



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CHRISLAINNE SOLANGE SANTOS ALVES

**CARACTERES SEXUAIS SECUNDÁRIOS COMO INDICADORES DE
MATURIDADE EM DUAS ESPÉCIES DE CARANGUEJOS ERMITÕES
(*CLIBANARIUS SCLOPETARIUS* E *CLIBANARIUS SYMMETRICUS*)**

FORTALEZA

2018

CHRISLAINNE SOLANGE SANTOS ALVES

CARACTERES SEXUAIS SECUNDÁRIOS COMO INDICADORES DE MATURIDADE EM
DUAS ESPÉCIES DE CARANGUEJOS ERMITÕES (*CLIBANARIUS SCLOPETARIUS* E
CLIBANARIUS SYMMETRICUS)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas
do Centro de Ciências da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Fei-
tosa Silva

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A478c Alves, Chrislainne Solange Santos.
Caracteres sexuais secundários como indicadores de maturidade em duas espécies de caranguejos ermitões (*Clibanarius scolopetarius* e *Clibanarius symmetricus*) / Chrislainne Solange Santos Alves. – 2018. 29 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva.

1. Caracteres sexuais secundários. 2. Maturidade sexual. 3. Anomura. I. Título.

CDD 570

CHRISLAINNE SOLANGE SANTOS ALVES

CARACTERES SEXUAIS SECUNDÁRIOS COMO INDICADORES DE MATURIDADE EM
DUAS ESPÉCIES DE CARANGUEJOS ERMITÕES (*CLIBANARIUS SCLOPETARIUS* E
CLIBANARIUS SYMMETRICUS)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas
do Centro de Ciências da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Livanio Cruz dos Santos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Frederico Alekhine Chaves Garcia
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primordialmente aos meus pais Agostinho e Elsa, principais responsáveis por tornar possível o meu trajeto acadêmico aqui no Brasil, pelo amor, apoio incondicional e por não medirem esforços no que concerne ao meu bem estar e á realização dos meus sonhos.

Ao programa de convênio PEC-G gerido pela PROINTER-UFC, á qual pertenço e me proporcionou o vínculo á Universidade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva por ter me orientado desde o período de estágio, abrindo meus horizontes em relação á ciência, me ajudando e apoiando a execução do meu projeto.

Ao pessoal em geral do laboratório LEHA, principalmente á Francimeire que me ensinou muito e ajudou na orientação do meu projeto, ao Felipe pela ajuda e boa disposição, ao Fred e ao Keilo pelas dicas, á Júlia por ser extremamente prestativa e á Thabata pela motivação constante.

Aos meus amigos, principalmente aos mais próximos, que direta ou indiretamente ajudaram no processo, me apoiando em qualquer circunstância, me distraíndo e acalmando minha ansiedade. Obrigada pela companhia, pelo amor e pelo zelo.

Á todos que de alguma forma, tornam mais fácil e agradável a minha estadia no Brasil desde o inicio da graduação, criando laços indestrutíveis, que levarei para a vida toda.

À tudo que me deu a força necessária para continuar nos momentos de menos resistência, e sabedoria para continuar traçando minhas metas.

Obrigada!

RESUMO

Clibanarius sclopetarius e *Clibanarius symmetricus* são duas espécies de caranguejo ermitão morfológicamente muito semelhantes, que apresentam dimorfismo sexual baseado na posição do gonóporo, que corresponde a um caractere sexual primário dessas espécies. O dimorfismo sexual caracteriza-se pelas diferenças morfológicas entre os sexos, que estão relacionados à seleção sexual favorecendo a distinção entre formas e tamanhos corpóreos. Reconhecer caracteres morfológicos que indiquem a maturidade é muito importante para compreender o processo reprodutivo como um todo. Foram analisados 120 animais dessas duas espécies, que foram coletados em três estuários distribuídos ao longo da costa e suas características morfológicas foram analisadas tendo em base a diferença de coloração das gônadas em diferentes níveis de maturação, a análise dos pleópodos das fêmeas e análise dos quelípodos nos machos, sendo reconhecidos como os principais caracteres sexuais secundários nessas espécies. A análise de dados revelou a existência de uma relação entre o tamanho corporal dos indivíduos e seu estágio de maturação da gônada, os pleópodos se mostraram claramente diferenciados nas fêmeas, devido à sua funcionalidade reprodutiva e houve uma tendência forte para a heteroquelia nos machos devido à valores altos de correlação entre o tamanho dos quelípodos e o tamanho dos animais.

Palavras-chave: Caracteres Sexuais Secundários. Maturidade Sexual. Anomura.

ABSTRACT

Clibanarius sclopetarius and *Clibanarius symmetricus* are two species of hermit crab morphologically very similar, which present sexual dimorphism based on the position of the gonopore, which corresponds to a primary sexual character of these species. Sexual dimorphism is characterized by morphological differences between the sexes, which are related to sexual selection favoring the distinction between body shapes and sizes. Recognizing morphological characters that indicate maturity is very important in understanding the reproductive process as a whole. It was analyzed 120 animals of these two species, which were collected in three estuaries distributed along the coast and their morphological characteristics were analyzed based on the difference of coloration of the gonads at different levels of maturation, analysis of female pleopods and analysis of the chelipods in males, being recognized as the main secondary sexual characters in these species. Data analysis revealed the existence of a relationship between the body size of the individuals and their stage of maturation of the gonad, the pleopods were clearly differentiated in the females, due to their reproductive functionality and there was a strong tendency for the heteroquelia in the males due to high values of correlation between the size of the chelipods and the size of the animals.

Keywords: Secondary Sexual Characters. Sexual Maturity. Anomura.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Indivíduos de <i>Clibanarius symmetricus</i> (A) e <i>Clibanarius sclopetarius</i> (B). Evidenciando os quelípodos, escudo cefálico e pleópodos (setas). Diferenciação das espécies pelos padrões de listras no pereópodes.	16
Figura 2 – Vista ventral de indivíduos. A. Macho com gonóporos localizados nas coxas do quinto par de pereópodos. B. Fêmeas com gonóporos localizados nas coxas do terceiro para de pereópodos.	17
Figura 3 – Estágios de maturação identificados com base na coloração e referência da coloração em HTML.	18
Figura 4 – Aspecto da Gônada masculina.	19
Figura 5 – Fêmeas de <i>Clibanarius sclopetarius</i> . Boxplot com o comprimento do escudo cefálico para cada estágio de maturação.	19
Figura 6 – Fêmeas de <i>Clibanarius symmetricus</i> . Boxplot com o comprimento do escudo cefálico para cada estágio de maturação	20
Figura 7 – Indivíduos do sexo feminino. A. Pleópodos longos (setas). B. Massa ovígera (mo) presa aos pleópodos.	21
Figura 8 – Fêmeas de <i>Clibanarius sclopetarius</i> . Boxplot com o comprimento médio dos pleópodos para cada estágio de maturação.	22
Figura 9 – Fêmeas de <i>Clibanarius sclopetarius</i> . Boxplot com o comprimento médio dos pleópodos para cada estágio de maturação.	22
Figura 10 – (Exemplares de <i>Clibanarius symmetricus</i> . A. Macho com quelípode direito maior que o quelípode esquerdo. B. Fêmea com quelípodos simétricos. . . .	23
Figura 11 – (Correlação entre Comprimento do escudo cefálico (CEC) e diferença entre quelípodo maior e menor (Q maior - Q menor) em indivíduos de <i>Clibanarius sclopetarius</i>	23
Figura 12 – (Correlação entre Comprimento do escudo cefálico (CEC) e diferença entre quelípodo maior e menor (Q maior - Q menor) em indivíduos de <i>Clibanarius symmetricus</i>	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação de parâmetros entre 2 machos de <i>C. symmetricus</i>	20
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVO	13
3	MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1	Coleta	14
3.2	Rotinas de laboratório	14
3.2.1	<i>Análise das gônadas</i>	14
3.2.2	<i>Análise dos apêndices abdominais- pleópodes</i>	15
3.2.3	<i>Análise dos quelípodos</i>	15
4	RESULTADOS	16
4.1	Identificação	16
4.2	Relações entre o tamanho corporal e a coloração da gônada	16
4.3	Tamanho do pleópodo nas fêmeas	17
4.4	Análise dos quelípodos nos machos	20
5	DISCUSSÃO	25
5.1	Colorações da gônada e o tamanho corporal das fêmeas estágio de ma- turação	25
5.2	Apêndices abdominais - pleópodos	26
5.3	Quelípodos	26
6	CONCLUSÕES	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Os crustáceos são artrópodes pertencentes ao grande filo Arthropoda, que é caracterizado por indivíduos segmentados que apresentam exoesqueleto quitinoso rígido, possuem apêndices articulados e crescem por meio de ecdises (“mudas”). Os crustáceos em geral distinguem-se nesse filo por representarem o único grande táxon de artrópodes majoritariamente aquático e seus indivíduos apresentarem dois pares de antenas nos dois primeiros segmentos cefálicos e olhos compostos pedunculados. Além disso, possuem um par de mandíbulas e dois pares de maxilas com função na alimentação e um par de quelípodas que são os principais apêndices responsáveis pelo manuseio de alimentos e a defesa do animal (RUPPERT; BARNES, 1996).

O táxon Decapoda inclui os crustáceos mais conhecidos, sendo eles os camarões, lagostas, siris e caranguejos. Com mais de 10.000 espécies descritas, esta ordem representa aproximadamente um quarto dos crustáceos conhecidos. Este táxon se caracteriza principalmente por indivíduos cujos três primeiros segmentos torácicos são fundidos à cabeça formando o cefalotórax, que contem os apêndices que atuam como peças bucais denominados maxilípedes. Os restantes pares de apêndices correspondem aos dez pereópodes, ou patas ambulatórias dos quais se origina o nome Decapoda (= 10 patas). Uma estrutura similar à uma pinça se forma no primeiro par de pereópodes, se destacando por ser mais desenvolvido e quelado e se denomina quelípode (RUPPERT; BARNES, 1996).

Evolutivamente falando, o táxon Decapoda tem como tema central, a transformação de um ancestral alongado e natante, semelhante a um camarão, em um animal mais achatado, reptante semelhante a um caranguejo. É a partir dessa transformação que se baseia a classificação dos decápodes (RUPPERT; BARNES, 1996). As subordens Dendrobranchiata e Pleocyemata pertencem a ordem Decapoda onde os primeiros representam os indivíduos caracterizados por possuírem dendrobrânquias e não incubarem os ovos, tendo como principais representantes, os camarões. E os segundos, representam os restantes decápodos, que não possuem dendrobrânquias e os embriões são incubados nos pleópodes das fêmeas, eclodindo em um estágio posterior à larva náuplio (BRUSCA; BRUSCA, 2003).

Anomura (MacLeay, 1838), é uma infraordem de Pleocyemata, pertencente à ordem Decapoda. Os Anomura representam um táxon de indivíduos “transitórios” de camarões para caranguejos verdadeiros e a grande maioria dos anomuros é representada pelos ermitões (RUPPERT; BARNES, 1996). Esses indivíduos são caracterizados principalmente por possuírem pléon (abdômen) assimétrico e vulnerável e devido a isso necessitarem de proteção, que é conferida

pela apropriação de conchas de gastrópodes. Dependendo da disponibilidade de conchas, os ermitões podem apresentar elevada taxa de troca, pois à medida que vão crescendo, necessitam achar conchas progressivamente maiores.

Clibanarius sclopetarius (Herbst, 1796) e *Clibanarius symmetricus* (Randall, 1840) são duas espécies de caranguejos ermitões pertencentes à infraordem Anomura. Estas espécies distribuem-se geograficamente desde o Atlântico ocidental- Florida, Antilhas, Venezuela, norte da América do Sul, Guianas e toda a região costeira do Brasil (MELO, 1999). Seus indivíduos vivem na faixa entre marés, nas áreas de mangue, e apesar de serem bastante parecidos, é possível diferenciar essas duas espécies analisando o padrão de listras nos pereópodes (NEGRI *et al.*, 2014) que em *C. symmetricus* corresponde a oito listras pretas envolvendo os pereópodes esverdeados e em *C. sclopetarius* corresponde somente a quatro listras pretas envolvendo os pereópodes que são alaranjados.

Essas duas espécies, apesar de morfologicamente muito parecidas, não copulam. É necessário então ter um entendimento das características sexuais, morfológica e fisiologicamente e do dimorfismo sexual para entender esse aspecto da sua biologia reprodutiva.

O dimorfismo sexual caracteriza-se pelas diferenças morfológicas entre os sexos, que estão relacionados à seleção sexual favorecendo a distinção entre formas e tamanhos corpóreos. Em Decapoda, essas características são amplamente conhecidas, pelas variações corporais no abdômen e no própodo do quelípodo (TREVISAN *et al.*, 2012).

Hartnoll (1974) foi um dos pioneiros a analisar os caracteres sexuais secundários em Crustacea, analisando a variação no padrão de crescimento em alguns caracteres sexuais secundários em diferentes espécies das famílias de Brachyura. Vários estudos são encontrados descrevendo características morfológicas responsáveis pelo dimorfismo sexual para Brachyura (CORGOS; FREIRE, 2006; FRANSOZO, 2008; PAUL, 1992; ROLEMBERG *et al.*, ; MAROCHI *et al.*, 2015) Já para Anomura, por ter menos visibilidade em relação aos demais decápodes, foram encontradas menos publicações com esse enfoque (FANTUCCI *et al.*, 2009; OLIVEIRA; SANTOS, 2011; TREVISAN *et al.*, 2012) Aspectos como obstrução de aberturas genitais também são levados em conta para esse tipo de análise (ALMEIDA; BUCKUP, 1999).

Para as duas espécies desses estudos, a análise da posição do gonóporo garante a determinação do sexo do indivíduo. Nas fêmeas, o gonóporo se localiza na base do terceiro par de pereópodes e nos machos, no quinto par. Essas características distintivas correspondem então aos caracteres sexuais primários desses indivíduos.

Reconhecer as características que distinguem o sexo do animal e definem em qual estágio de maturação o mesmo se encontra e ter o conhecimento da morfologia/ fisiologia dos seus apêndices anexos é fundamental para entender o processo reprodutivo. O entendimento da biologia reprodutiva de qualquer animal é indispensável para o seu estudo em aspectos ecológicos e evolutivos.

Vários trabalhos sobre caracteres morfológicos secundários em Decapoda foram desenvolvidos, dando enfoque á estruturas externas, como por exemplo, baseando-se no tamanho relativo dos quelípodos para distinguir as fases de maturação, juvenil e adulta partindo do princípio que para os machos, características secundárias refletem o que tem potencial de aumentar o display sexual, já para as fêmeas, características como o tamanho abdominal, ou apêndices abdominais podem então estar relacionados á probabilidade de aumentar o sucesso reprodutivo.

Concomitante ao crescimento de crustáceos se constata mudanças na proporção de algumas estruturas e á isso se denomina crescimento alométrico. Os padrões desse tipo de crescimento são responsáveis pela definição da diferenciação sexual e podem acontecer gradualmente através de várias mudas (CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANSOZO, 2006) ou então em uma única muda, nesse caso, na muda puberdal que se refere á muda do ultimo estágio imaturo para o primeiro estágio maduro (KOWALCZUK; MASUNARI, 2000).

Caracteres sexuais secundários, nada mais são do que caracteres específicos adquiridos com o início da maturação sexual, que indicam a aptidão do indivíduo para a reprodução e reforçam o dimorfismo sexual, sendo então muito importantes esses estudos no âmbito do melhor entendimento do processo reprodutivo como um todo.

2 OBJETIVO

O objetivo principal desse trabalho é identificar as características morfológicas relacionadas á maturação sexual dos indivíduos dessas duas espécies, tendo como base a análise das gônadas e dos apêndices corporais dos mesmos e analisar a funcionalidade desses caracteres na biologia reprodutiva.

Estabelecer a comparação desses caracteres entre essas duas espécies morfológica-mente muito parecidas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Coleta

Os indivíduos utilizados para esse estudo foram coletados como parte de um projeto maior, em três estuários distribuídos ao longo da costa, com características abióticas muito semelhantes: estuário do Pacoti, estuário do Acaraú e estuário Timonha-Ubatuba.

3.2 Rotinas de laboratório

Após a coleta, as amostras foram transportadas e armazenadas no refrigerador do Laboratório de Estudo de Ecossistemas Aquáticos (LEEA), onde todos os processos de triagem, dissecação e análises em geral foram executados.

Para facilitar o manuseio dos animais frescos, eles foram congelados por algum tempo, ainda vivos de modo a reduzir o metabolismo, permitindo retirá-los das respectivas conchas para realizar as medições morfométricas, fazer as identificações, e qualquer outra análise que precisasse ser feita.

A seleção dos indivíduos não seguiu nenhum padrão específico, sendo importante a análise da maior variedade possível de tamanhos dos indivíduos, de acordo com o objetivo do projeto.

Ao todo, foram analisados 120 animais, 30 fêmeas e 30 machos para cada uma das espécies.

Com o auxílio de um paquímetro, de uma balança de precisão e de papel milimetrado, foram registradas as seguintes medidas para cada indivíduo: CEC (comprimento do escudo cefálico- em mm), peso do animal (em gramas), peso da gônada (em gramas), coloração da gônada (utilizando uma tabela de cores baseada na HTML), tamanho dos pleópodes (em cm), tamanho dos quelípodos. As dissecações foram feitas cuidadosamente com o auxílio de tesouras cirúrgicas, extraindo assim a gônada do animal e analisando a sua coloração e o seu peso.

3.2.1 Análise das gônadas

Para padronizar as análises de coloração das gônadas dos animais, foi tida como base a tabela de cores HTML que traduz as cores por códigos universais. Esse sistema HTML foi reconhecido também pelo programa GIMP de edição de imagens, utilizadas ao longo desse

trabalho, tornando coerentes os dados de coloração, facilmente acessáveis através do seu código.

3.2.2 *Análise dos apêndices abdominais- pleópodes*

Os pleópodes dos indivíduos foram analisados extraíndo-os individualmente, medindo-os e seguidamente listando-os aderidos em papel milimetrado. Com isso, foi feita a média dos tamanhos dos pleópodes para cada indivíduo.

Para a análise dos dados foi utilizado o programa Rstudio de modo a relacionar as medidas morfométricas obtidas.

3.2.3 *Análise dos quelípodos*

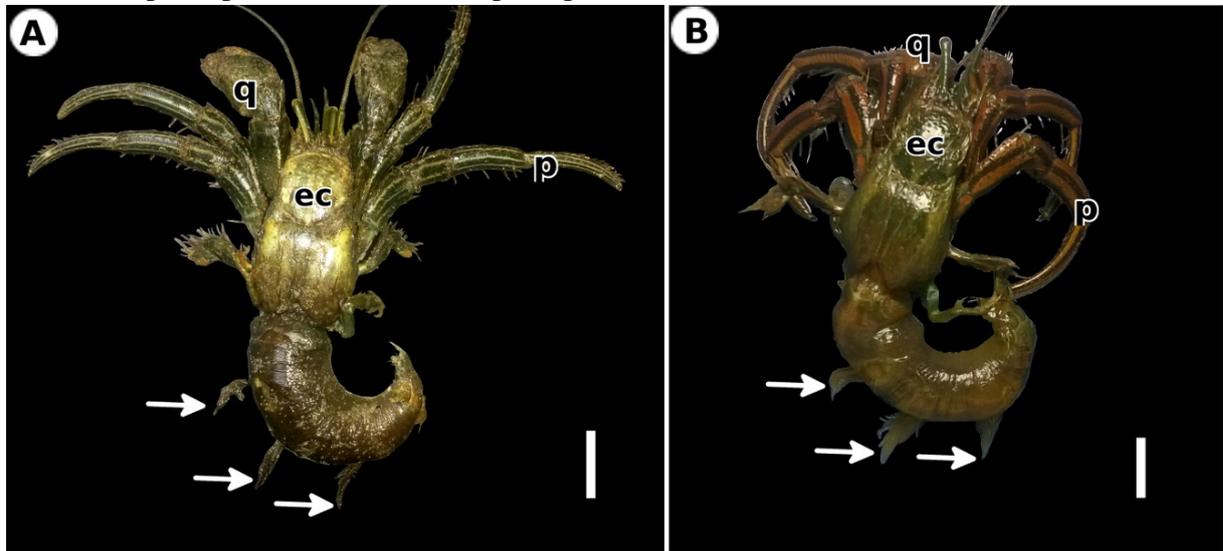
Os quelípodos foram analisados, abrangendo a maior diversidade de tamanhos possível de machos, com o CEC do animal variando de 4 mm a 13 mm tanto para *C. symmetricus* como para *C. sclopetarius*.

4 RESULTADOS

4.1 Identificação

O padrão de listras nos pereópodes de *C. symmetricus* e *C. sclopetarius* é o parâmetro que permite a distinção entre essas duas espécies que são morfológica e fisiologicamente muito parecidas. Esses caranguejos ermitões possuem um par de quelípodos e um abdômen assimétrico que exhibe em apenas um dos seus lados, pleópodos ímpares (Figura 1)

Figura 1 – Indivíduos de *Clibanarius symmetricus* (A) e *Clibanarius sclopetarius* (B). Evidenciando os quelípodos, escudo cefálico e pleópodos (setas). Diferenciação das espécies pelos padrões de listras no pereópodes.



a. abdomen. ec. escudo cefálico p. pereiópode. q. quelípede. Barra de escala: 1 cm

Fonte: Adaptado de Moitinho (2018).

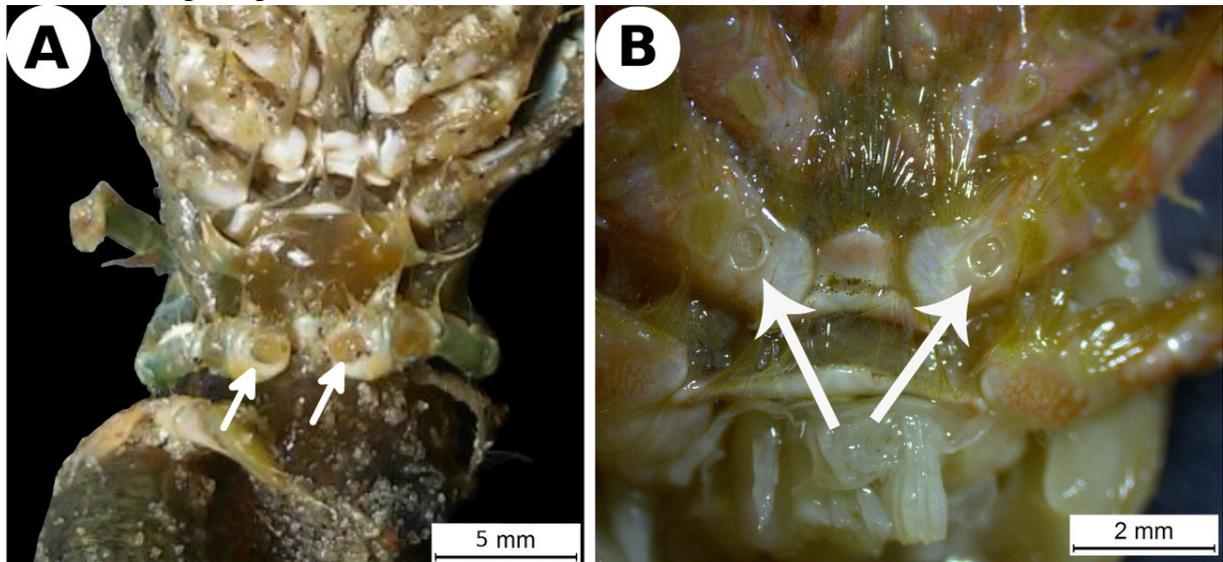
Para diferenciar os machos das fêmeas, é analisada a posição do gonópodo, em que nos machos se localiza na base do quinto par de pereópodes, e nas fêmeas, na base do terceiro par. A disposição dessas aberturas genitais são exatamente os caracteres sexuais primários desses animais que determinam os seus respectivos sexos (Figura 2)

4.2 Relações entre o tamanho corporal e a coloração da gônada

Foram encontradas três colorações correspondentes ao estágio de maturação das fêmeas (Figura 3):

- Estágio 1 - Imatura, onde a gônada apresenta uma coloração ligeiramente translúcida ou bege acastanhada

Figura 2 – Vista ventral de indivíduos. A. Macho com gonóporos localizados nas coxas do quinto par de pereópodos. B. Fêmeas com gonóporos localizados nas coxas do terceiro par de pereópodos.



Fonte: A autora.

- Estágio 2 - em maturação, onde a gônada se apresenta alaranjada
- Estágio 3 - madura, onde a gônada se apresenta bem escura em tons vermelho acastanhado

A gônada masculina é composta por um par de vasos deferentes e um par de testículos que se localizam no abdômen e se conectam com os gonóporos (Figura 4)

A coloração da gônada masculina permanece constante, em tons entre translúcido e amarelado.

Com os dados dos diferentes estágios de maturação das gônadas femininas, foi estabelecida uma relação desses estágios com o tamanho corporal das fêmeas representado pelo comprimento do escudo cefálico, tanto para *C. sclopetarius* (Figura 5), como para *C. symmetricus* (Figura 6).

A análise da relação desses parâmetros para ambas as espécies demonstra que fêmeas com o CEC entre 4-7 mm apresentaram maioritariamente gônadas imaturas, as entre 7-8 mm, apresentaram gônadas em processo de maturação e a partir de cerca de 9mm no escudo cefálico já apresentaram gônadas totalmente escuras, definidas como maduras.

4.3 Tamanho do pleópodo nas fêmeas

Os pleópodos nas fêmeas são estruturas desenvolvidas (Figura 7A) e reprodutivamente funcionais por serem onde são carregadas as massas ovíferas (Figura 7B). Devido a esse fato faz sentido terem uma estrutura mais robusta e resistente.

Figura 3 – Estágios de maturação identificados com base na coloração e referência da coloração em HTML.



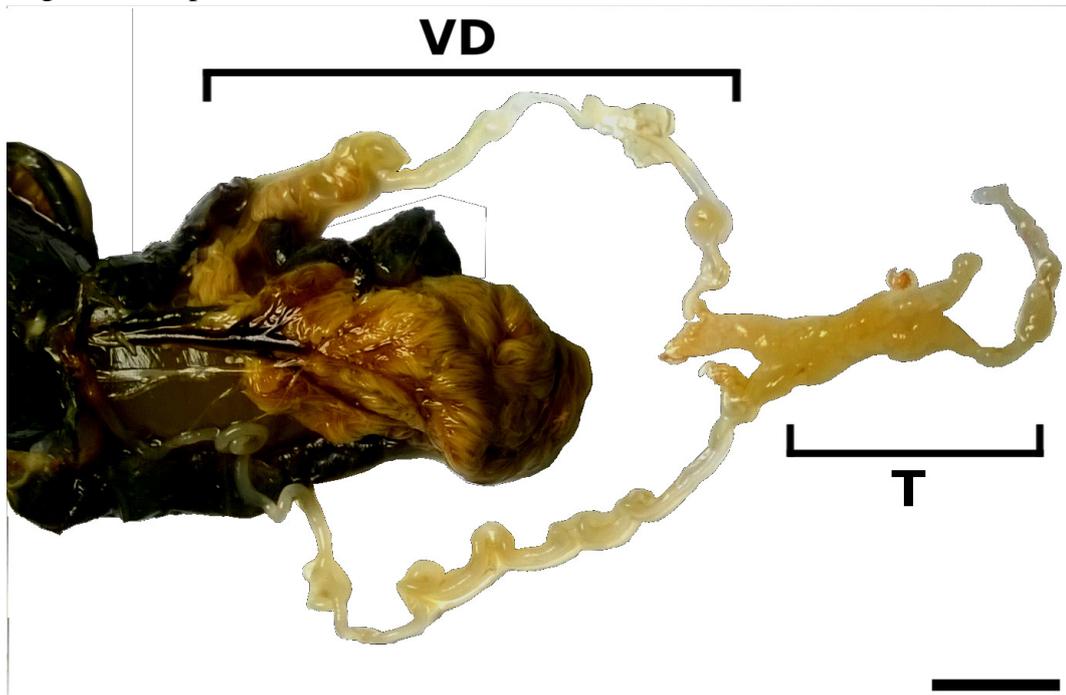
Fonte: A autora.

Quanto maiores as fêmeas e com a respectiva gônada mais madura, maiores os pleópodos como pode ser visualizado nas figuras 8 e 9.

Com a análise dos gráficos é possível ver uma relação direta entre o comprimento médio dos pleópodos das fêmeas e seus respectivos estágios de maturação. Fêmeas maduras apresentaram uma média superior em relação às fêmeas em maturação, que por sua vez também apresentaram uma maior média relativamente às fêmeas imaturas, mostrando que o crescimento dos pleópodos acompanha a maturação gonadal das fêmeas de *Clibanarius*. Observou-se o mesmo padrão para ambas as espécies.

Nos machos, o tamanho do pleópodo praticamente não variou, mostrando um sutil crescimento devido simplesmente ao aumento proporcional do corpo com as mudas. Machos juvenis e machos adultos apresentaram pouca diferença no tamanho médio dos seus pleópodos (Tabela 1).

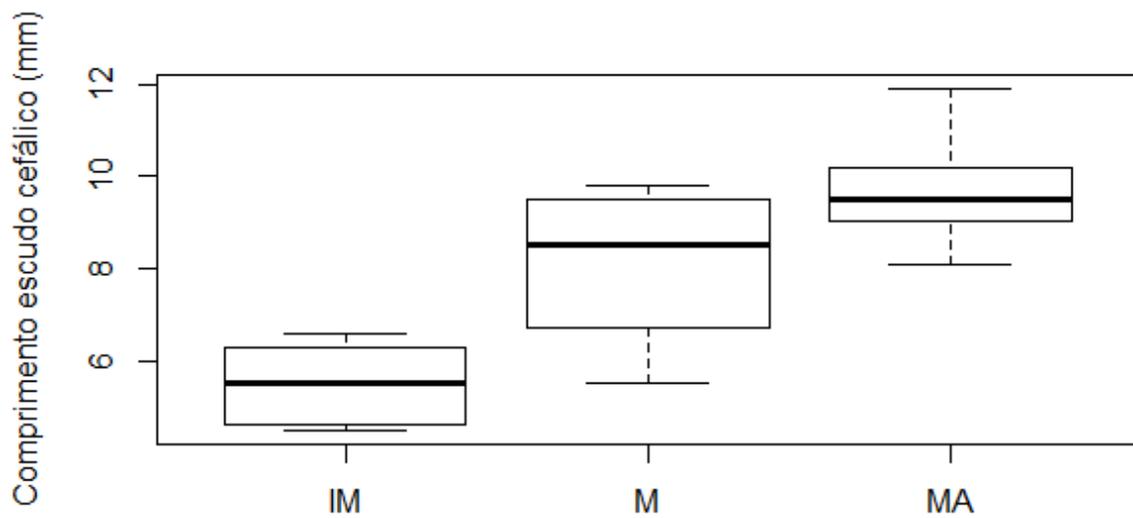
Figura 4 – Aspecto da Gônada masculina.



T. testículo. VD. vaso deferente.

Fonte: A autora.

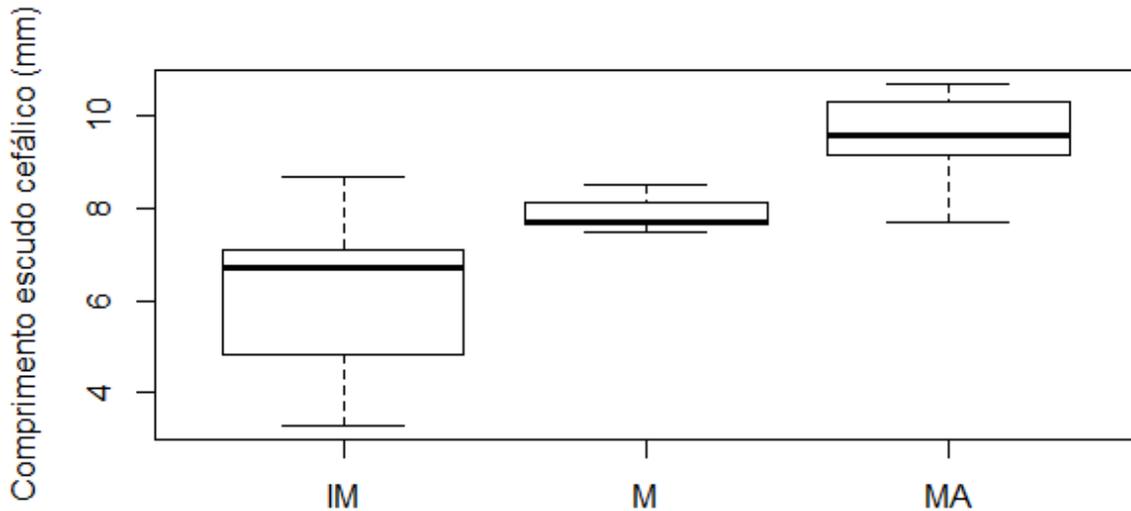
Figura 5 – Fêmeas de *Clibanarius sclopetarius*. Boxplot com o comprimento do escudo cefálico para cada estágio de maturação.



IM. imaturo. M. em maturação. MA. maduro

Fonte: A autora.

Figura 6 – Fêmeas de *Clibanarius symmetricus*. Boxplot com o comprimento do escudo cefálico para cada estágio de maturação



IM. imaturo. M. em maturação. MA. maduro

Fonte: A autora.

Tabela 1 – Comparação de parâmetros entre 2 machos de *C. symmetricus*.

CEC (mm)	Peso (g)	Pleópode (cm)
13,6	15,85	1,10
7,8	4,29	0,86

Fonte: A autora.

4.4 Análise dos quelípodos nos machos

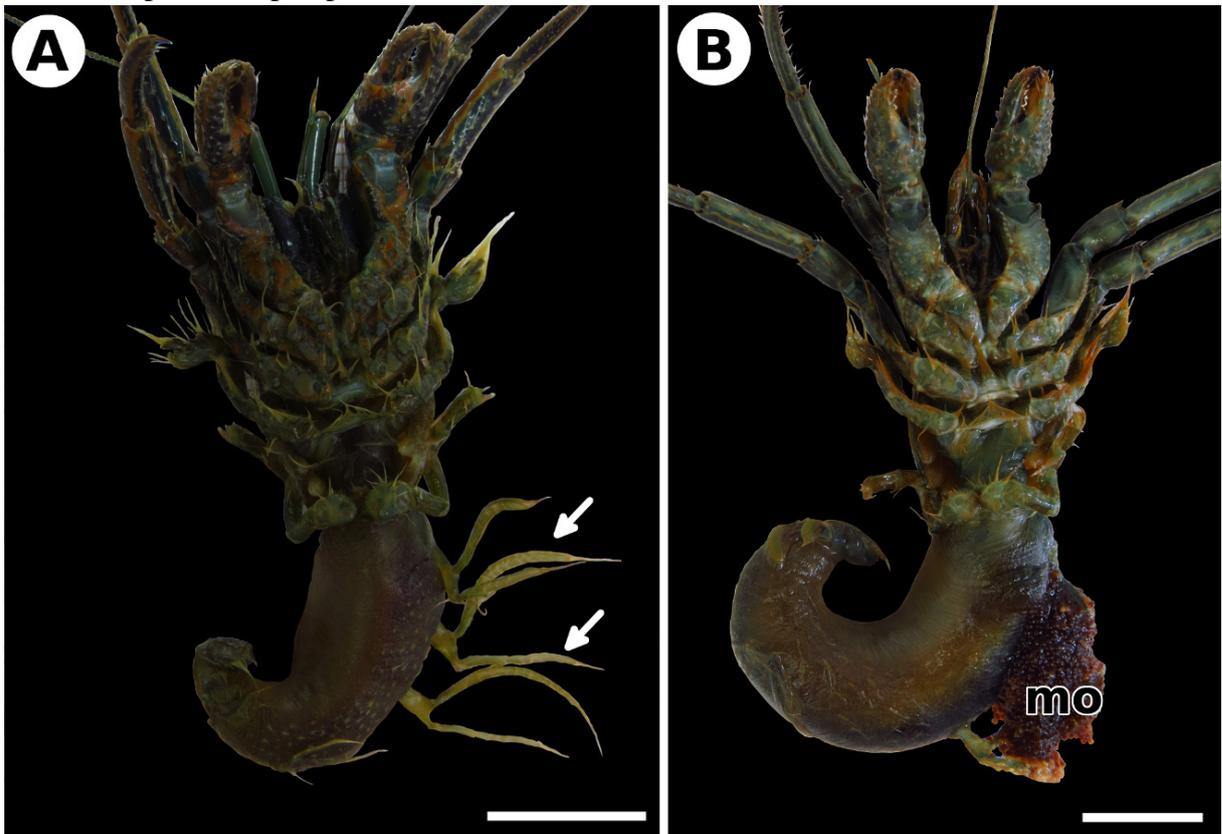
Os resultados da análise do tamanho dos quelípodos mostraram claramente a diferença entre os machos e as fêmeas. O crescimento alométrico dos quelípodos se revela positivo para o sexo masculino e não significativo para o sexo feminino.

Os machos apresentaram na sua totalidade, uma tendência para a assimetria entre os seus quelípodos esquerdo e direito. Alguns de forma muito mais evidente do que outros.

O índice de correlação entre o comprimento do escudo cefálico e a diferença entre os quelípodos direito e esquerdo revelou ser alto, para ambas as espécies. Isso demonstra a tendência para a heteroquelia nos machos sendo que a medida que o indivíduo aumenta de tamanho, a tendência é haver uma maior diferença entre os seus quelípodos (Figuras 11 e 12)

Indivíduos juvenis entre 4-7 mm de CEC apresentaram diferença pouco significativa na diferença dos quelípodos. Aumentando o tamanho do indivíduo, essa relação foi gradativa-

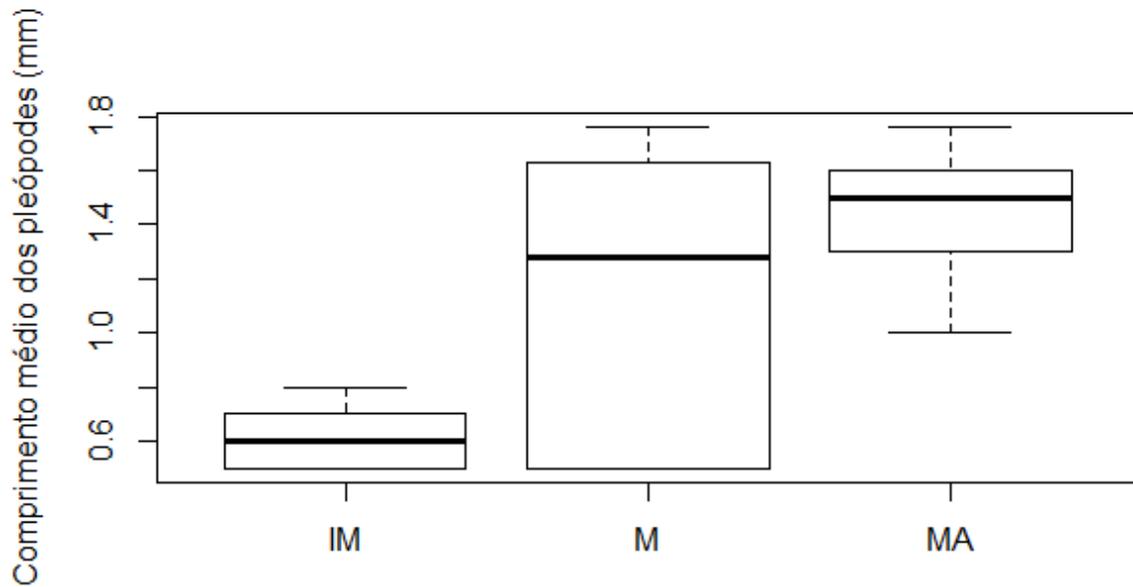
Figura 7 – Indivíduos do sexo feminino. A. Pleópodos longos (setas). B. Massa ovígera (mo) presa aos pleópodos.



Fonte: A autora.

mente aumentando, chegando a diferenças de 5mm entre as duas quelas para indivíduos adultos a partir de 11mm de CEC.

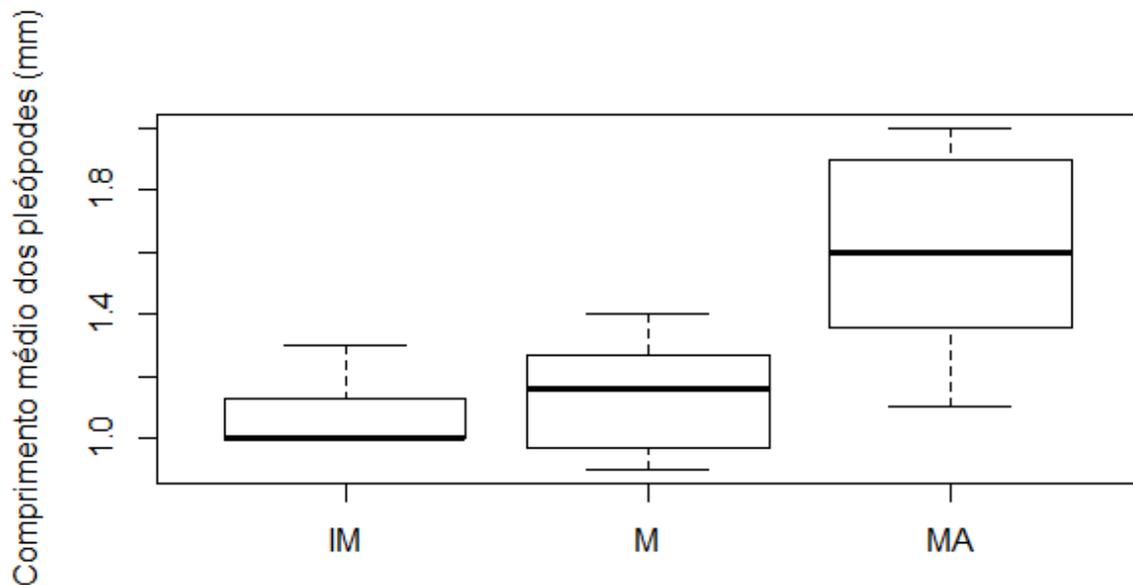
Figura 8 – Fêmeas de *Clibanarius sclopetarius*. Boxplot com o comprimento médio dos pleópodes para cada estágio de maturação.



IM. imaturo. M. em maturação. MA. maduro

Fonte: A autora.

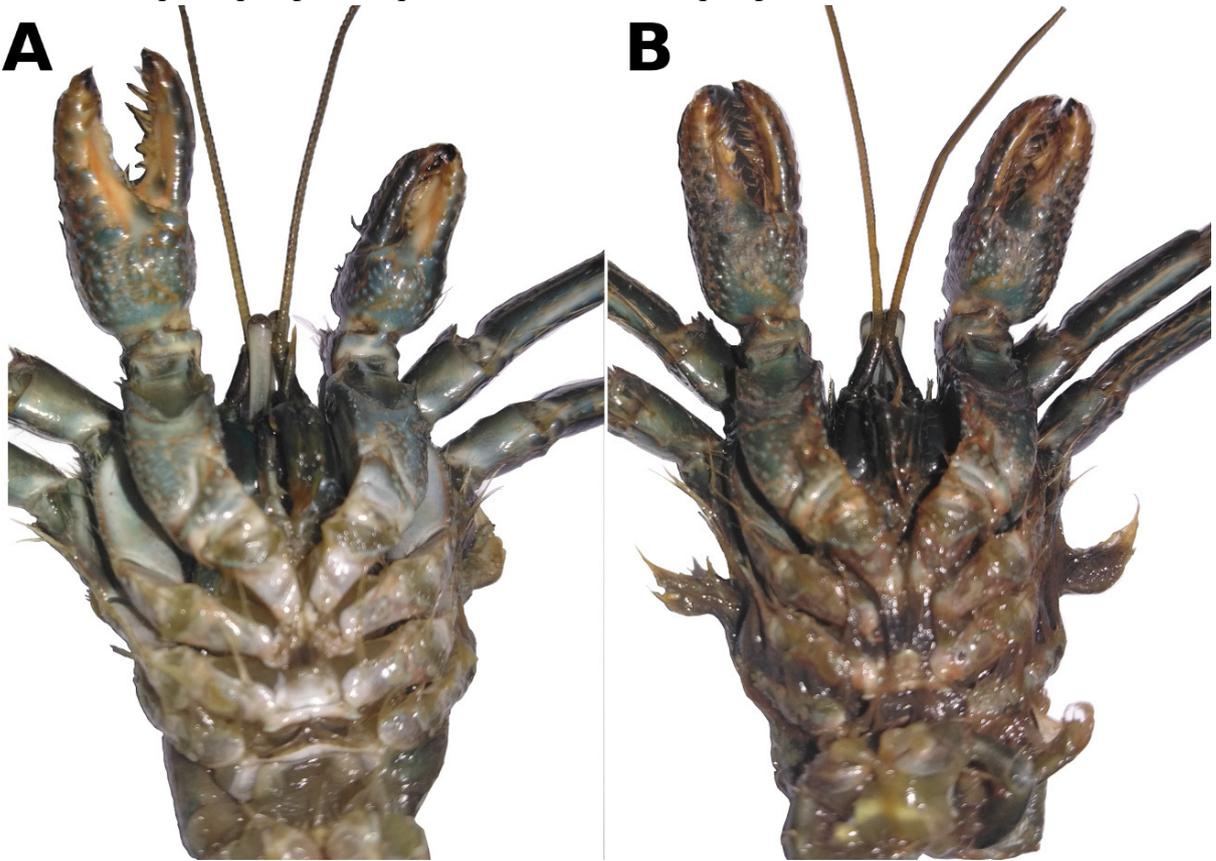
Figura 9 – Fêmeas de *Clibanarius sclopetarius*. Boxplot com o comprimento médio dos pleópodes para cada estágio de maturação.



IM. imaturo. M. em maturação. MA. maduro

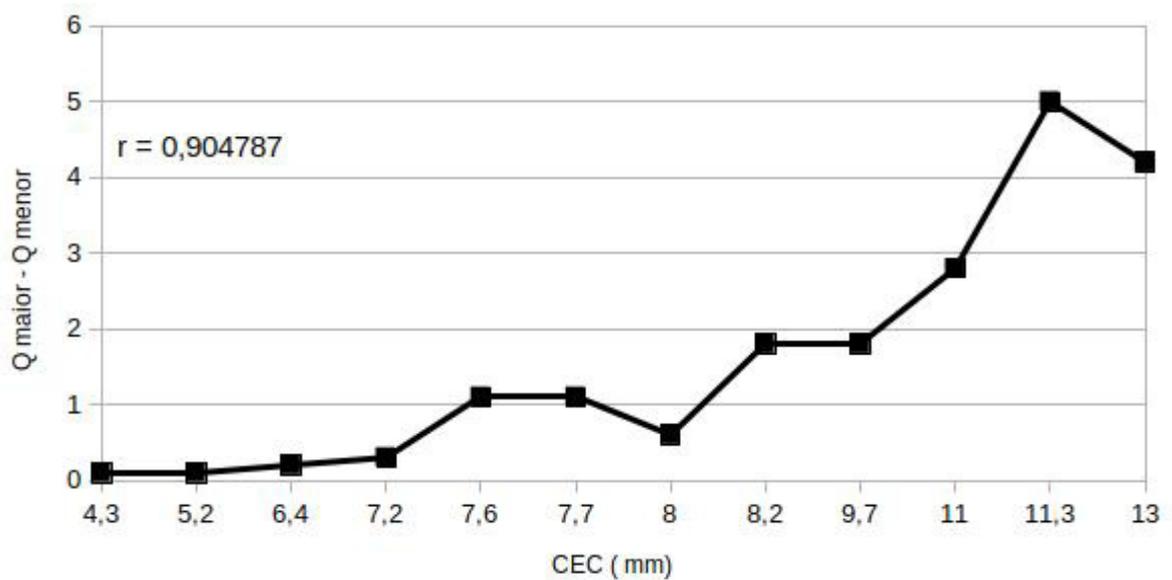
Fonte: A autora.

Figura 10 – (Exemplares de *Clibanarius symmetricus*. A. Macho com quelípode direito maior que o quelípode esquerdo. B. Fêmea com quelípodes simétricos.



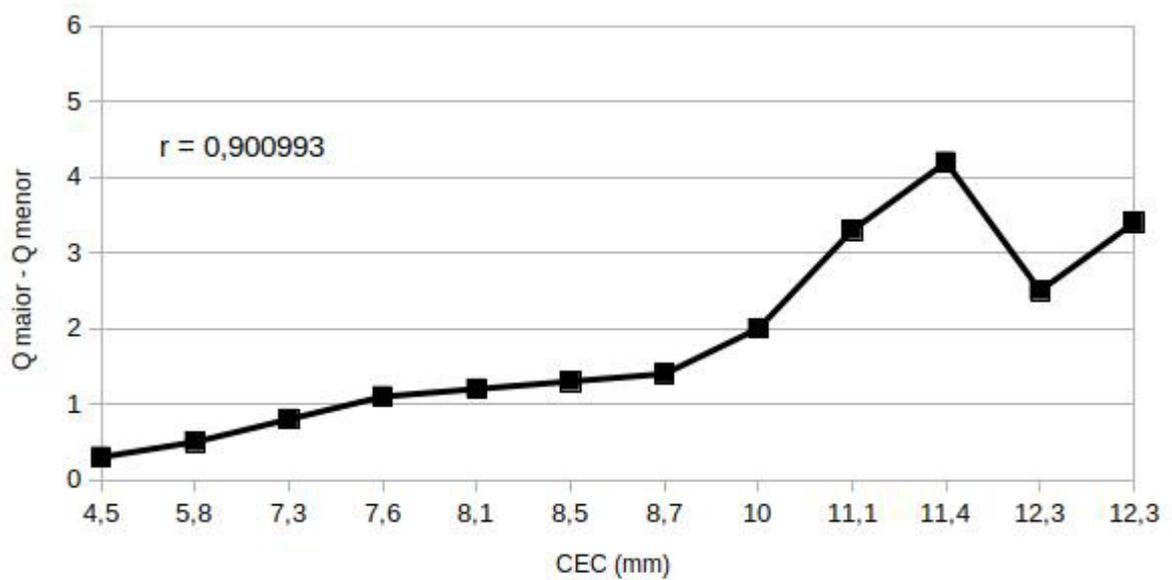
Fonte: A autora.

Figura 11 – (Correlação entre Comprimento do escudo cefálico (CEC) e diferença entre quelípodo maior e menor (Q maior - Q menor) em indivíduos de *Clibanarius sclopetarius*.



Fonte: A autora.

Figura 12 – (Correlação entre Comprimento do escudo cefálico (CEC) e diferença entre quelí-podo maior e menor (Q maior - Q menor) em indivíduos de *Clibanarius symmetricus*).



Fonte: A autora.

5 DISCUSSÃO

Os caracteres sexuais secundários (quelípodos, abdômen e pleópodos) antes e após a maturação apresentam diferentes taxas de crescimento e isso pode ser significativa adaptativamente em termos de funcionalidade na biologia reprodutiva da espécie, como em movimentos de corte, ou incubação de ovos por exemplo(KOWALCZUK; MASUNARI, 2000).

5.1 Colorações da gônada e o tamanho corporal das fêmeas estágio de maturação

Conan *et al.* (2001) determina que a maturidade sexual em fêmeas de crustáceos depende exclusivamente da capacidade de produzir gametas viáveis, indicando que o indivíduo está apto para a reprodução. Paralelamente à essa informação, Hines (1982), afirma que o tamanho do corpo de fêmeas de crustáceos é o principal determinante do seu potencial reprodutivo. Vários estudos com crustáceos decápodes dão enfoque à análise abdominal das fêmeas como um dos principais parâmetros de indicativos de maturidade.

Com isso, pelas análises feitas mostrando que existe de fato uma relação positiva entre o tamanho corporal e o estágio de maturação dos indivíduos, baseada na coloração que a gônada vai atingindo.

Foram identificados três estágios referentes à maturação das gônadas das fêmeas: imaturo, em maturação e maduro. E nesses três estágios é possível observar variações na coloração dessas gônadas, tal que as imaturas apresentam uma coloração mais clara em tons de bege, as em maturação começam a adquirir uma cor laranja, devido ao acúmulo de caroteno nos oócitos (CHARNIAUX-COTTON, 1985) e isso indica o início da maturação, sendo um advento descrito por Manjón-Cabeza e Raso (2000). As gônadas maduras apresentam uma cor vermelha escura que demonstra que uma grande quantidade de vitelo está presente nos oócitos.

Fêmeas ovígeras muito pequenas com o escudo cefálico medindo menos de 4mm foram encontradas, dado que foge do padrão. Há que levar em conta que a maturidade morfológica e a fisiológica podem não estar sempre em sincronia (HARTNOLL, 1982) uma hipótese para esse advento pode ser influencia de algum agente externo causador de algum stress motivando a criação de estratégias desses indivíduos a adiantar sua maturação sexual, ou aumentar o numero de massa de ovos por exemplo(YAM; DUDGEON, 2005). O fato dos animais terem sido provenientes de estuários diferentes pode exercer influencia nesse dado considerado uma exceção sendo que alguma característica abiótica no ambiente pode instigar alterações fisiológicas.

Não houve constatação de diferença entre *C. symmetricus* e *C. scolopetarius*.

5.2 Apêndices abdominais - pleópodos

Segundo Ruppert e Barnes (1996) em Decapoda, os pleópodos são os apêndices abdominais guarnecidos com franjas de cerdas, cuja funcionalidade está relacionada principalmente à natação. Em Anomura, essas estruturas que só estão presentes em um lado do abdômen dos animais, são mantidas pelas fêmeas para carregar os ovos. Assim sendo, os pleópodos apresentam então uma dupla funcionalidade em relação as fêmeas de caranguejos ermitões, explicando o fato de serem robustos e fixos, permitindo que os ovos permaneçam aderidos. A análise dessas estruturas em fêmeas de uma variedade de tamanhos e em todos os estados de maturação demonstrou que de fato a funcionalidade específica desses apêndices reflete na morfologia, se revelando como uma característica concomitante ao crescimento e desenvolvimento do indivíduo. Nos machos, essas estruturas funcionam simplesmente para mover a água, contribuindo para limpeza e arejamento (FANTUCCI *et al.*, 2009).

Os pleópodos apresentando diferentes morfologias e funções em cada sexo, tornam-se interessantes para analisar o dimorfismo sexual através do seu padrão de crescimento relativo. Torna-se possível reconhecer o sexo feminino desses Anomura, utilizando da observação dessas estruturas, o que revela que sejam um importante caracter sexual secundário relacionado a maturidade das fêmeas.

Há uma fraca inclinação de estudo sobre estas estruturas para investigação do crescimento relativo, mas os pleópodos de caranguejos ermitões revelam-se como importantes estruturas devido exatamente às suas mudanças durante o desenvolvimento e funcionalidade na reprodução (FANTUCCI *et al.*, 2009).

5.3 Quelípodos

Sendo os apêndices com mais destaque visual em Decapoda, são das características mais estudadas quando se trata de características sexuais que refletem o dimorfismo sexual. O quelípodo é um apêndice multifuncional, dotado de uma pata articulada, especializada para a realização de várias funções (TSUCHIDA FUJIKURA, 2000).

A heteroquelia abrange diferenças no tamanho, forma e função entre os quelípodos direito e esquerdo e varia intensamente entre as espécies de crustáceos decápodes, sendo um

aspecto que auxilia fortemente na diferenciação sexual (GÓES; FRANSOZO, 1998).

Hartnoll (1974) sugere alta taxa de variação no crescimento de espécie para espécie, porem seguindo padrões similares onde a alometria se apresenta positiva em relação à heteroquelia dos machos, com notável mudança durante a transição da fase juvenil para a adulta, e insignificantes mudanças para as fêmeas independentemente da maturação.

A análise do tamanho dos quelípodos mostrou claramente a diferença entre os machos e as fêmeas. O crescimento alométrico dos quelípodos ao se revelar positivo para o sexo masculino e nulo para o sexo feminino mostra que para *C. symmetricus* e *C. sclopetarius* essa é uma característica restrita à somente um dos sexos, estando diretamente ligada ao seu display sexual. Isso acontece em alguns táxons, mas não é tão comum, sendo que em Decapoda, a heteroquelia é na maioria das vezes observada em ambos os sexos (HARTNOLL, 1982).

A proporção quelipodal diferenciada para o sexo masculino, pode ser atribuído ao fato dos machos necessitarem de quelas maiores e mais robustas no âmbito da defesa territorial, disputas inter e intra específicas, comportamento de corte, seleção de conchas (FANTUCCI *et al.*, 2009)

6 CONCLUSÕES

Os caracteres que reforçaram o dimorfismo sexual nas espécies *c. sclopetarius* e *c. symmetricus* foram principalmente a presença de pleópodos desenvolvidos nas fêmeas, e tendência para a heteroquelia nos machos.

Não obstante ao fato do tamanho corporal apresentar correlação positiva com a maturidade sexual, animais considerados pequenos foram avaliados como maduros, principalmente no caso das fêmeas, e isso pode dever-se a influencia de algum fator externo que esteja interferindo no ciclo reprodutivo normal.

As duas espécies *c. sclopetarius* e *c. symmetricus* não apresentaram diferenças morfológicas relacionadas aos caracteres sexuais secundários apresentando sempre o mesmo padrão em todos os parâmetros analisados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.; BUCKUP, L. Caracteres sexuais primários e secundários do lagostim *Parastacus defossus faxon*, 1898 (Crustacea, Parastacidae). **Nauplius**, v. 7, p. 113–126, 1999.
- BRUSCA, R.; BRUSCA, G. Phylum arthropoda: The crustaceans. In: **Invertebrates**. 2. ed. [S.l.]: Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2003. cap. 16.
- CASTIGLIONI, D. d. S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. Physiologic sexual maturity of the fiddler crab *Uca rapax* (Smith, 1870)(Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in Ubatuba, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, SciELO Brasil, v. 49, n. 2, p. 239–248, 2006.
- CHARNIAUX-COTTON, H. Vitellogenesis and its control in malacostracan Crustacea. **American Zoologist**, Oxford University Press UK, v. 25, n. 1, p. 197–206, 1985.
- CONAN, G. Y.; COMEAU, M.; MORIYASU, M. Are morphometrical approaches appropriate to establish size at maturity for male American lobster, *Homarus americanus*? **Journal of Crustacean Biology**, Oxford University Press, v. 21, n. 4, p. 937–947, 2001.
- CORGOS, A.; FREIRE, J. 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**, Oxford University Press, v. 63, n. 5, p. 851–859, 2006.
- FANTUCCI, M. Z.; BIAGI, R.; MANTELATTO, F. L. Use of pleopod morphology to determine sexual dimorphism and maturity in hermit crabs: *Isocheles sawayai* as a model. **Helgoland Marine Research**, v. 63, n. 2, p. 169, 2009.
- FRANZOZO, V. N. **MORFOLOGIA DOS CARACTERES SEXUAIS SECUNDÁRIOS E CARACTERIZAÇÃO GONADAL MASCULINA EM XIPHOPENAEUS KROYERI (HELLER, 1862)(CRUSTACEA, DENDROBRANCHIATA, PENAEOIDEA)**. Tese (Doutorado) — UNESP–Botucatu, 2008.
- GÓES, J. M.; FRANZOZO, A. Heterochely in *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781)(Crustacea, Decapoda, Xanthidae) of the rocky coast from Praia Grande, Ubatuba (SP), Brazil. **Biotemas**, v. 11, n. 1, p. 71–80, 1998.
- HARTNOLL, R. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda Brachyura). **Crustaceana**, Brill, v. 27, n. 2, p. 131–136, 1974.
- HINES, A. H. Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. **Marine Biology**, Springer, v. 69, n. 3, p. 309–320, 1982.
- KOWALCZUK, V. G.; MASUNARI, S. Crescimento relativo e determinação da idade na fase juvenil de *Armases angustipes* (Dana)(Decapoda, Brachyura, Grapsidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, SciELO Brasil, v. 17, n. 1, p. 17–24, 2000.
- MANJÓN-CABEZA, M.; RASO, J. G. Reproductive aspects of females of the hermit crab *Diogenes pugilator* (Crustacea: Decapoda: Anomura) from southern Spain. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge University Press, v. 80, n. 1, p. 85–93, 2000.

MAROCHI, M. Z.; TREVISAN, A.; GOMES, F. B.; MASUNARI, S. Dimorfismo sexual em *Hepatus pudibundus* (Crustacea, Decapoda, Brachyura). **Iheringia Serie Zoologica**, 2015.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea, Astacidea**. [S.l.]: Editora Plêiade; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 1999.

NEGRI, M.; LEMAITRE, R.; MANTELATTO, F. L. Molecular and morphological resurrection of *Clibanarius symmetricus*, a cryptic species hiding under the name for the “thin stripe” hermit crab *C. vittatus* (Decapoda: Anomura: Diogenidae). **Journal of Crustacean Biology**, Oxford University Press, v. 34, n. 6, p. 848–861, 2014.

OLIVEIRA, D.; SANTOS, S. Maturidade sexual morfológica de *Aegla platensis* (Crustacea, Decapoda, Anomura) no lajeado bonito, norte do estado do rio grande do sul, brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 101, n. 1-2, p. 127–130, 2011.

PAUL, A. A review of size at maturity in male tanner (*Chionoecetes bairdi*) and king (*Paralithodes camtschaticus*) crabs and the methods used to determine maturity. **American Zoologist**, Oxford University Press UK, v. 32, n. 3, p. 534–540, 1992.

ROLEMBERG, K.; FERNANDES-GÓES, L. *et al.* Heteroquelia em *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) na área de proteção ambiental (APA) do delta do Parnaíba. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 1.; PRÊMIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FAPEPI, 1., 2005, [TERESINA]. ANAIS... [TERESINA]: FAPEPI, 2005. **Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. [S.l.].

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. Crustáceos. In: **Zoologia dos Invertebrados**. 6. ed. [S.l.]: ROCA, 1996. cap. 14.

TREVISAN, A.; MAROCHI, M. Z.; COSTA, M.; SANTOS, S.; MASUNARI, S. Sexual dimorphism in *Aegla marginata* (Decapoda: Anomura). **Nauplius**, SciELO Brasil, v. 20, n. 1, p. 75–86, 2012.

YAM, R. S.; DUDGEON, D. Inter- and intraspecific differences in the life history and growth of *Caridina* spp. (Decapoda: Atyidae) in Hong Kong streams. **Freshwater Biology**, Wiley Online Library, v. 50, n. 12, p. 2114–2128, 2005.