exemplares de *Eriphia gonagra*, sendo 88 fêmeas (48,08%) e 95 machos (51,91%). As fêmeas apresentaram valores de LC entre 14,65 e 42,54 mm, tendo uma maior frequência de ocorrência nas classes de 22 a 34 mm, tendo suas modas entre 24 e 32 mm. Para os machos, a LC variou de 16,23 a 39,36 mm, tendo uma maior frequência nas classes 24 a 34 mm e suas modas entre 26 e 32 mm (Figura 1). A frequência de fêmeas e machos foi diferente na maioria das classes. Para ambos os sexos a distribuição de frequência foi polimodal.

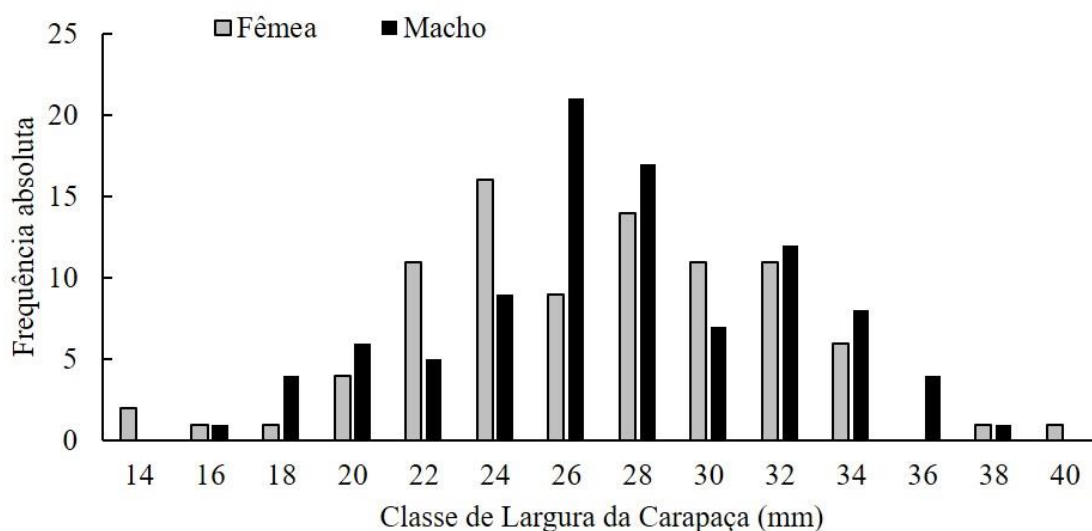


Figura 1 - Distribuição de frequência por classe de tamanho (mm) de machos e fêmeas de *Eriphia gonagra*. Os valores de LC indicam o tamanho inicial da classe com amplitude de 2mm de *Eriphia gonagra* coletados de novembro de 2018 a outubro de 2019 em Gaibu/PE.

A proporção sexual total diferiu significativamente do esperado ao longo do período amostral: variou de 1:0,33 a 1:2,75 (M/F), com média de 1:0,92 (M / F), não correspondeu à proporção esperada, que é 1:1 ($\chi^2= 91,79$; $p<0,05$). Observa-se que no valor anual houve diferença significativa ($p<0,05$); já em relação aos valores mensais, observou-se diferenças significativas em cinco meses, sendo os machos mais abundantes em março, maio e setembro e as fêmeas em dezembro e agosto. Nos outros meses, não houve diferença significativa entre os sexos.

Mês	♂	FO%♂	♀	FO%♀	♂♀	FE ♂♀	χ^2	Proporção
								♂♀
nov/18	7	41,67	5	58,33	12	50	2,78	1:0,71
dez/18	6	60,00	9	40,00	15	50	4,00*	1:1,5
jan/19	10	52,38	11	47,62	21	50	0,23	1:1,1
fev/19	10	50,00	10	50,00	20	50	-	1:1,00
mar/19	9	25,00	3	75,00	12	50	25,00*	1:0,33
abr/19	5	54,55	6	45,45	11	50	0,83	1:1,2
mai/19	12	33,33	6	66,67	18	50	11,11*	1:0,5
jun/19	8	46,67	7	53,33	15	50	0,44	1:0,87
jul/19	8	52,94	9	47,06	17	50	0,35	1:1,12
ago/19	4	73,33	11	26,67	15	50	21,78*	1:2,75
set/19	6	25,00	2	75,00	8	50	25,00*	1:0,33
out/19	10	47,37	9	52,63	19	50	0,28	1:0,9
Total	95	51,91	88	48,08	183	50	91,79*	1:0,92

Tabela 1 - Frequência de ocorrência de machos e fêmeas. Utilizando o qui-quadrado (χ^2) e Proporção sexual por mês de *Eriphia gonagra* coletados de novembro de 2018 a outubro de 2019 em Gaibu/PE, Brasil. (*) O asterisco indica diferença significativa ($p<0,05$). FO é a frequência observada. FE é a frequência esperada.

Analisando o ajuste do modelo dose-resposta o tamanho de primeira maturação das fêmeas de *Eriphia gonagra* LC₅₀ é de 21,81 mm e alcançando LC₉₉ com 27,35 mm (Figura 2a). Já para os machos o LC₅₀ foi de 20,58 e LC₉₉ 26,70 mm (Figura 2b). As fêmeas e os machos não apresentaram uma maturação gonadal síncrona, em que as fêmeas apresentaram uma maturação com tamanhos maiores do que os machos.

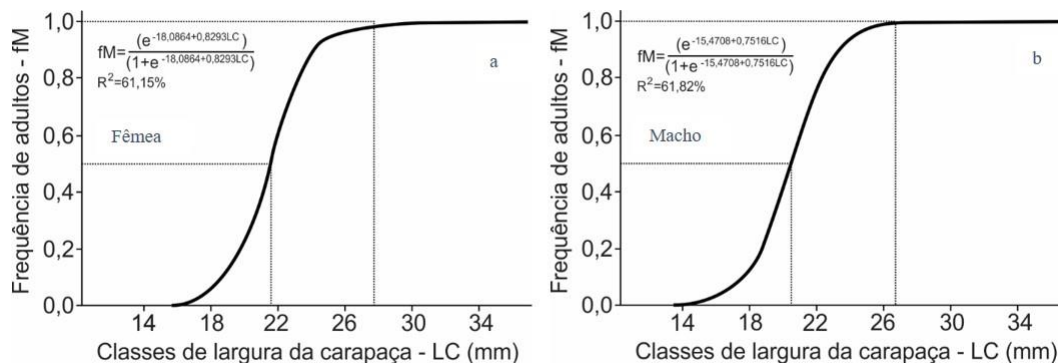


Figura 2 - Modelo dose-resposta para o tamanho da primeira maturação, onde os indivíduos já estão aptos a reproduzir LC₅₀ e LC₉₉, onde 99% dos indivíduos já estão reproduzindo de *Eriphia gonagra* coletados entre novembro de 2018 e outubro de 2019 em Gaibu/PE.

Ambos os sexos de *Eriphia gonagra* apresentaram alometria positiva, ou seja, a variável independente, que é a largura da carapaça, em um dado momento cresce em uma proporção igual as variáveis dependentes. Para todos os estágios de desenvolvimento, a relação LC x CQ e LC x LA apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), em que, os machos adultos apresentaram ($\beta_1 = 1,21$) e os machos juvenis ($\beta_1 = 1,10$) (Figura 3a). Para as fêmeas, a variação foi mais acentuada, em que as jovens apresentaram $\beta_1 = 1,28$ e as adultas $\beta_1 = 1,02$ (Figura 3b). Desta maneira, de acordo com o modelo de regressão linear estabelecido, ambos apresentam um crescimento alométrico positivo ($\beta_1 > 1$).

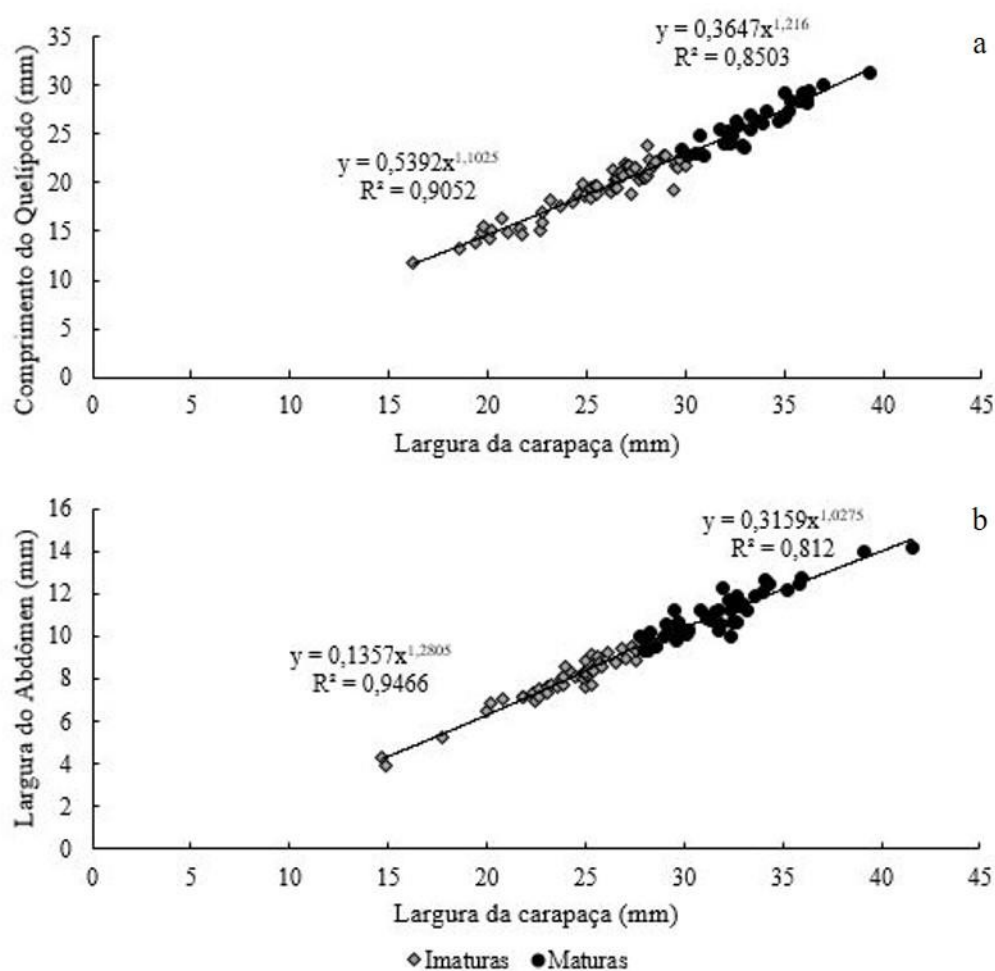


Figura 3 - Gráfico de dispersão dos pontos e equação do crescimento relativo entre o comprimento da quela, para machos, e largura do abdômen para fêmeas versus largura da carapaça, evidenciando a cor cinza, representando os juvenis e o cor preta, representando os adultos. *Eriphia gonagra* coletados de novembro de 2018 a outubro de 2019, em Gaibu/PE.

Para analisar o pico reprodutivo foi feito um gráfico com números mensais de indivíduos fêmeas, sendo 66 fêmeas não ovígeras (36,06%) e 22 fêmeas ovígeras (12,02%). As fêmeas não ovígeras variaram em largura da carapaça entre 14,65 a 42,54mm; já as fêmeas ovígeras, entre 22,47

a 41,54mm, sendo a menor fêmea ovígera e a maior fêmea ovígera, respectivamente. Essas ocorreram em todos os meses, exceto março, junho e dezembro. Entre os meses de janeiro e fevereiro, houve a maior incidência de fêmeas ovígeras, evidenciando, assim, um possível pico reprodutivo. No verão e em todos os meses do ano elas foram vistas no recife, porém não foi possível coletar, evidenciando, assim, que durante todo o ano ela reproduz, porém com maior tendência no verão (Figura 4).

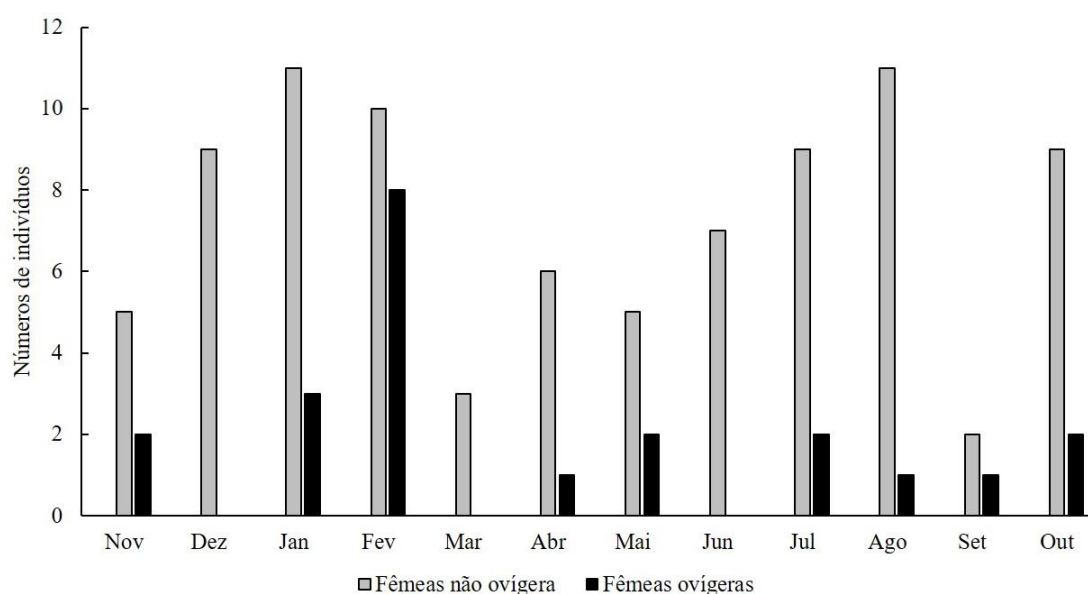


Figura 4 - Número mensal de fêmeas não ovígeras e fêmeas ovígeras de *Eriphia gonagra*, coletadas de novembro de 2018 a outubro de 2019, em Gaibu/PE, Brasil.

Para confirmar os dados macroscópicos, através das análises microscópicas, pelas fotos das lâminas e a frequência dos oócitos nos diversos estágios de maturação gonadal, verificou-se a presença de células germinativas jovens (OO, OPV) em todos os estágios maturacionais, com diâmetros inferiores a 50 μm (Figura 5), que indica que há um estoque de reserva, confirmando, assim, a ocorrência de mais de uma desova por fêmea. Em relação aos machos, não foi realizada a análise histológica, mas pelas análises da proporção sexual e estágios de desenvolvimento gonadal, eles estão sempre aptos para copular.

O aumento do tamanho das células ocorreu em mais de dois lotes (Figura 5), confirmando que quando há o desenvolvimento de um lote de oócitos antes mesmo de atingir o estágio OM, o outro lote está no início do desenvolvimento, além do estoque de reserva presente em todos os estágios. Pode-se afirmar que a desova é parcelada, do tipo “sincrônica em mais de dois grupos”, ou seja, os espécimes possuem, no mínimo, três lotes intraovarianos e desovam duas ou mais vezes em cada período reprodutivo.

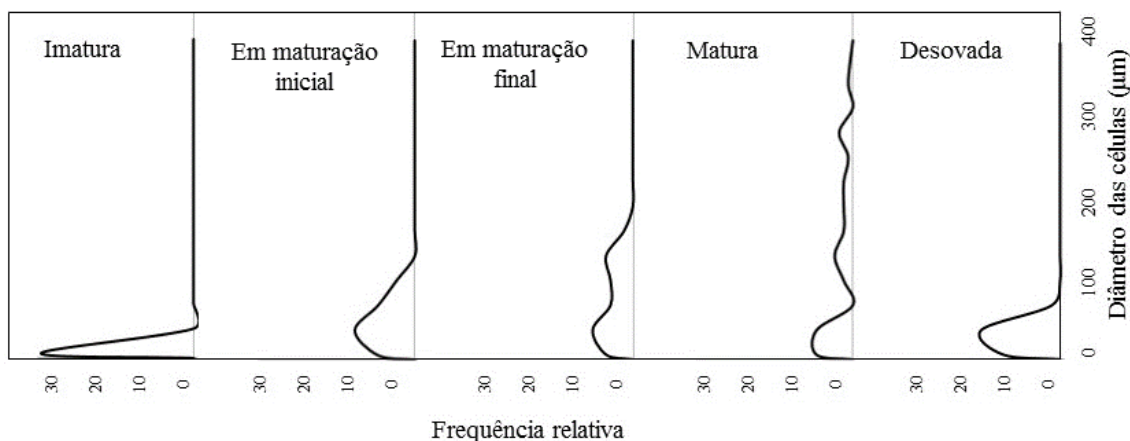


Figura 5 - Distribuição de frequência de diâmetro dos oócitos nos diferentes estágios de maturação gonadal das fêmeas de *Eriphia gonagra* coletados de novembro de 2018 a outubro de 2019, em Gaibu/PE, Brasil.

Quando se observa a distribuição mensal dos estágios maturacionais (Figura 6), percebe-se que o período reprodutivo é contínuo, tendo fêmeas em diferentes estágios em todos os meses. Sendo que há uma maior incidência de fêmeas em maturação final e madura entre os meses de novembro a março, evidenciando, assim um possível pico reprodutivo no verão, coincidindo com as fêmeas ovígeras (Figura 4), tendo um aumento de fêmeas desovadas de dezembro a março. Durante o período, foi observado fêmeas desovadas com gônadas em maturação. Na época de inverno, entre os meses de maio a outubro houve uma maior incidência de fêmeas em repouso, indicando assim, um período com menor incidência a reprodução. Já os indivíduos classificados no estágio imaturo foram encontrados em janeiro, com uma maior incidência em abril e maio.

Já para os machos, em todos os meses foram encontrados machos maduros, exceto no mês de abril, independente do período inverno ou verão; e um menor percentual de machos imaturos foram encontrados, sendo amostrados apenas nos meses de janeiro e fevereiro, mostrando também que tem uma reprodução contínua durante todo o ano (Figura 7).

Os valores médios para temperatura da água e temperatura do ar foram de 30°C (Figura 6 e Figura 7), observa-se um aumento de temperatura nos meses de dezembro a março, que coincide com a época de desova, e com uma diminuição das temperaturas de abril a novembro. Assim, observa-se um forte indicativo que a espécie *E. gonagra* tem preferência no verão, onde teve uma maior incidência de fêmeas ovígeras. Em relação aos machos maduros, eles foram encontrados em todos os meses independente do período verão ou inverno. Em relação a salinidade não foi observada uma relação aos estágios.

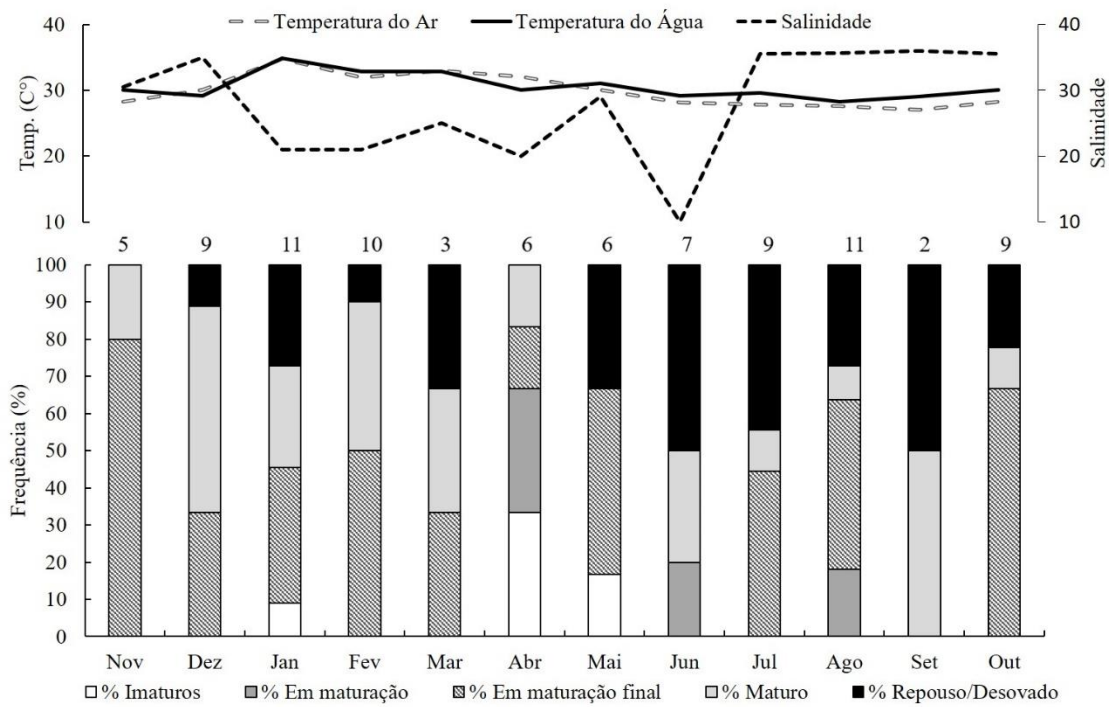


Figura 6 - Relação entre o período reprodutivo das fêmeas de *Eriphia gonagra*, baseado em dados macro e microscópico das gônadas, coletados de novembro de 2018 a outubro de 2019, em Gaibu/PE, Brasil. Os números superiores indicam o tamanho da amostra.

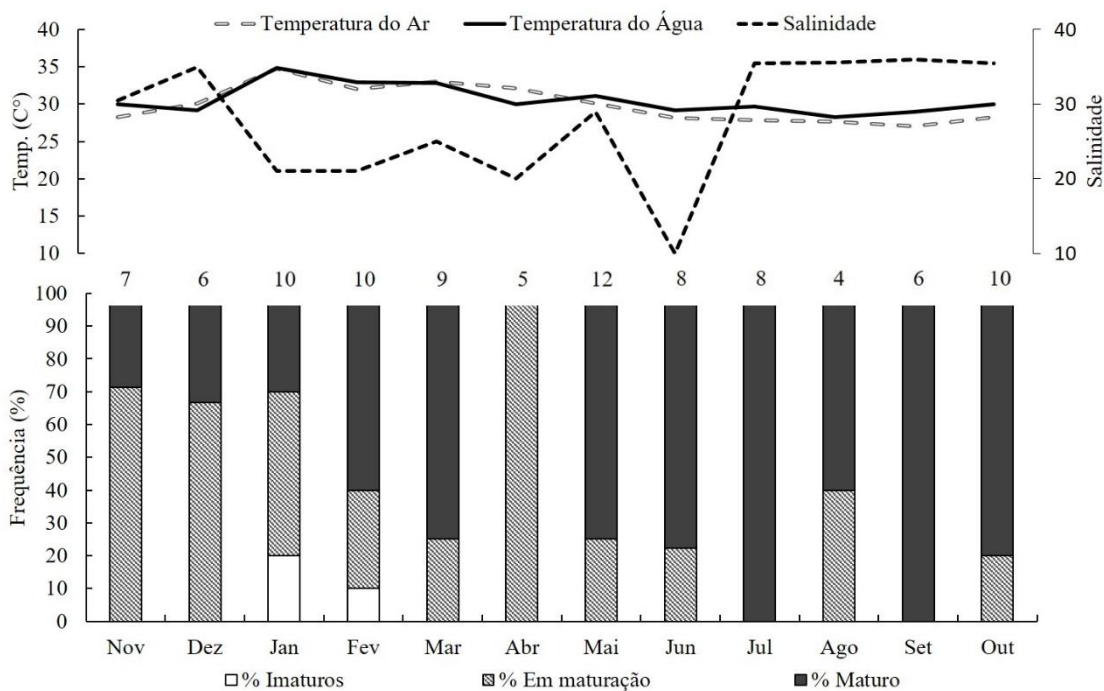


Figura 7 - Relação entre o período reprodutivo dos machos de *Eriphia gonagra*, baseado em dados macro e microscópico das gônadas, coletados de novembro de 2018 a outubro de 2019, em Gaibu/PE, Brasil. Os números superiores indicam o tamanho da amostra.

4. DISCUSSÃO

No presente estudo, em todos os meses do ano foi possível coletar espécimes de *Eriphia gonagra* nos recifes de Gaibu-PE, corroborando com observações descritas por autores, de que a espécie é encontrada em áreas rochosas, no litoral brasileiro (Franzoso, 1987; Nalesso, 1993; Melo, 1996; Goés, 2000; Santana, 2018; Araújo, 2016). Foi observado que os machos de *Eriphia gonagra* foram significativamente mais abundantes em classes de tamanho maiores do que as fêmeas, corroborando trabalhos com outros braquiúros (Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2005; Castiglioni et al. 2006; Costa, 2015), apesar das fêmeas terem atingido tamanhos maiores.

As diferenças de tamanho entre os sexos podem estar relacionadas com o período de crescimento maior em machos, pois as fêmeas desviam uma maior parte de suas reservas energéticas, que estão acumuladas no hepatopâncreas, para o desenvolvimento das gônadas e posteriormente para a manutenção dos embriões, período em que o seu crescimento somático cessa (Warner, 1967; Adiyody & Adiyodi, 1970; Wenner, 1972; Díaz & Conde, 1989). Como pode ser visto no presente estudo, nas primeiras classes de tamanho houve uma presença maior de fêmeas e, nas maiores classes, uma diminuição, onde os machos sobrepõem. Essa mesma característica foi observada por Araújo et al. (2016), na praia de Boa Viagem, no Recife- PE, e por Nalesso (1993) na praia do Rio Verde, em São Paulo. Contudo, Góes & Fransozo (1998) e Andrade et al. (2014), registraram o contrário em São Paulo, onde as fêmeas se mantiveram nas maiores classes, predominando um maior volume de fêmeas em ambas as classes.

O presente estudo teve distribuição de frequência polimodal, diferente do encontrado para Araújo et al (2016), na praia de Boa Viagem, que foi bimodal para machos e para fêmeas. A bimodalidade em distribuição de frequência de classes de tamanho, segundo Diaz e Conde (1989), é o resultado de uma taxa de crescimento mais lenta em caranguejos, durante uma certa fase do seu ciclo de vida, em relação a outras fases, que pode ser decorrente de migração, mortalidade, processos de recrutamento ou comportamento nas diferentes fases do seu ciclo de vida. Já a polimodalidade é caracterizada com pulsos de recrutamento e mortalidade diferenciada ou catastrófica, segundo os mesmos autores Diaz e Conde (1989). Porém no presente estudo não foi coletado um número alto de jovens, visto que os mesmos acabaram se escondendo nas tocas e sendo mais difícil a captura. Negreiros-Fransozo et al. (2002) e Silveira (2016) relataram o mesmo em seus trabalhos, essa polimodalidade, onde é justificada por uma fase crítica, onde os caranguejos se escondem para evitar a predação, refletindo assim na distribuição.

Para Flores & Negreiros-Fransozo (1999), amostrar organismos móveis em regiões intertidais é uma tarefa difícil, visto que, os mesmos podem se refugiar em locais de difícil acesso, o que pode

causar uma fonte extra de desvios amostrais, onde sugerem, que seria necessário um *desing* específico de coleta, como técnicas de captura e recaptura, para assim, diminuir tais desvios. Visto que a *E. gonagra* pode se esconder em até 4 m de profundidade nas áreas interditas.

A proporção sexual analisada diferiu significativamente do esperado (média de 1:0,92 - M / F), com uma maior quantidade de machos na população. Para Wenner (1972) é muito difícil encontrar no ambiente natural uma proporção de 1:1 para espécies de caranguejos. Os resultados do presente estudo foram semelhantes aos de outros estudos onde houve uma maior incidência de machos, como observado em Pernambuco para *Uca maracoani* (Costa, 2015), na Bahia com *Goniopsis cruentata* (Santos, et al., 2013), em populações do Paraná com as espécies *Uca maracoani* (Masunari et al., 2005) e com *Callinectes ornatus* (Baptista, 2003), em São Paulo com *Minuca burgersi* (Benetti & Negreiros-Fransozo, 2004), no Rio de Janeiro com *Minuca rapax* (Castiglioni et al., 2006), e para outra espécie do gênero, *Eriphia verrucosa*, na Turquia (Karadurmu & Aydin, 2015; Erkan et al., 2008). Shinozaki-Mendes (2012), ao estudar a biologia reprodutiva do *Cardisoma guanhumi*, no litoral do Ceará, explica que uma proporção sexual equilibrada é 1:1 ou o mais próximo disso. Os resultados do presente estudo, foram diferentes para estudos com a mesma espécie, observado para a praia de Boa Viagem-PE (Araújo et al., 2016) e em São Paulo (Andrade et al., 2014), onde foi observado uma maior quantidade de fêmeas. O que pode justificar essa diferença no presente estudo, é pela maior exposição dos machos, sendo assim, eles são pegos com maior facilidade, no estudo de Nalesso (1993), ele estudou o comportamento de *E. gonagra*, e foi verificado que muitos machos vão até as tocas das fêmeas, para tirá-las de lá, em meio a esse momento, eles são pegos com maior facilidade, foi o que ocorreu no presente estudo. Nesse caso, se faz necessário analisar também, qual foi o método de captura, visto que, podem alterar significamente entre os resultados amostrados com a mesma população.

O crescimento alométrico positivo em indivíduos jovens e adultos, parece ser um padrão para a espécie, uma vez que resultados semelhantes foram observados em São Paulo, por Góes e Fransozo (1997) e Góes (2000), e em Pernambuco por Araújo et al. (2016). O dimorfismo no crescimento do abdômen nos braquiúros, de forma geral, está relacionado às funções reprodutivas (Cobo & Fransozo, 1998). Para decápodes braquiúros, o abdômen das fêmeas exibe um aumento significativo, possibilitando, assim, a fixação dos ovos nos pleópodos e proteção destes durante a incubação (Hartnoll, 1982). Para Shinozaki-Mendes (2008), através do seu estudo com biologia reprodutiva do *C. guanhumi*, a largura do abdômen nos caranguejos pode ser um recurso facilitador para estudos biométricos com parâmetros mais confiáveis. Em relação ao quelípodo direito maior dos machos, que foi possível obter o crescimento alométrico positivo, tem como principal função para disputas de

território entre outros machos e imobilizar as fêmeas durante a cópula (Vannini & Sardini, 1971; Liu & Li, 2000) servindo para atrair as fêmeas (Pope, 2000).

A maturidade fisiológica da população estudada no presente estudo foi de 21,81 mm para fêmeas e 20,58 mm para machos, sendo mais tardia quando comparada aos estudos com a mesma espécie. Góes (2000) observou que a espécie *E. gonagra*, em Ubatuba/São Paulo, obteve maturidade fisiológica para as fêmeas 16,3 mm e machos 15,3 mm. Araújo et al. (2016), na praia de Boa Viagem/PE, onde obtiveram dados de maturidade morfológica para machos de 14,50 mm e para as fêmeas 15,70 mm. Para ambos os estudos a maturidade foi sincrônica, os machos amadureceram primeiro que as fêmeas, mas em um intervalo muito pequeno de tamanho. A diferença do presente estudo em comparação aos de Goés (2000) e Araújo et al. (2016), pode ser pelo fato de ambos não serem com análise microscópica, visto que na classificação macroscópica do presente estudo, muitos animais foram classificados com imaturos, após a análise histológica, esses animais já estavam em vitelogênese lipídica inicial, sendo “reclassificados” como em maturação inicial. Uma outra justificativa é pelo alto grau de impactos dessas áreas de estudo, Ubatuba em São Paulo e Boa Viagem em Recife, tem muita ação antrópica e pisoteio dos recifes. Diferente do encontrado em Gaibu, que é uma área que tem menos impactos, comparado a essas duas anteriores. Os autores Belgrad e Griffen (2016) sugerem que algumas espécies sobrevivem em áreas com alto impacto proveniente de diversas fontes e ações antrópicas, mostrando-se resilientes, porém, podem sofrer alterações fisiológicas e populacionais, acelerando os processos de maturação para que possam garantir seu sucesso reprodutivo, perpetuando sua espécie.

Para Burggren e McMahon (1988), o tamanho de primeira maturação depende da distribuição geográfica da população. Podendo variar dentro da mesma espécie em função de fatores ambientais diversos, como pluviosidade, salinidade, temperatura e ações antrópicas, como também pode variar entre populações da mesma região geográfica (Adiyodi, 1988; Hines, 1989). Shinozaki-Mendes et al. (2011), relatam que é muito subjetivo comparar o tamanho de primeira maturação entre as localidades, devido às peculiaridades de cada uma, bem como, na utilização de diferentes métodos de classificação.

Para estimar o período reprodutivo de muitos crustáceos decápodes são feitas observações da maturação gonadal em nível macroscópico (cor, textura, peso e morfologia), microscópico (desenvolvimento ovocitário, através de análise histológica), como também pela frequência de fêmeas ovígeras ao longo dos meses amostrados no ano (Negreiros-Fransozo et al., 2002; Silva-Castiglioni et al., 2006; Castiglioni et al., 2007; Castiglioni et al., 2011; Shinozaki-Mendes et al., 2011).

O período reprodutivo de *E. gonagra* foi caracterizado como contínuo, tendo sua confirmação através da análise histológica através do tipo de desova. Em todos os meses do ano foram vistas fêmeas ovígeras no recife, porém, não foi possível coletar, evidenciando, assim, que durante todo o ano ela reproduz, com incidência maior no verão, o mesmo observado para a espécie na praia de Boa Viagem/PE (Araújo et al., 2016). Para Emmerson (1994), a reprodução geralmente está relacionada à liberação de larvas durante o período de maior produtividade primária, o que aconteceu no presente estudo, tendo uma maior incidência de fêmeas ovígeras no verão, onde a temperatura é mais elevada, não sendo coletadas, no presente estudo, no mês de dezembro, o que sugere que foi decorrente da quantidade de pisoteio no recife nessa época do ano, uma vez que a coleta foi realizada no dia 21 de dezembro de 2018, onde tinha muitos banhistas na área, dificultando assim a coleta.

Em relação ao tipo de desova, Góes (2000) sugere que com o processo de maturação da gônada ocorrem mudanças nos estágios dos ovos, tal fato pode explicar o porquê de fêmeas ovígeras estarem em constante processo de maturação até as classes finais, visto que na espécie *Rhithropanopeus harrisi* obteve quatro desovas em uma mesma cópula (Morgan et al., 1983). O mesmo ocorreu nas análises microscópicas realizadas no presente trabalho, onde a espécie tem uma desova parcelada, tendo estoque de reserva durante todos os estágios.

5. CONCLUSÃO

Os espécimes analisados possuem uma maturação LC_{50} tardia, quando comparada a outros estudos com a mesma espécie, possivelmente deve-se ao fato de estar em um ambiente mais conservado. A espécie apresentou uma reprodução contínua, com picos reprodutivos no verão, baseado nas fêmeas ovígeras e nos estágios maturacionais. Os machos não apresentaram um pico reprodutivo, tendo machos maduros em todos os meses amostrados. Não demonstrando depender diretamente das estações, no entanto com maiores temperaturas houve uma maior incidência de fêmeas ovígras. Os ovários apresentaram dinâmica de maturação contínua, na qual mesmo após desova, a gônada retém células em desenvolvimento, organizando em antecipação ao próximo evento de desova, concluindo assim que a espécie tem uma desova parcelada. O crescimento relativo demonstrou-se alométrico positivo. Decorrente disso, os resultados amostrados no presente estudo são importantes ferramentas para a compreensão da biologia reprodutiva da espécie *E. gonagra*, permitindo a compreensão do seu ciclo de vida, sua maturidade, seu potencial reprodutivo, contribuindo para o conhecimento acerca da população da espécie.

REFERÊNCIAS

Adiyodi, K. G., Adiyodi, R. G. (1970). Endocrine control of reproduction in decapod Crustacea. *Biological Reviews*, v. 45, n. 2, p. 121-164.

Adiyodi, R. G. (1985). Reproduction and Its Control. In: *The Biology of crustacean*. New York Academic Press, v.9, p. 147-215.

Almeida, P. R. S., Silva, L. N., Shinozaki-Mendes, R. A. (2020). Reproductive biology of the freshwater crab *Goyazana castelnaui* (Brachyura: Trichodactylidae) in a semiarid region of Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, v. 64, n. 1, p. 1-9.

Andrade, L. S., Góes, J. M., Fransozo, V., Alves, D. F. R. Teixeira, G. M., Fransozo, A. (2014). 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.

Araújo, M. S. L. C., Azevedo, D. S., Silva, J. V. C. L., Pereira, C. L. F., Castiglioni, D. S. (2016). 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*, 11.3: 197-210.

Araújo, M. S. L. C., Negromonte, A. O., Barreto, A. V., Castiglioni, D. S. (2012). Sexual maturity of the swimming crab *Callinectes danae* (Crustacea: Portunidae) at the Santa Cruz Channel, a tropical coastal environment. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 92, p. 287-293.

Baptista, C., Pinheiro, M. A. A., Blankensteyn, A. Borzone, C. A. (2003). Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-Lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 4, p. 661-666.

Belgrad, B. A., Griffen, B. D. (2016). Predator–prey interactions mediated by prey personality and predator hunting mode. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 283, n. 1828, p. 20160408.

Benetti, A. S., Negreiros-Fransozo., M. L. (2004). Relative growth of *Uca burgersi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 94, n. 1, p. 67-72.

Branco, J. O., Masunari, S. (2000). Reproductive ecology of the blue crab, *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon system, Santa Catarina Isle, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 1, p. 17-27.

Burggren, W. W., McMahon, B. R. (1988). *Biology of the land crabs*. New York: Cambridge University Press.

Castiglioni D. S., Negreiros-Fransozo, M. L., Flores, C. R. C. (2007). Breeding season and molt cycle of the fiddler crab *Uca rapax* (Brachyura, Ocypodidae) in a subtropical estuary, Brazil, South America. *Gulf and Caribbean Research*, v. 19, n. 1, p. 11-20.

Castiglioni, D. D., Negreiros-Fransozo, M. L. (2005). Comparative population biology of *Uca rapax* (Smith, 1870) (Brachyura, Ocypodidae) from two subtropical mangrove habitats on the Brazilian coast. *Journal of Natural History*, p. 1627-1640.

Castiglioni, D. S., Coelho, P. A. Determinação da maturidade sexual de *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ucidae) em duas áreas de manguezal do litoral sul de Pernambuco, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 101, n. 1-2, p. 138-144.

Castiglioni, D. S., Negreiros-Fransozo, M. L. (2004). Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 1, p. 137-144.

Castiglioni, D. S., Oliveira, G. T., Bond-Buckup, G. (2006). Dinâmica do desenvolvimento das gônadas de *Parastacus varicosus* (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). *Iheringia. Série Zoologia*, v. 96, n. 4, p. 413-417.

Castilho, G. G. (2006). Aspectos reprodutivos do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), na Baía de Antonina, Paraná, Brasil. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná.

Cobo, V. J., Fransozo, A. (2005). Physiological maturity and relationships of growth and reproduction in the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Brachyura, Grapsidae) on the coast of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 1, p. 219-223.

Corgos, A., Freire, J. (2006). Morphometric and gonad maturity in the spider crab *Maja brachydactyla*: a comparison of methods for estimating size at maturity in species with determinate growth. *ICES Journal of Marine Science*, v. 63, n. 5, p. 851-859.

Costa, C. L. (2015). Maturidade sexual morfológica do caranguejo violinista *Uca maracoani* (brachyura, ocypodidae) no manguezal do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco.

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. (2018). Tábua das Marés. Porto de Suape, p.80-82.

- DHN. Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. (2019). Tábua das Marés. Porto de Suape, p.80-82.
- Díaz, H., Conde, J. E. (1989). Population dynamics and life of mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science*, 45:148-163.
- Erkan, M., Balkıs, H., Kurun, A., Tunalı, Y. (2008). Seasonal variations in the ovary and testis of *Eriphia verrucosa* (Forskål, 1775) from Karaburun, South Western Black Sea. *Pak J Zool* 40: 217-221.
- Fernández, L., González-Gurriarán, E., Freire, J. (1991). Population Biology of *Liocarcinus Depurator* (Brachyura: Portunidae) In Mussel Raft Culture Areas In the Ría De Arousa (Galicia, N w Spain). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 71, n. 2, p. 375-390, 1991.
- Flores, A. A. V.; Negreiros-Fransozo, M. L. (1999). On the population biology of the mottled shore crab *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850) (Brachyura, Grapsidae) in a subtropical area. *Bulletin of Marine Science* 65(1): 59-73.
- Fransozo, A., Negreiros-Fransozo, M. L. (1987). Morfologia dos primeiros estágios juvenis de *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) e *Eurypanopeus abbreviatus* (Stimpson,1860) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae), obtidos Hartnoll, R. G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, v. 27 n.2 p. 151-156.
- Fransozo, A., Negreiros-Fransozo, M. L., Mantelatto, L. M., Pinheiro, M. A. A., Santos, S. (1992) Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do subtotal não consolidado na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 52, n. 4, p. 667-675.
- Góes J. M. (2000). Biologia do caranguejo *Eriphia gonagra* (Fabrício, 1781) (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) na região de Ubatuba, São Paulo. 2000. 186f. Tese (Doutorado em ciências biológicas – Área de zoologia). Universidade Estadual Paulista, São Paulo. p.4.
- Góes, J. M., Fransozo A. (1997). Relative growth of *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) in Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 5(2): 85-98.
- Góes, J. M., Fransozo, A. (1998). Heterochely in *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) of the rocky coast from Praia Grande, Ubatuba (SP), Brazil. *Biotemas*, 11(1): 71-80.

- Góes, J. M., Fransozo, A. (2000). Sex ratio analysis in *Eriphia gonagra* (Crustacea, Decapoda, Xanthidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 88:151-157.
- Haefner J. R., Paul A. (1985). Morphometry, reproduction, diet, and epizoites of *Ovalipes stephensoni* Williams, 1976 (Decapoda, Brachyura). *Journal of Crustacean Biology*, v. 5, n. 4, p. 658-672.
- Hartnoll, R. G. (1974). Variation in growth patterns between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda: Brachyura). *Crustaceana*, Leiden, 27: 131-136.
- Hartnoll, R. G. (1982). Growth, p. 111-196. In: D. E. BLISS (Ed). *The Biology of crustacea, embryology, morphology and genetics*. New York, Academic Press v.2, 440p.
- Hines, A. H. (1989). Geografic variation in size at maturity in brachyuran crabs. *Bulletin of Marine Science*, v.45, n.2, p.356-368.
- IBGE 2011. Clima do município de Cabo de Santo Agostinho. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/cabo-de-santo-agostinho/panorama>> Acesso em: 07 de dez. 2018.
- Junqueira, L. C. U., Junqueira, L. M. M. S. (1983). Técnicas básicas de citologia e histologia. São Paulo, Santos. 123p.
- Karadurmuş, U., Aydin, M. (2016). An investigation on some biological and reproduction characteristics of *Eriphia verrucosa* (Forskål, 1775) in the South Black Sea (Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, v. 40, n. 4, p. 461-470.
- Keunecke, K. A., D'incao, F., Fonseca, D. (2008). Growth and mortality of *Hepatus pudibundus* (Crustacea: Calappidae) in southwestern. Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, Cambridge University Press, v.87, n.4, p. 885-891.
- Knuckey, I. A. (1996). Maturity in male mud crabs, *Scylla serrata*, and the use of mating scars as a functional indicator. *Journal of Crustacean Biology*, San Antônio, v.46, p.487-495.
- Leite, M. M. L. (2005). Relações morfométricas para a compreensão de aspectos reprodutivos do caranguejo – Uça *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), no estuário do rio Coreauá-Ceará. Fortaleza-CE. (Dissertação de mestrado em Ciências Marinhas Tropicais). Universidade federal do Ceará.
- Linhares, J. C. S. (2011). Estratégias reprodutivas do caranguejo *Ucides cordatus* (Crustacea; Brachyura; Ucididae). 2010. (Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Ceará).

- Liu, C. H., Li, C. W. (2000). Reproduction in the fresh-water crab *Candidiopotamon rathbunae* (Brachyura: Potamidae) in Taiwan. *Journal of Crustacean Biology*, v. 20, p.89-99.
- Martínez-Rivera, S., Long, W. C., Stevens, B. G. (2020). Physiological and behavioral sexual maturity of female red deep-sea crabs *Chaceon quinquedens* (Smith, 1879) (Decapoda: Brachyura: Geryonidae) in the Mid-Atlantic Bight. *The Journal of Crustacean Biology*, v. 40, n. 3, p. 330-340.
- Masunari, S., Dissenha, N. (2005). Alometria no crescimento de *Uca mordax* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 4, p. 984-990.
- Melo, G. A. S. (1996). Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo: *Editora Plêiade/FAPESP*.
- Melo, G. A. S. (2003). Famílias Atyidae, Palaemonidae e Sergestidae. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil (G.A.S. Melo, Ed.) Edições Loyola, São Paulo, p. 289-415.
- Montelatto, F. L. M., Fransozo, A. (1996). Size at sexual maturity in *Callinectes ornatos* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba Region (SP), Brazil *Nauplius*, Botucatu, v.4, p.29-38.
- Moura, N. F. O., Coelho, P. A. (2004). Maturidade sexual fisiológica em *Goniopsis cruentata* (Latreille 1803) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no manguezal do rio Paripe -Pernambuco, Brasil. *Tropical Oceanography*. v.21, p.1011-1015.
- Moura, N. F. O., Coelho, P. A. (2004). Maturidade sexual fisiológica em *Goniopsis cruentata* (Latreille 1803) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no manguezal do rio Paripe - Pernambuco, Brasil. *Tropical Oceanography*. v.21, p.1011-1015.
- Nalesso, R. C. (1993). Comportamento e seleção de presas em *Eriphia gonagra* (Decapoda, Xanthidae) no costão da Praia do Rio Verde, E. E. Juréia-Itatins, SP. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, 135 p. (Tese de Doutorado).
- Negreiros-Fransozo, M. L., Fransozo, A., Bertini, G. (2002). Reproductive cycle and recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapoda, Ocypodidae) at a sandy beach in southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, v. 22, n. 1, p. 157-161.
- Oliveira-Rocha, C. A., Lira, J. J. P. R. Santana. J. L. Guimarães, M. P., Calado, T. C. S. (2019). Biological aspects of the marine crab *Plagusia depressa* (Fabricius, 1775) on the northeast coast of Brazil. *Marine Biology Research*, v. 15, n. 2, p. 181-190.

Pereira, S. M. B., Oliveira, C. M. F., Angeiras, J. A. P., Oliveira, N. M. B., Torres, J., Gestinari, L. M. S., Bandeira-Pedrosa, M. E., Cocentino, A. L. M., Santos, M. D., Nascimento, P. R. F., Cavalcanti, D. R. (2002). Algas marinhas bentônicas do estado de Pernambuco. In: Tabarelli, M. e Silva, J. M. (eds.). Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco. Massangana/ Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Recife. Pp. 97-124.

Pinheiro, M. A. A., Fransozo, A. (1998). Sexual maturity of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Decapoda, Brachyura, Portunidae), in the Ubatuba littoral, São Paulo state, Brazil. *Crustaceana*, v. 71, n. 4, p. 434-452.

Pinheiro, M. A. A., Fransozo, A. (2002). Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) on the Brazilian coast near 23 30' S. *Journal of Crustacean Biology*, v. 22, n. 2, p. 416-428.

Pinheiro, M. A. A., Fransozo, A. (2002). Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) on the Brazilian coast near 23 30'S. *Journal of Crustacean Biology*, 22: 2,416-428.

Pope, D. S. (2000). Testing Function of Fiddler Crab Claw Waving by Manipulating Social Context. *Behavior, Ecology and Sociobiology*, v.47, p.432-437.

Reynoldson, T. B. (1987). Interactions between sediment contaminants and benthic organisms. In *Ecological effects of in situ sediment contaminants* (pp. 53-66). Springer, Dordrecht.

Santana, J. L. (2018). 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 de mestrado - Universidade Federal de Pernambuco).

Santos, S., Negreiros-Fransozo, M. L. (1999) Reproductive cycle of the swimming crab *Portunus spinimanus*, Latreille 1819 (Crustacea, Decapoda, Brachyura) from Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Rev. Bras. Zool.*, p. 1183-1193.

Santos, M. C. F., Botelho, E. R. R. O., Corrêia, F. M., Almeida, L., Silva, C. G. M. (2013). Aspectos populacionais do aratu *Goniopsis cruentata* (LETREILLE, 1803) no manguezal de Caravelas (Bahia, Brasil). *Boletim Técnico Científico*. CEPENE, Tamandaré, PE, v. 19, n.1, p.27-36.

Shinozaki-Mendes, R. A. (2008). Biologia reprodutiva do Guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Decapoda: Gecarcinidae) na região de Aracati/CE. Programa de PósGraduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 91p. (Dissertação de Mestrado).

Shinozaki-Mendes, R. A., Lessa, R. (2018). Morphology and development of the male reproductive tract in *Callinectes danae* (Crustacea: Brachyura). *Acta Zoologica*, v. 99, n. 3, p. 231-243.

Shinozaki-Mendes, R. A., Silva, J. R. F., Hazin, F. H. V., (2012). Development of male reproductive system of the blue land crab *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Decapoda: Gecarcinidae). *Acta Zoologica*, v. 93, n. 4, p. 390-399.

Silva, L. B. (2007). Conflitos socioambientais na praia de Gaibu: a influência do turismo na apropriação do espaço e seus efeitos na luta pela efetivação dos direitos sociais. 89f. (Dissertação de Mestrado em Serviço Social). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 57 e 62.

Souza L. P., Silva, J. R. F. (2009). Morphology of the female reproductive system of the red-clawed mangrove tree crab (*Goniopsis cruentata* Latreille, 1803). *Scientia Marina*, v. 73, n. 3, p. 527-539.

Vannini, M. Sardini, A. (1971). Aggressivity and dominance in river crab *Potamon fluviatile* (Herbst). *Monitore Zoologico Italiano, N.S.* Firenze, v.5, p.173-213.

Vazzoler, A. E. A. M. (1996). *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá, 169p.

Warner, G. F. (1967). The life history of the mangrove tree crab *Aratus pisonii*. *Journal of Zoology*, 53: 21-335.

Wenner, A. M. (1972). Sex-ratio as a function of size in marine Crustacea. *The American Naturalist*, 106: 321-350.

4 LIVRO PARADIDÁTICO

Livro paradigmático encaminhado e já publicado pela **Editores UNIVERSITÁRIA da UFRPE**

Todas as normas de redação e citação, doravante, atendem as estabelecidas pela referida Editora. Após a defesa, ele será anexado a dissertação em forma de PDF.

Mamãe caranguejo e o PEQUENO HUMANO



Aline dos Santos Rios
Renata Akemi Shinozaki Mendes
Jesser Fidelis de Souza Filho

Mamãe
caranguejo
e o PEQUENO
HUMANO

Aline dos Santos Rios
Renata Akemi Shinozaki Mendes
Jesser Fidelis de Souza Filho

Texto: Aline dos Santos Rios, Renata Akemi Shinozaki Mendes e Jesser Fidelis de Souza Filho.

Fotografia: Aline dos Santos Rios e Julianna de Lemos Santana.

Ilustração e diagramação: Bento Da Silva.

Edição: Emerson G. Dias e Pérola Damasceno Barreto.



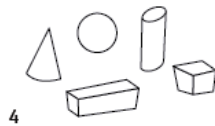
Arthur Ysaac é um menino do interior e queria muito conhecer a praia.

Sempre pedia para os seus pais, mas eles não podiam ir por causa do trabalho.

Em uma noite de lua cheia os pais do menino decidiram presenteá-lo com um passeio especial.

Arthur Ysaac ficou tão feliz, que mal conseguiu dormir, sonhando e imaginando como seria a praia, pensando nos animais que iria conhecer e como seria a água, a cor, se era salgada como todos falavam.

A noite foi passando e o tão esperado dia chegou. Os pais e Arthur Ysaac finalmente foram a praia. Ao chegar lá ele foi correndo para o recife.



4



5



Arthur Ysaac chega no recife, encontra um caranguejo e sai correndo ao seu encontro.

— Não corra, caranguejo! — Quero ser seu amigo, não vou te machucar — Disse Arthur Ysaac.

— Saia daqui, não me pegue! Não me mate! Já já terei filhos e não posso morrer! — Disse a mamãe caranguejo entrando rapidamente na sua toca, para se esconder do pequeno humano.

— Não se assuste, eu só quero ser seu amigo, não vou te machucar. — retrucou Arthur Ysaac.

6

7



Mesmo assim, a mamãe caranguejo não saiu do esconderijo e lá ficou escondida.

A maré subiu e o recife foi coberto, cobrindo a mãe caranguejo.

— **Deixa eu te salvar, você vai morrer afogada!**
— Disse Arthur Ysaac.

O menino ficou preocupado, pois a mamãe caranguejo ficou debaixo d'água por muito tempo, porém, ele não desistiu e esperou até a água baixar.



A água foi baixando e a mamãe caranguejo foi aparecendo, para a alegria de Arthur Ysaac.

— **Ebaaaaaa! Ebaaaaa!** — O menino pulava alegre ao ver a mamãe caranguejo viva.

Mesmo assim ela não se aproximou dele, apenas falou, de longe: — **Por que essa alegria toda, pequeno humano? Achei que você já tivesse ido embora.**

— **Não fui embora, estava esperando você!**
Achei que tivesse morrido afogada — disse Arthur Ysaac.

— **HAHAHAHAHA!** Eu vivo fora da água e debaixo da água quando a maré sobe, pequeno humano — Disse a mamãe caranguejo, em gargalhadas.

Ele suspirou aliviado.

— Eu me chamo Arthur Ysaac e qual seu nome?

— Oi, pequeno humano! Sou a mamãe caranguejo e me chamo *Eriphia gonagra*, mas pode me chamar Erifigênia, prazer!

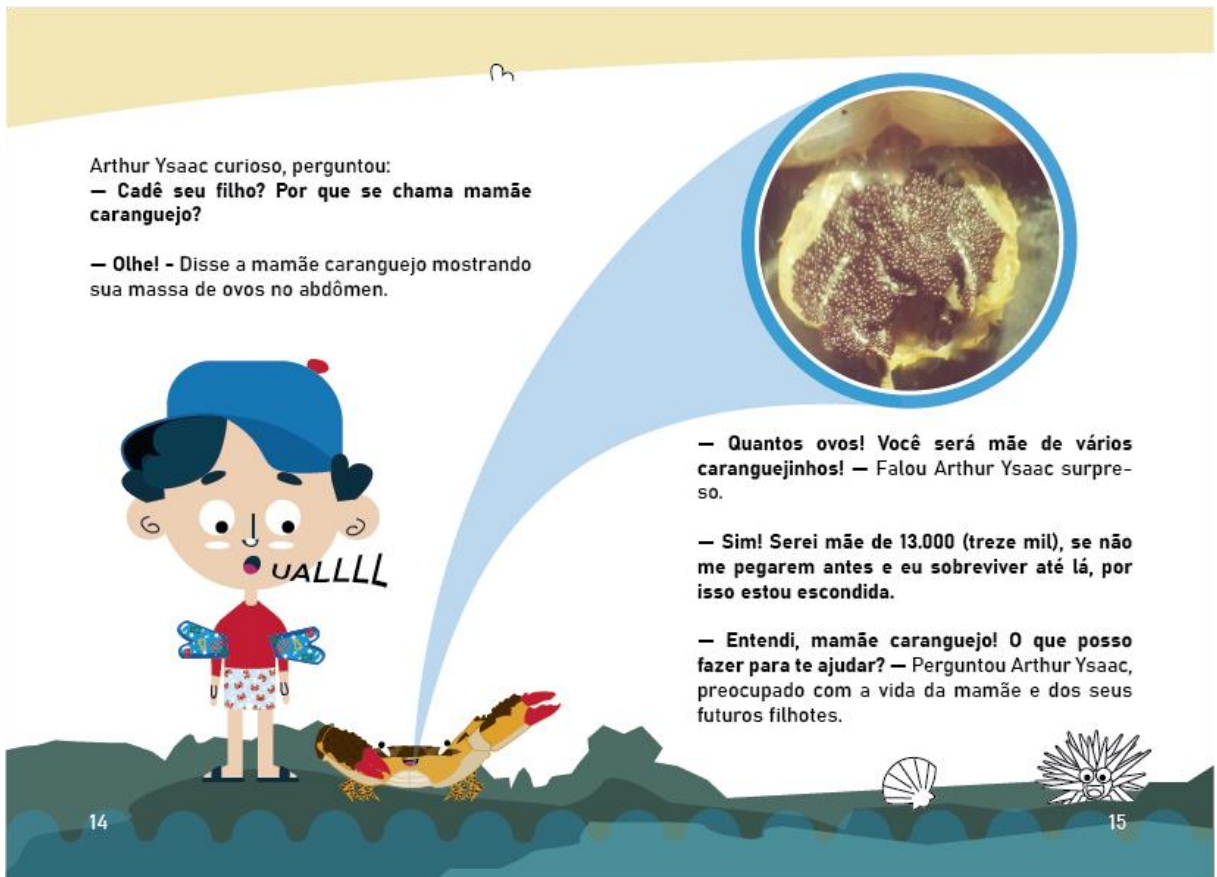
Após isto, a mamãe caranguejo percebeu que o garoto não era ofensivo e ficaram amigos, a mamãe já não tinha mais medo dele.



Arthur Ysaac curioso, perguntou:

— Cadê seu filho? Por que se chama mamãe caranguejo?

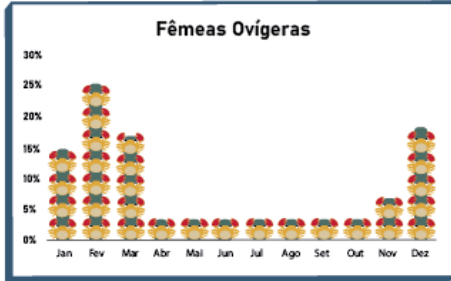
— Olhe! - Disse a mamãe caranguejo mostrando sua massa de ovos no abdômen.



— Quantos ovos! Você será mãe de vários caranguejinhos! — Falou Arthur Ysaac surpreso.

— Sim! Serei mãe de 13.000 (treze mil), se não me pegarem antes e eu sobreviver até lá, por isso estou escondida.

— Entendi, mamãe caranguejo! O que posso fazer para te ajudar? — Perguntou Arthur Ysaac, preocupado com a vida da mamãe e dos seus futuros filhotes.



— Está vendo a torre bem alta em dezembro, janeiro, fevereiro e março? Nesses meses reproduzimos mais — Falou a mamãe caranguejo.

— Então, nesses meses, não posso pegar vocês, mamãe caranguejo? — Perguntou Arthur Ysaac.

— Isso, pequeno humano! Esses são os meses em que teremos nossos lindos filhotes caranguejinhos! Depois que meus filhotinhos saírem dos ovos, se eu for pega, meus bebês vão estar a salvo — Disse a mamãe caranguejo.

— Eu jamais vou pegar vocês, em mês nenhum, pois quem vai cuidar dos seus filhos? — Disse Arthur Ysaac, preocupado.



16

17

Os dois se tornaram grandes amigos!

O menino tinha mais uma pergunta para a mamãe caranguejo: **Por que você me chama de pequeno humano?**

A mamãe caranguejo, rindo, respondeu:

— Porque você é humano, mas é pequeno, menor que o normal.

Os dois riram muito e pularam nas poças das águas que estavam no recife.

— E você mora nessa praia todinha, senhora *Eriphia gonagra*? — Perguntou Arthur Ysaac.

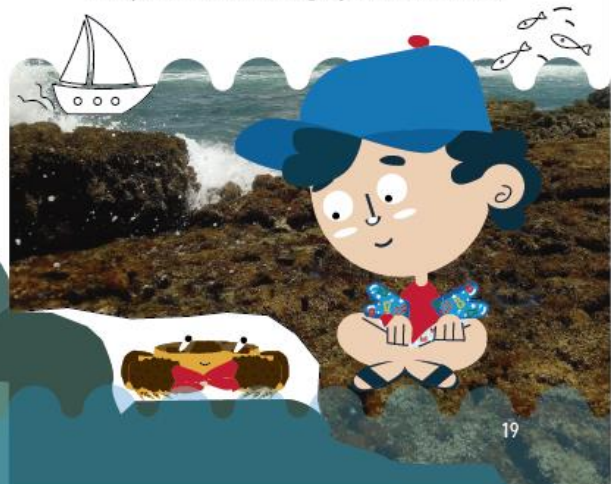
— Eu vivo aqui na praia, mas na parte do recife, onde me escondo nas tocas, principalmente agora que estou com meus ovos.

— Entendi — Disse Arthur Ysaac, atento a tudo que a mamãe dizia.

Os dois ficaram conversando por muito tempo, até que a mamãe caranguejo entrou na toca.

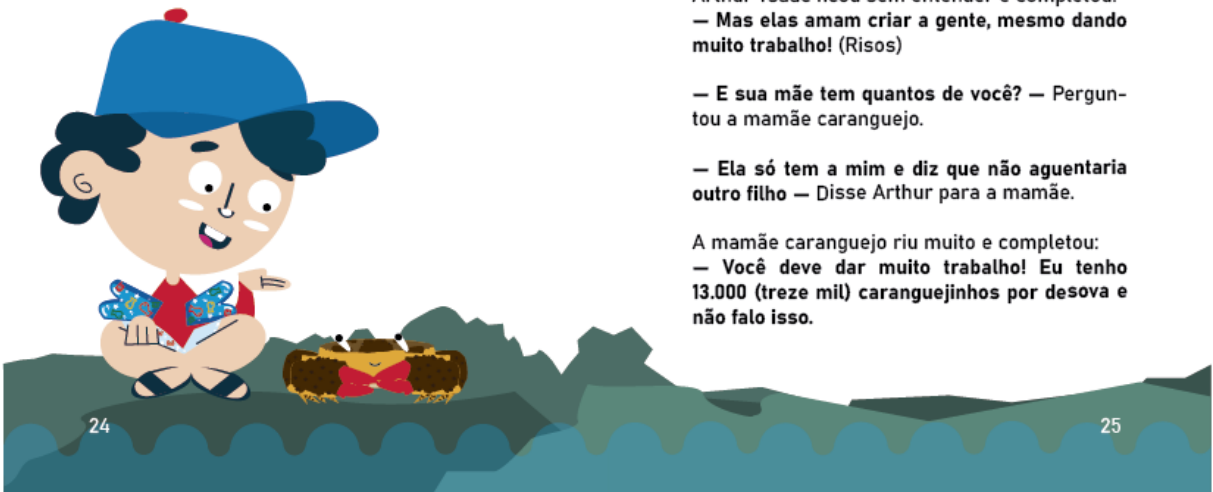


18



19





— Nós, humanos, temos cuidado parental. Somos carregados na barriga da nossa mãe, até nascer. Após isso, moramos no mesmo lar que nossa família, mas não dentro da mãe — Explicou Arthur Ysaac.

— Ah! Então, mesmo quando vocês crescem, continuam com suas mães? Tadinhas delas... Não têm paz! — Disse a mãe.

Arthur Ysaac ficou sem entender e completou: — Mas elas amam criar a gente, mesmo dando muito trabalho! (Risos)

— E sua mãe tem quantos de você? — Perguntou a mãe caranguejo.

— Ela só tem a mim e diz que não aguentaria outro filho — Disse Arthur para a mãe.

A mãe caranguejo riu muito e completou: — Você deve dar muito trabalho! Eu tenho 13.000 (treze mil) caranguejinhos por desova e não falo isso.

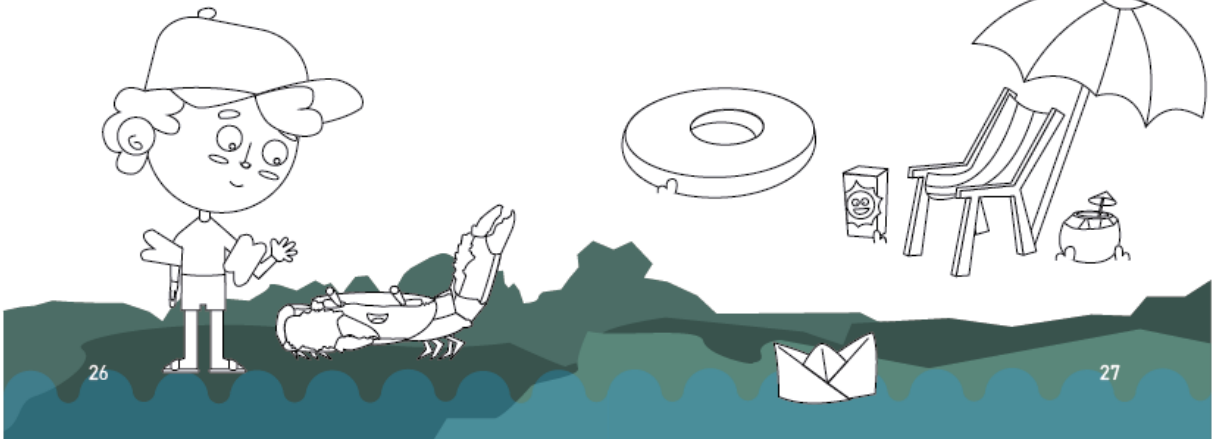
**Arthur Ysaac,
VAMOS!!!**

— Eita! Quando ela me chama pelo nome completo, é porque ela está bem chateada. Tenho que ir — Disse o menino.

— E todos vocês têm nomes diferentes, pequeno humano?

— Sim! Você não coloca nome nos seus filhos? — Indagou Arthur Ysaac.

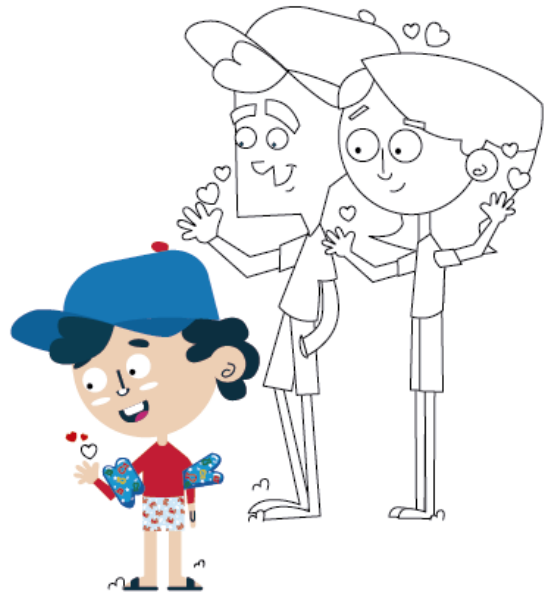
— Nem tem como... Onde iria achar 13.000 (treze mil) nomes para colocar nos meus filhotes, por desova? Todos eles são *Eriphia gonagra*. Além do mais, depois que eles saem dos ovos eu não preciso mais cuidar deles, cada um por si — Disse a mãe e completou: — Obedeça a sua mãe, pequeno humano! Gostei muito de você, foi um prazer lhe conhecer! E fale à sua mãe e a todos os outros humanos sobre nós!



Muito feliz por ter feito uma nova e grande amiga, Arthur Ysaac se despede:

— Prazer em conhecer você, Dona Erifigênia, vou sempre falar de você para todos! Espero que as pessoas, assim como eu, lhe conheçam e preserve sua espécie.

Assim, Arthur Ysaac, sua mãe e seu pai seguiram viagem e a mamãe caranguejo retornou para sua incrível toca, onde nasceram seus lindos caranguejinhos.



Eriphia gonagra é uma espécie de caranguejo, que tem distribuição geográfica do Atlântico Ocidental, da Carolina do Norte (EUA) à costa do Brasil. Ela habita os recifes de arenito, podendo ser encontrada nas mais variadas localidades, escondendo-se em cavernas, tocas e utilizando diversos substratos como esconderijos. Também habita regiões entre marés, onde é encontrada nas fendas de rochas e tocas naturais formadas pela sobreposição de rochas no ambiente.



Glossário



Abdômen: Local onde os ovos ficam protegidos.

Astigmatismo: É uma deficiência visual, que entre outras coisas, a visão fica sensível à luminosidade.

Cuidado Parental: Todo comportamento, materno ou paterno, de cuidado com o filhote, até que ela alcance a independência física.

Desova/Desovou: Quando coloca os ovos para fora, os caranguejos desovam na água.

Eclodirem/Eclodir: Romper o ovo durante o nascimento.

Esconderijo: Lugar onde alguém se esconde ou esconde algo.

Ovígera: Fêmea que está com caixos de ovos, prontas para desovar.

Poças: Buraco feito naturalmente e que, represam água.

Agradecimentos

Preservar: Não destruir. Nesse caso respeitar a época de reprodução.

Recife: Formação rochosa, à flor da água ou submersa, próxima à praia, em áreas de pouca profundidade; arrecife.

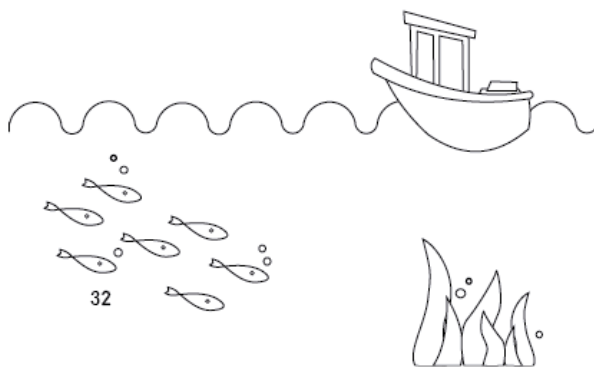
Tocas: Local que serve para se esconder, buracos, fendas.

À Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

À CAPES, pela concessão de bolsa durante todo o período do mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC) da UFRPE-UAST.

À Editora UNIVERSITÁRIA da UFRPE.



Sobre os Autores



Aline dos Santos Rios
Bacharel em Engenharia de Pesca, pela Universidade do Estado da Bahia - UNEB. Mestranda em Biodiversidade e Conservação na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE/UAST e estagiária do Laboratório de Crustáceos - Carcinologia da UFPE.

Renata Akemi Shinozaki Mendes
Profª Draª na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE/UAST. Tutora do PET-PESCA e Pesquisadora do Laboratório de Biologia Pesqueira -LAPEq.



Jesser Fidelis de Souza Filho
Prof Drª na Universidade Federal de Pernambuco. Curador do Museu de Oceanografia e vice-coordenador do programa de Pós-graduação em Oceanografia (UFPE).

