



Universidade Federal do Ceará
Instituto de Ciências do Mar
Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais

Maturidade sexual e relações morfométricas
do caranguejo *Goniopsis cruentata*
(Latreille, 1803) (Crustacea: Brachyura:
Grapsidae) do estuário do Rio Jaguaribe
(Aracati – Ceará)

Fortaleza – Ceará

2008

Leonardo Peres de Souza

Maturidade sexual e relações morfométricas
do caranguejo *Goniopsis cruentata*
(Latreille, 1803) (Crustacea: Brachyura:
Grapsidae) do estuário do Rio Jaguaribe
(Aracati – Ceará)

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Ciências
Marinhas Tropicais da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Feitosa
Silva

Fortaleza – Ceará

2008

Leonardo Peres de Souza

Maturidade sexual e relações morfométricas do caranguejo
Goniopsis cruentata (Latreille, 1803) (Crustacea: Brachyura:
Grapsidae) do estuário do Rio Jaguaribe (Aracati – Ceará).

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-
Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre.

Aprovada em ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. José Roberto Feitosa Silva, Dr. (orientador)

Universidade Federal do Ceará

Prof. João Marcos de Góes, Dr. (membro externo)

Universidade Estadual do Piauí

Profa. Tereza Cristina Vasconcelos Gesteira, Phd. (membro interno)

Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR – UFC

Aos meus pais por todo o apoio.

Dedico

Agradecimentos

Um dos grandes prazeres da vida é ter a oportunidade de poder agradecer as pessoas que colaboram, que são gentis, que reconhecem o seu esforço, que entendem ou criticam de forma inteligente seu trabalho. Assim, gostaria de prestar os meus sinceros agradecimentos às pessoas, cuja ajuda direta ou indireta, tornou possível a realização deste trabalho.

Aos meus pais Anselmo e Dalila, por todo amor, apoio e incentivo que dedicaram a mim.

Aos meus irmãos Anselmo e André pelo apoio e carinho oferecidos. As minha cunhadas Rosângela e Dharlene e aos meus sobrinhos por me proporcionarem tantos momentos de alegria.

A minha namorada Galyléia que eu AMO tanto, por toda a compreensão, carinho e amor que você me proporcionou, por sempre me apoiar nas minhas decisões, além de aturar nos momentos de estresse. Obrigado por tudo.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Roberto Feitosa Silva, pelo apoio e confiança depositados em mim durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos Carlos Meireles, Marcelo (Tony) e Cristiane Xerez, que sempre disposto a ajudar e a conversar. Muito obrigado pelos cafezinhos diários.

Aos meus colegas Marcos Leite, Renata Shinozaki e Jones Santander pelas contribuições nas análises estatísticas realizadas durante a execução deste trabalho.

As minhas irmãs Metralhas e eternas amigas que eu adoro tanto, Lívia e Tatyane (Ackmed) que me auxiliaram em todas as etapas de execução deste projeto, além de estarem sempre ao meu lado me alegrando em todos os momentos difíceis.

Aos estagiários do Laboratório de Embriologia e Histologia Animal: André, Marjorie, Bruno, Jussira e Márcia pelos momentos engraçados que tivemos no laboratório. Ao meu amigo Cleyton, que mesmo muito ocupado, sempre esteve disposto a ajudar e a dar sua opinião.

A bióloga Tatiane Garcia e aos estagiários do laboratório de Zoobentos do LABOMAR, principalmente a Kcrishna, Ismália, Márcia, Flávia e Adriana, por sempre me receberem tão bem. A estagiária Tarciana, pela sua amizade e pelos momentos engraçados durante as coletas.

Aos meus queridos e eternos amigos cursaram a graduação comigo.

A todos da minha turma de mestrado.

Ao catador Nelson e família pela captura mensal dos caranguejos e pelo o grande apoio durante os dias de coletas.

Aos professores do curso de pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais, especialmente àqueles que tiveram considerável influência na minha formação científica.

A CNPq pelo suporte financeiro (Processo nº 134140/2006-0).

“Aprender é a única de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende”.

Leonardo Da Vinci

Índice

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Ecossistema manguezal.	1
1.2. O estuário do Rio Jaguaribe (Aracati - Ce).	3
1.3. O Táxon Crustacea.	6
1.4. O caranguejo <i>Goniopsis cruentata</i> .	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1. Sistema reprodutor de Crustacea Decapoda.	11
2.1.1. Sistema reprodutor feminino.	11
2.1.2. Sistema reprodutor masculino.	13
2.2. Maturidade sexual em Crustacea Decapoda Brachyura.	14
2.3. Trabalhos realizados com a espécie <i>Goniopsis cruentata</i> .	18
3. OBJETIVO GERAL	21
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
5. MATERIAL E MÉTODOS	22
5.1. Captura dos animais.	22
5.2. Procedimento de Laboratório.	22
5.2.1. Obtenção dos dados biométricos.	22
5.2.2. Dissecção e análise macroscópica das gônadas.	23
5.2.3. Processamento Histológico e análise microscópica das gônadas	23

5.3. Definição dos estágios de desenvolvimento reprodutivo.	24
5.4. Análise estatística.	26
5.4.1. Período reprodutivo	26
5.4.2. Determinação da maturidade sexual.	26
5.4.3. Análise Morfométrica.	27
6. RESULTADOS	31
6.1. Caracterização do sistema reprodutor.	32
6.1.1. Sistema reprodutor feminino.	32
6.1.2. Sistema reprodutor masculino.	37
6.2. Maturidade sexual.	39
6.3. Análise morfométrica.	44
7. DISCUSSÃO	52
7.1. Caracterização do sistema reprodutor.	53
7.2. Maturidade sexual.	56
7.3. Análise de crescimento relativo.	64
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
9. CONCLUSÕES	72
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
11. ANEXOS	90

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
I	Estágios de desenvolvimento ovariano e suas respectivas características macroscópicas e microscópicas.	35
II	Relação entre as características gonadais e morfológicas externas das fêmeas da espécie <i>Goniopsis cruentata</i> em diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo.	41
III	Características macroscópicas e microscópicas do sistema reprodutor masculino da espécie <i>Goniopsis cruentata</i> em diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo.	42
IV	Padrões de crescimento relativo apresentado por machos e fêmeas de <i>Goniopsis cruentata</i> em diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo.	45
V	Resultados obtidos nos testes <i>t</i> para comparação de coeficientes angulares (b) entre as relações do mesmo estágio de maturação e diferentes sexos.	48
VI	Resultados obtidos nos testes <i>t</i> para comparação de coeficientes angulares (b) entre as relações do mesmo sexos e estágio de maturação diferentes.	51

LISTA DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Mapa do Brasil evidenciando a distribuição das áreas de mangue no litoral Brasileiro.	1
2	Mapa evidenciando a Bacia do Rio Jaguaribe e o local de coleta.	4
3	Foto do caranguejo <i>Goniopsis cruentata</i> evidenciando os caracteres de diagnose.	8
4	Distribuição do caranguejo <i>Goniopsis cruentata</i> .	10
5	Fotos do caranguejo <i>Goniopsis cruentata</i> evidenciando os diferentes locais onde pode ser encontrados no manguezal.	10
6	Mapa do Brasil evidenciando os principais estados onde foram realizados estudos com o caranguejo <i>Goniopsis cruentata</i> e os respectivos aspectos biológicos abordados.	18
7	Estruturas utilizadas nas análises morfométricas.	23
8	Frequência relativa mensal de fêmeas ovíferas da espécie <i>Goniopsis cruentata</i> evidenciando o período de sazonalidade	31
9	Anatomia do sistema reprodutor feminino de <i>Goniopsis cruentata</i> evidenciando seus componentes e localização.	34
10	Fotomicrografias evidenciando as secções histológicas do ovário de <i>Goniopsis cruentata</i> em diferentes estágios de desenvolvimento ovariano.	36
11	Sistema reprodutor masculino e fotomicrografias dos vasos deferentes de <i>Goniopsis cruentata</i> .	38
12	Gráfico evidenciando a porcentagem de machos, por classes de tamanho, da espécie <i>Goniopsis cruentata</i> contendo espermátóforos no vaso deferente.	40
13	Tamanho da primeira maturação (L_{50}) para fêmeas e machos de <i>Goniopsis cruentata</i> .	43
14	Gráficos relativos à análise de crescimento do abdômen de indivíduos imaturos e maduros.	47
15	Gráficos relativos a análise de crescimento das quelas de indivíduos maduros	47
16	Gráficos relativos às análises de crescimento evidenciando as diferenças nos níveis de inclinação das retas de regressão de indivíduos imaturos e maduros.	50

RESUMO

A espécie *Goniopsis cruentata* apresenta valor comercial relevante no nordeste brasileiro, sendo comercializada pelos catadores, que também a utilizam para a própria alimentação. A presente pesquisa teve como objetivo determinar o tamanho no qual esta espécie atinge a maturidade sexual e, através da análise de crescimento relativo, estabelecer relações entre as estruturas relacionadas às características sexuais secundárias e os estágios de desenvolvimento reprodutivo. Os padrões de dimorfometria sexual da espécie também foram avaliados. As coletas foram realizadas no estuário do Rio Jaguaribe (Aracati-Ce) durante o período de outubro/2006 a setembro/2007. Os animais eram mensurados e dissecados para a retirada de fragmentos dos ovários nas fêmeas e do vaso deferente nos machos e submetidos à rotina histológica padrão para a estimativa da maturidade. Foram adotados dois estágios de desenvolvimento reprodutivo (imaturo e maduro) para ambos os sexos. Para a análise morfométrica realizou-se o estudo de crescimento relativo em diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo para ambos os sexos e as proporções de crescimento obtidas, testadas estatisticamente. Com base na análise gonadal, observou-se que o tamanho de lc (largura do cefalotórax) no qual 50% dos machos e das fêmeas apresentaram-se maduros foi de 26,40 mm e 27,48 mm respectivamente. A análise de crescimento indica que esta espécie apresenta dimorfometria sexual evidenciada através de diferenças nas proporções de crescimento do abdômen e das quelas entre machos e fêmeas. A comparação entre o crescimento relativo de indivíduos imaturos e maduros permitiu constatar diferenças entre a proporção de crescimento após o início da maturidade sexual. Estas diferenças foram constatadas no crescimento do abdômen nas fêmeas e das quelas nos machos, podendo-se então caracterizar estas diferenças como características sexuais secundárias. Estes resultados indicam haver relação entre o processo de maturação sexual com as alterações na proporção de crescimento de estruturas relacionadas às características sexuais secundárias, seguindo assim, o padrão observado para outros caranguejos Brachyura.

ABSTRACT

The species *Goniopsis cruentata* has an important commercial value in Northeast Brazil. The objective of the present study was to determine the size in which this species reaches sexual maturity and, through the analysis of relative growth, to establish relationships between the structures related to secondary sexual characteristics and the stages of reproductive development. The patterns of sexual dimorphism of the species were also analyzed. The samples were obtained in the Jaguaribe's river estuary (Aracati-Ce) during the period from October/2006 to September/2007. The animals were measured and dissected for the removal of fragments of the ovaries in the females and of the vas deferens in the males that were submitted to routine histological examinations. Two stages of reproductive development were adopted (immature and mature) for both sexes. For the morphometric analysis of the individuals, it was studied the relative growth in different stages of reproductive development for both sexes. The growth proportions obtained were tested statistically. Based on the gonadal analysis, it was observed that the cw size (carapace width) in which 50% of the males and females were mature, was of 26,40 mm and 27,48 mm, respectively. The growth analysis indicates that this species presents sexual dimorphism evidenced through differences, between males and females in the proportions of growth of the abdomen and of the chelipeds. The comparison between the relative growth of immature and mature individuals allowed the registration of differences in the growth proportion after the beginning of the sexual maturity. These differences were verified in the growth of the abdomen in the females and of the chelipeds in the males, and it was possible to characterize these differences as secondary sexual characteristics. These results indicate that there is a relationship between the process of sexual maturation and the modifications in the growing proportions of structures related to secondary sexual characteristics, agreeing with a pattern observed for other Brachyura.

1. INTRODUÇÃO

1.1. ECOSSISTEMA MANGUEZAL

Os manguezais são ecossistemas que portam comunidades vegetais e animais típicos de ambientes alagados, resistentes à alta salinidade da água e do solo. Este ecossistema ocorre na faixa tropical e subtropical do planeta, ocupando regiões tipicamente inundadas pelas marés, tais como: estuários, lagoas costeiras, baías e deltas (Rebelo & Medeiros, 1988).

No Brasil, os manguezais distribuem-se ao longo de 6800 km da costa, do rio Oiapoque, no Amapá, até a Praia do Sonho, em Santa Catarina, sendo seu limite oriental a ilha oceânica Fernando de Noronha (Lacerda, 2002) (Figura 1). Este mesmo autor descreve a distribuição desse ecossistema no litoral brasileiro; cerca de 85% dos manguezais, ocorrem ao longo de 1800 km do litoral norte nos estados do Amapá, Pará e Maranhão, ocorrendo neste último cerca de 500 mil hectares, quase a metade da área total de mangues do Brasil; o litoral nordeste, do Ceará ao Rio de Janeiro, embora englobe quase metade do litoral brasileiro, possui apenas 10% da área total de manguezais; já o litoral Sudeste, do Rio de Janeiro a Santa Catarina, engloba apenas 5%.



Figura 1- Mapa do Brasil evidenciando em verde a distribuição das áreas de mangue no litoral Brasileiro (Fonte: Alves, 2003).

A flora do manguezal caracteriza-se como um ambiente florestal denso, mas pobre em espécies vegetais, estas apresentam adaptações morfológicas tais como: raízes adventícias, pneumatóforos, caules de sustentação e mecanismos de eliminação de sal. Segundo Lacerda (2002) as espécies de árvores de mangue mais frequentes no litoral brasileiro são: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *A. schaueriana* e a *Laguncularia racemosa*. Além dessas, no litoral brasileiro também ocorrem as espécies *R. harrisonii*, *R. racemosa* e *Conocarpus erectus*, porém, estas são menos frequentes e restritas a manguezais do extremo norte do litoral brasileiro.

Ao contrário da flora do manguezal, onde se observa espécies restritas a esse ambiente, a maior parte da fauna deste ecossistema também ocorre em outros sistemas costeiros, como lagunas e estuários. Alguns desses animais têm suas maiores populações em áreas de manguezal, sendo portanto típicos, mas não exclusivos desses ecossistemas (Lacerda, 2002). Estes são habitados em toda sua extensão por diversos animais, desde formas microscópicas até grandes peixes, aves, répteis e mamíferos (Schaeffer-Novelli, 1995). De acordo com esta autora, a maior parte da fauna desse ecossistema vem do ambiente marinho, com grande quantidade de moluscos (ostras, sururus), peixes e crustáceos (caranguejo, siris, camarões).

O ecossistema manguezal é um importante constituinte da zona costeira tropical, visto que funciona como estabilizador da costa e como um cinturão verde protetor para dispersar a energia de ciclones, maremotos, ventos e tempestades em geral (Vannuci, 2002). Outra característica importante deste ecossistema é o fato de apresentar condições ideais para reprodução e desenvolvimento de formas jovens de várias espécies animais, inclusive de interesse econômico, principalmente crustáceos e peixes (Alves, 2003). De acordo com Schmiegelow (2004), tal fato caracteriza o manguezal como berçário da natureza.

Além dos benefícios gerados pelos manguezais como um todo, a utilização de recursos isolados disponíveis nesse ecossistema também são de grande importância, principalmente para as populações ribeirinhas. Grande parte da pesca artesanal brasileira baseia-se em espécies de manguezal ou que passam parte significativa de seu ciclo de vida nos manguezais. Entre essas espécies encontram-se os caranguejos *Ucides cordatus*, *Callinectes danae* e *Cardisoma guanhumi*, além de espécies de moluscos bivalvos como *Mytella guyanensis*, *Macoma constricta*, *Anomalocardia brasiliiana* e

Crassostraea rhizophorae (Lacerda, 2002). Ainda segundo este autor, somam-se a essas espécies de pesca artesanal aquelas pescadas comercialmente, como algumas espécies de peixes e camarões. De acordo Rebelo & Medeiros (1988), crustáceos, peixes e moluscos são largamente capturados, consumidos e vendidos, caracterizando-se assim como um ecossistema de grande importância como recurso alimentar e econômico para o homem. Por (1994) afirma que a pesca artesanal dentro do manguezal é a principal ou mesmo a única fonte protéica da alimentação de milhares de moradores litorâneos.

Apesar de sua grande importância socioambiental, os manguezais ao longo do litoral brasileiro vêm sofrendo sérios impactos devido ao lançamento de lixo doméstico e industrial, especulação imobiliária e a pesca predatória (Alves, 2003).

1.2. O ESTUÁRIO DO RIO JAGUARIBE (ARACATI - CE).

O rio Jaguaribe é o mais importante recurso hídrico do estado do Ceará, suas águas são utilizadas em diversos projetos de irrigação, aquicultura, turísticos e no abastecimento de várias cidades, inclusive Fortaleza através do canal do Trabalhador (Marins *et al.*, 2002). Este rio faz parte da bacia hidrográfica do Jaguaribe que está situada em sua quase totalidade dentro dos limites do Estado do Ceará, com uma pequena parcela estendendo-se ao sul para o Estado de Pernambuco (Gatto, 1999). Ainda de acordo com este autor, esta bacia hidrográfica se distribui por 51,9% da área total do estado do Ceará, estando situada entre as coordenadas de 4°30' e 7°45' de latitude sul e 37°30' e 41°00' de longitude oeste.

A bacia hidrográfica do Jaguaribe, devido a sua grande extensão e por conveniência administrativa, foi subdividida em cinco sub-bacias: Bacia do Banabuiú, Bacia do Salgado, Bacia do Alto Jaguaribe, Bacia do Médio Jaguaribe e Bacia do Baixo Jaguaribe (Campos, 2003). A área onde foi realizado o presente estudo, estuário do Rio Jaguaribe, localiza-se na bacia do Baixo Jaguaribe, mais especificamente no município de Aracati (CE) (Figura 2).



Figura 2 – Mapa evidenciando a Baía do Rio Jaguaribe e o local de coleta. A – Desenho esquemático evidenciando o estado do Ceará e a bacia do Jaguaribe e suas subdivisões, em vermelho observa-se a localização do município de Aracati (Fonte: Adaptado de Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH). B – Imagem de satélite do estuário do Rio Jaguaribe, evidenciando (retângulos em vermelho) alguns dos viveiros de carcinicultura localizados na região (Fonte: Software Google Earth Free).

A partir da capital sede do estado, Fortaleza, tem-se uma distância aproximada de 160 km, em relação ao município de Aracati, tendo como acesso a Rodovia Federal BR-116 ou pela Rodovia Estadual CE-040. A área de coleta do presente trabalho localiza-se na comunidade do Sítio Cumbe. De acordo com Queiroz (2007), nesta comunidade residem cerca de 135 famílias que mantêm suas vidas usufruindo dos recursos gerados pelo manguezal.

A principal utilização do Rio Jaguaribe está ligada a atividades agrícolas, pecuária e de extrativismo. Esta última atividade, contribui como uma importante fonte de renda para a região, estando presente principalmente na Região do Baixo Jaguaribe (Gatto, 1999). Ainda segundo este autor, nesta região o extrativismo vegetal tem maior expressão na exploração de carnaubais para a obtenção de cera e uso das folhas secas, estas são utilizadas como palha para a confecção de vassouras, chapéus e vários outros produtos manufaturados. Nas áreas de mangue situadas junto à foz do Rio Jaguaribe, o extrativismo se dá através da cata de mariscos e crustáceos. Dote-sá (2003) lista as principais espécies de crustáceos na região, das quais estão presentes as espécies de caranguejos braquiúros *Ocypode quadrata*, *Uca rapax*, *Sesarma rectum*, *Ucides cordatus*, *Goniopsis cruentata* e *Cardisoma guanhumi*. Destas, apenas as três últimas são utilizadas na alimentação e comercializadas por pescadores da região. Durante a elaboração da presente pesquisa, foi possível observar também as espécies *Uca maracoani* e *Aratus pisonii*.

Além das atividades de extrativismo, que ao longo do tempo vêm provocando a derrubada de árvores para a lenha e a diminuição dos estoques naturais de recursos pesqueiros como o caranguejo Uçá (*Ucides cordatus*), no início da década de 80 com a instalação de viveiros para a criação de camarão a degradação ambiental na região do baixo Jaguaribe aumentou consideravelmente (Queiroz, 2007). Soares *et al.* (2007) realizou a análise temporal do crescimento da carcinicultura marinha no estuário do rio Jaguaribe através de técnicas de sensoriamento remoto realizado nos períodos de 1999, 2002 e 2005. Os autores estimaram que, na área em questão, no ano de 1999 a área de fazendas de camarões em cativeiro possuía 408,69 ha; aumentando para 909,32 ha no ano de 2002 e para 1.676,78 ha no ano de 2005. Em termos percentuais, verifica-se um aumento de 22% no espaço de 1999 a 2002 e de 54% entre os períodos de 2002 a 2005. De acordo com Dote-sá (2003) é evidente a ocupação destas fazendas em Áreas de Preservação Permanente (APP). Este autor observou que 66,67% das fazendas de

carcinicultura pesquisadas foram implantadas em APP's, destas 50% não estavam licenciadas do ponto de vista ambiental. Das fazendas de camarão que respeitam as APP's (33,33%), todas (100%) estavam ambientalmente legalizadas. Lacerda (2002) caracterizou a carcinicultura como uma atividade que possui um potencial de impacto negativo sobre os manguezais bastante significativo, no entanto, tal atividade quando realizada de forma adequada, fora das áreas de manguezais (APP's), a interação carcinicultura e manguezal pode ser sustentável.

As descargas de efluentes de viveiros são uma das grandes preocupações dos impactos da aquíicultura, pois estes geralmente são lançados diretamente nas águas do corpo receptor sem nenhum tratamento. Dote-Sá (2003) caracterizou como praticamente inexistente monitoramento e controle dos efluentes das águas de despescas dos viveiros de engorda nas fazendas de camarões pesquisadas no Rio Jaguaribe (88,89%). Em 2000, pescadores do Estuário do Rio Jaguaribe relataram a grande mortalidade de diversos organismos, principalmente do caranguejo Uçá - *Ucides cordatus*. De acordo com Valentim-Neto (2004), em 2002, novos relatos de mortalidade de caranguejo Uçá voltaram a ocorrer. Este mesmo autor, ao analisar as possíveis causas de tal mortalidade, demonstrou através de estudos histológicos a ausência de agentes patogênicos que possivelmente poderiam ter sido responsáveis pela mortalidade.

Apesar da ênfase dada neste tópico aos impactos negativos da carcinicultura no manguezal do Rio Jaguaribe, o presente trabalho não teve como objetivo avaliar a influência destes impactos sobre a biologia reprodutiva da espécie *Goniopsis cruentata*. No entanto, o conhecimento de tais aspectos reprodutivos, tornam-se de suma importância para a implementação de um parâmetro, viabilizando assim, a identificação futura de alterações na biologia populacional do animal que, possivelmente, possam vir a ocorrer devido à intensificação das atividades antrópicas, como por exemplo a carcinicultura.

1.3. O TÁXON CRUSTACEA

O táxon Crustacea constitui um dos grupos mais importantes da fauna dos manguezais (Coelho *et al.*, 2004). Este táxon inclui cerca de 42.000 espécies descritas de caranguejos, camarões, lagostins e lagostas, bem como uma miríade de animais pequenos que, com frequência, passam despercebidos (Ruppert *et al.*, 2005). Ainda segundo estes autores, os crustáceos tiveram origem marinha, representando o único

grande táxon de artrópodes predominantemente aquáticos. Hickman *et al.* (2004) caracterizam Crustacea como um táxon de enorme variedade de características morfológicas, sendo uma descrição satisfatória deste grupo singularmente difícil de resumir. Ainda segundo estes autores, assim como os insetos abundam no ambiente terrestre, os crustáceos abundam nos oceanos, lagos e rios, sendo compreensivo que tenham sido chamados de “insetos” do mar.

De acordo com Ruppert *et al.* (2005) uma das classes, Malacostraca, representa cerca da metade das espécies conhecidas de crustáceos, com 23.000 espécies viventes. Esta classe está representada por grande parte dos crustáceos mais conhecidos, como caranguejos, lagostas e camarões, os quais pertencem à ordem Decapoda. Os representantes desta ordem, em decorrência do seu grande tamanho, abundância e importância ecológica e econômica, são os crustáceos estudados mais detalhadamente.

Ao contrário de outros Decapoda que mantiveram uma condição primitiva através da forma alongada do corpo, os caranguejos Brachyura sofreram uma significativa modificação em sua morfologia com a redução do abdome e seu dobramento ventral em direção à parte anterior do corpo (Barnes, 1984). Segundo Christoffersen (1988), os caranguejos, juntamente com camarões carídeos, lagostins e as lagostas, estão inclusos na subordem Pleocyemata. Este termo refere-se aos decápodes que incubam os ovos nos pleópodos. Xavier-Filho (1995), num estudo filogenético, afirmou que os táxons Brachyura e Anomura, este último também referido pelo autor como Anomala, são grupos irmãos.

De acordo com Melo (1996) são conhecidas aproximadamente 5.000 espécies de Brachyura em todo o mundo, das quais, cerca de 302 (incluídas em 23 famílias e 161 gêneros) são encontradas no litoral brasileiro. O mesmo autor, em 2003, relacionando os crustáceos decápodes de água doce do Brasil, enumerou 39 espécies (incluídas em 2 famílias e 15 gêneros) para infraordem Brachyura. Em ambos os estudos, o autor fornece dados como a diagnose, habitat e distribuição geográfica para cada espécie.

Por (1994) faz alguns comentários sobre o hábito de vida das principais espécies de crustáceos encontrados em manguezais, dentre elas o caranguejo *Goniopsis cruentata*, espécie utilizada no presente estudo. De acordo com Melo (1996) esta espécie está incluída na família Grapsidae. Coelho *et al.* (2004), descrevem a distribuição de braquiúros em estuários, sendo a família Grapsidae encontrada no

substrato e nos troncos de árvores do supralitoral e mediolitoral. Estes mesmos autores denominam os representantes desta família como aratus.

1.4. O CARANGUEJO *GONIOPSIS CRUENTATA*

A espécie *Goniopsis cruentata* é conhecida popularmente como, Anajá, Maria Mulata (Por, 1994), Guaiara (Melo, 1996), Aratu ou Aratu Vermelho e Preto (Rebello & Medeiros, 1988). Esta última denominação é utilizada como alusão à coloração de seus pereiópodos avermelhados e cefalotórax de cor preta. Segundo Melo (1996) esta espécie caracteriza-se como um caranguejo de cefalotórax pouco mais largo na região posterior e com os lados ligeiramente dobrados; a frente apresenta quatro lóbulos, onde os medianos são um pouco mais largos que os laterais; o cefalotórax de coloração preta e com a região frontal avermelhada; os pereiópodos de coloração avermelhada e o mero dos quelípodos com margem interna expandida e espinhosa (Figura 3).



Figura 3 - Foto do caranguejo *Goniopsis cruentata* evidenciando os caracteres de diagnose. (t) - frente com superfície tuberculada; (p) pereiópodos avermelhados; (seta) mero dos quelípodos com margem expandida e espinhosa.

De acordo com Melo (1996) esta espécie encontra-se distribuída no Atlântico Oriental (Senegal até Angola) e no Atlântico Ocidental – Bermuda, Golfo do México, Antilhas, Guianas e Brasil. Neste último, ocorrendo desde Pará até Santa Catarina e em Fernando de Noronha (Figura 4). Targino *et al.* (2001) relataram a presença da espécie

fora de seu habitat natural (manguezais e praias lamosas), sendo encontrado, por exemplo, no Atol das Rocas.

O caranguejo *Goniopsis cruentata* é extremamente rápido e ágil, comumente observado em áreas de mangue. Esta espécie pode ser visualizada no substrato acima do nível da maré, em buracos ou sobre raízes de mangue, ocupando praticamente todos os microhabitats existentes no ecossistema de manguezal (Cobo & Fransozo, 2003). Segundo Olmos & Silva (2003) pode ser encontrado também em tocas compartilhadas com outros caranguejos (Figura 5). Ainda segundo estes autores esse caranguejo pode alimentar-se de propágulos de mangue, detritos vegetais e caranguejos menores como *Aratus pisonii*.

Esta espécie é abundante nos estuários de Pernambuco, Nordeste do Brasil, onde se destaca por seu valor econômico, constituindo importante fonte de renda para as populações ribeirinhas (Moura & Coelho, 2004). Levantamento sobre a importância econômica desta espécie no litoral Pernambucano foram realizados por Moura *et al.* (2003). Segundo estes autores, a pesca artesanal do *G. cruentata* não oferece um rendimento necessário para o sustento de uma família, embora atinja a média de 374 reais durante o período de estudo (março a dezembro de 2001). Estes autores ressaltam ainda a necessidade da elaboração de trabalhos com educação ambiental com as comunidades ribeirinhas da região, pois visando obter maior lucro, os pescadores capturam indivíduos jovens e fêmeas ovígeras. Tal fato é facilitado pela inexistência de leis regulamentando a pesca de *G. cruentata*.

Levantamento de dados relativos a quantidade de indivíduos desta espécie capturados e comercializados no estado do Ceará ainda não foram realizados. No entanto, catadores que residem próximo ao manguezal do Rio Ceará (Caucaia - CE) comercializam o *G. cruentata*, sendo a corda contendo 16 aratus vendida por 3 reais. Garcia (2003) já havia relatado a comercialização desse caranguejo no manguezal do Rio Ceará. A comercialização desta espécie também é observada no estuário do Rio Jaguaribe (Aracati – CE), local onde foi realizado o presente estudo.

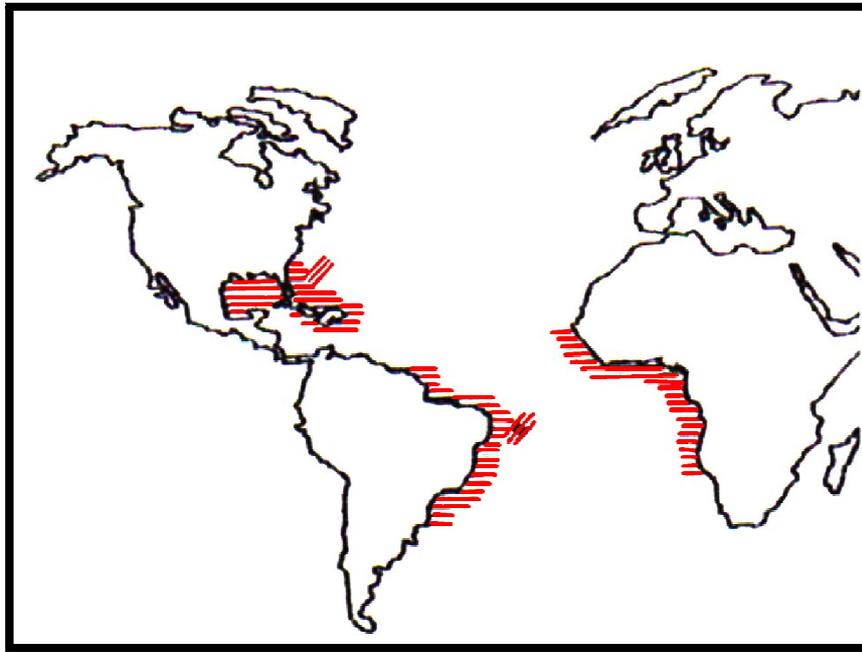


Figura 4 - Distribuição do caranguejo *Goniopsis cruentata* evidenciada através da área em vermelho (Adaptado de Melo, 1996).

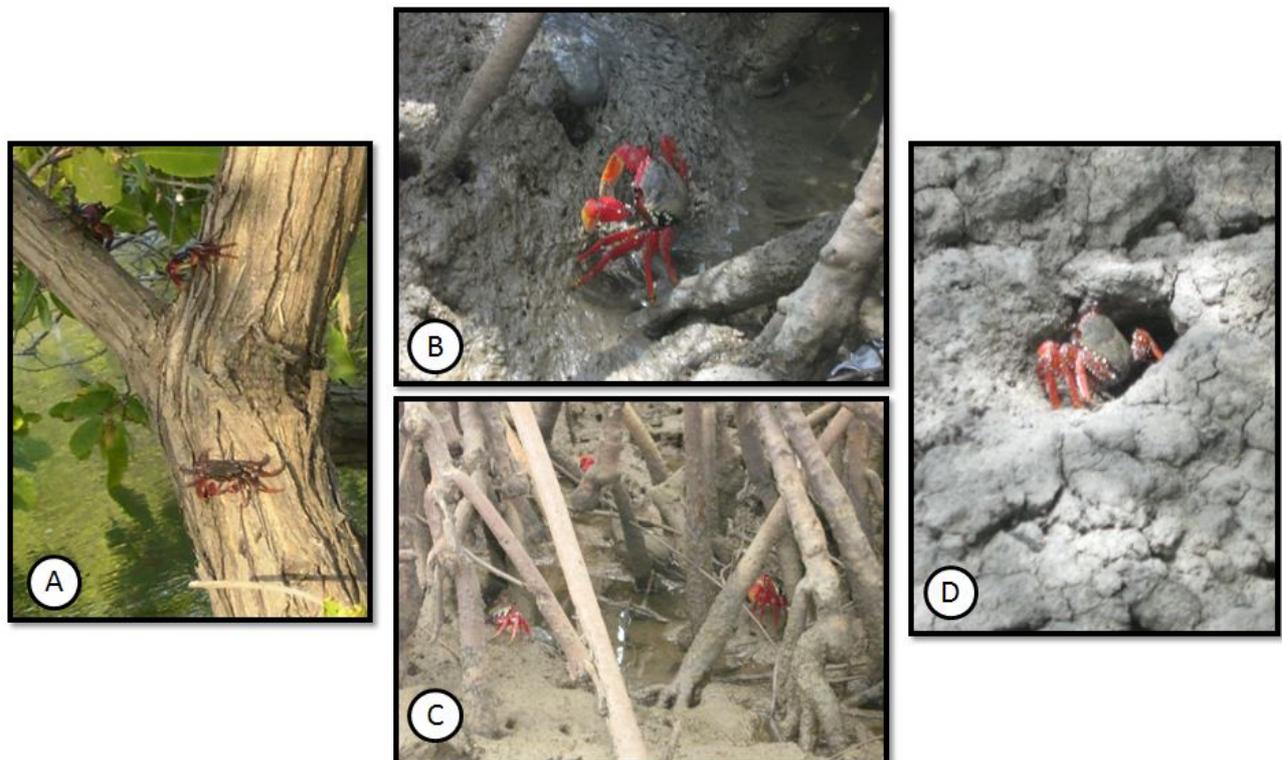


Figura 5 - Fotos do caranguejo *Goniopsis cruentata* evidenciando os diferentes locais onde pode ser encontrados no manguezal, como em tronco de árvores (a), no substrato lamoso (b), entre as raízes de mangue (c) ou ocupando tocas de outros caranguejos (d).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. SISTEMA REPRODUTOR DE CRUSTACEA DECAPODA

Em pesquisas relacionadas à maturidade sexual, ciclo reprodutivo e dinâmica gonadal, revisões a respeito do sistema reprodutor do táxon estudado e, principalmente, da espécie estudada, são de grande importância para uma interpretação adequada dos resultados obtidos. Desta maneira, a presente seção, apresenta uma breve revisão a respeito do sistema reprodutor de crustáceos decápodes, sendo alguns aspectos do sistema reprodutor da espécie *Goniopsis cruentata* também abordados.

A maioria dos crustáceos é dióica, embora o hermafroditismo ocorra em alguns grupos como Remipedia, Cephalocarida, Cirripedia e em alguns Decapoda (Brusca & Brusca, 1990). Segundo Charniaux-Cotton *et al.* (1992), várias espécies de Caridea e Anomura são hermafroditas.

As gônadas dos crustáceos são órgãos tubulares, alongados e pares, estendendo-se na hemocele do tronco em posição dorso lateral. Os ovidutos e ductos espermáticos são geralmente tubos pares que se abrem ou na base de um par de apêndices do tronco ou no esternito (Ruppert *et al.*, 2005).

2.1.1. SISTEMA REPRODUTOR FEMININO

O sistema reprodutor feminino de Decapoda constitui-se de um par de ovários, um par de ovidutos e alguns grupos apresentam dois receptáculos seminais ou espermatecas (Krol *et al.*, 1992). A posição dos ovários em Decapoda é caracterizada como lateral ou dorsal ao sistema digestivo (Adiyodi & Subramoniam, 1983), podendo se entender por toda extensão corporal ou ser limitado ao cefalotórax ou ao abdômen (Kaestner, 1970). Ainda segundo este autor, as gônadas femininas passam por modificações como cor, volume, consistência e extensão com decorrer do seu desenvolvimento maturativo. Estas características macroscópicas gonadais, associadas às características microscópicas, podem ser utilizadas para determinação dos estágios de maturação ovariana.

Os ovidutos de decápodes são caracterizados como estruturas tubulares que se estendem lateralmente conectando os ovários aos gonóporos (Adiyodi & Subramoniam, 1983; Krol *et al.*, 1992), os quais se abrem no esternito ou na coxa do apêndice do sexto segmento torácico, correspondendo à base do terceiro par de

pereiópodos (Kaestner, 1970). Em algumas espécies o esperma pode ser estocado em uma porção modificada do oviduto, a spermateca ou receptáculo seminal (Krol *et al.*, 1992).

As gônadas femininas de Brachyura, assim como em outros decápodes, são órgãos pareados localizados sob a carapaça e acima dos lobos anterior e posterior do hepatopâncreas, no entanto, estão conectados entre si abaixo do estômago e se estendem para a região posterior por baixo do pericárdio (Warner, 1977). Tal organização muitas vezes é descrita como em forma de H. Em Brachyura os ovários estão limitados ao cefalotórax (Adiyodi & Subramoniam, 1983; Krol *et al.*, 1992).

Souza (2006) descreveu a morfologia do sistema reprodutor feminino do caranguejo *Goniopsis cruentata*. Segundo o autor, os ovários desta espécie são órgãos pares que alteram de volume e se estendem longitudinalmente até no máximo o terceiro segmento abdominal. O autor descreve também: os estágios de desenvolvimento maturativo dos ovários a partir de observações macro e microscópicas, os componentes somáticos e germinativos dos ovários através de técnicas histológicas e relaciona os estágios maturativos ovarianos aos caracteres morfológicos externos do animal.

A morfologia do sistema reprodutor de Brachyura foi descrita para os portunídeos *Portunus sanguinolentus* (Ryan, 1967) e *Callinectes sapidus* (Johnson, 1980) e para o ocipodídeo *Ucides cordatus* (Mota Alves, 1975; Santana, 2002). Além destes, alguns estudos relacionados aos ovários de Brachyura concentraram-se na elucidação da estrutura das células germinativas, na origem e composição do vitelo, sendo utilizado, além da microscopia óptica, técnicas citoquímicas e, principalmente, da microscopia eletrônica de transmissão para este fim, como por exemplo os trabalhos realizados para as espécies *Gecarcinus lateralis* (Weitzman, 1966); *Eremita analoga*, *Pachygrapsus crassipes* e *Cancer sp* (Kessel, 1968), *Libinia emarginata* (Hinsch & Cone, 1969; Hinsch, 1970); *Cancer pagurus* (Eurenus, 1973) e *Potamon dehaani* (Ando & Makioka, 1999).

2.1.2 SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO

Krol *et al.* (1992), ao realizarem uma revisão dos componentes reprodutivos dos Decapoda, descreveram que o sistema reprodutor do macho é constituído de testículos pares e vasos deferentes que se ligam aos gonóporos. Estes estão localizados no esterno, a altura do quinto par de apêndices torácicos ou ainda apresentam uma estrutura copulatória semelhante a uma papila (McLaughlin, 1983).

Garcia & Silva (2006) descreveram a morfologia do sistema reprodutor masculino de *Goniopsis cruentata*. De acordo com estes autores, o sistema reprodutor masculino desta espécie segue o padrão apresentado por Krol *et al.* (1992) para os decápodes. Os autores descrevem também o processo de formação das células germinativas utilizando-se de técnicas histológicas e histoquímicas.

Associada ao aparelho reprodutor masculino de crustáceos pode-se observar também a glândula androgênica. Em *Goniopsis cruentata* a glândula androgênica é visualizada apenas microscopicamente, estando localizada na porção posterior do vaso deferente (Garcia & Silva, 2006). Em crustáceos, esta glândula está situada ao longo da porção subterminal do vaso deferente e tem como função secretar e armazenar o hormônio androgênico, responsável pela diferenciação do sistema reprodutor masculino, desenvolvimento e manutenção dos caracteres sexuais secundários de crustáceos, além de estimular o início do processo de espermatogênese (Charniaux-Cotton & Payen, 1985).

Um típico espermatozóide de Decapoda é caracterizado pela presença de uma zona central circundada por braços imóveis, sendo a peça intermediária e flagelo ausentes (Adiyodi, 1985). Em alguns táxons de Crustacea, como Mystacocarida, Cirripedia e Branchyura, os espermatozóides podem apresentar-se alongados e flagelados. Em *Goniopsis cruentata*, este estágio caracteriza-se como uma célula de forma esférica com expansões em forma de braços radiais e um capuz em um dos pólos da célula (Garcia & Silva, 2006).

Os espermatozóides não são transferidos livres em um meio fluido, mas através de um envelope protetor, o espermatóforo. Tal estrutura é formada por secreções de glândulas sexuais acessórias do macho (Adiyodi, 1985). De acordo com Krol *et al.*, (1992), em decápodes, o empacotamento dos espermatozóides para formar o espermatóforo ocorre no vaso deferente. Em *Goniopsis cruentata*, o espermatóforo

apresenta-se de forma simples, sem pedúnculo, com formato oval ou esférico estando envolvido numa camada acelular glicoprotéica (Garcia & Silva, 2006). Em Brachyura, a transferência do espermátóforo para a fêmea é feita através da ação do primeiro e segundo par de pleópodos, estes são modificados para atuar como um órgão copulador acessório (Hartnoll, 1969).

Descrições do sistema reprodutor masculino de Brachyura também foram realizadas para as espécies *Callinectes sapidus* (Johnson, 1980), *Chionoecetes opilio* e *Chionoecetes bairdi* (Sapelkin & Fedoseev, 1982), *Ucides cordatus* (Mota-Alves, 1975; Leite, 2002) e *Chasmagnathus granulata* (Bond-Buckup *et al.*, 1991). Também foram realizados estudos procurando elucidar a estrutura e a composição do espermátóforo das espécies *Scylla serrata* (Uma & Subramonian, 1979) e *Portunus pelagicus* (El-Sherief, 1991). Neste último, o autor se utiliza de técnicas de microscopia eletrônica de transmissão para descrever o processo de espermatogênese.

Estudos relacionados ao ciclo reprodutivo e maturidade sexual de caranguejos classificam os estágios de desenvolvimento das gônadas masculinas e femininas se utilizando as características macroscópicas para este fim. Tal fato pode ser observado nos trabalhos realizados para os braquiúros *Arenaeus cribrarius* (Pinheiro & Fransozo, 1998), *Hepatus pudibundus* (Reigada & Negreiros-Fransozo, 2000), *Chasmagnathus granulatus* (Ituarte *et al.*, 2004), *Eriphia gonagra* (Góes, 2000) e *Goniopsis cruentata* (Cobo & Fransozo, 2005; Moura & Coelho, 2004).

2.2. MATURIDADE SEXUAL EM CRUSTACEA DECAPODA BRACHYURA

A estimativa da maturidade sexual, especialmente de espécies comestíveis e de valor comercial, está entre as mais importantes informações relativas às populações biológicas. Tal informação é necessária para o estabelecimento de programas de manejo pesqueiro que têm como objetivo preservar os estoques naturais para futuras gerações (Pinheiro & Fransozo, 1998).

Vários estudos têm sido realizados com os Brachyura com o objetivo de se determinar o tamanho em que atingem a maturidade sexual, utilizando diferentes metodologias. Uma destas consiste na análise da maturação gonadal, ao qual pode ser realizada utilizando-se de diferentes critérios. Como exemplo, pode-se citar a observação das características macroscópicas das gônadas, como coloração, forma,

consistência, assim como o volume gonada em relação ao hepatopâncreas.

A análise macroscópica das gônadas masculinas e femininas foi utilizada na determinação da maturidade sexual das espécies de Brachyura Majidae *Chionoecetes opilio* (Lanteigne *et al.*, 1996), *C. japonicus* (Yosho, 2000); Portunidae *Scylla olivacea*, *S. paramamosain* (Overton & Macintosh, 2002), *Callinectes danae* (Baptista-Metri *et al.*, 2005); Xanthidae *Eriphia gonagra* (Góes, 2000); Sesarmidae *Sesarma rectum* (Leme, 2005), *Armases rubripes* (Lima *et al.*, 2006); Raninidae *Ranina ranina* (Krajangdara & Watanabe, 2005); Dorippidae *Medorippe lanata* (Rosseti *et al.*, 2006) e Ocypodidae *Uca vocator*, *U. thayeri*, *U. maracoani* (Benetti, 2007). Moura & Coelho (2004) e Cobo & Fransozo (2005) se utilizaram das características macroscópicas das gônadas na determinação da maturidade sexual de machos e fêmeas do caranguejo Grapsidae *Goniopsis cruentata* do litoral pernambucano e paulista respectivamente.

Tsuchida & Watanabe (1997), Liu & Li (2000) e Krajangdara & Watanabe (2005), além de observações macroscópica das gônadas, utilizaram o peso da gônada em relação ao peso corporal (índice gonadosomático) na determinação da maturidade dos caranguejos *Plagusia dentipes*, *Candidiopotamon rathbunae* e *Ranina ranina*, respectivamente.

A análise de critérios microscópicos do sistema reprodutor também são utilizados na determinação da maturidade sexual, embora menos frequentemente quando comparado ao uso de caracteres macroscópicos. Tal metodologia tem como por objetivo avaliar a presença de espermatozóide no vaso deferente do crustáceo, como indício de que este atingiu a maturidade sexual. Esse critério foi inicialmente sugerido por Hartnoll (1969) e utilizado por outros autores na determinação da maturidade dos machos das espécies de Brachyura *Scylla serrata* (Knuckey, 1996), *Candidiopotamon rathbunae* (Liu & Li, 2000), *Pseudocarcinus gigas* (Gardner & Williams, 2002) e *Maja brachydactyla* (Corgos & Freire, 2006). Nas espécies *Ocypode quadrata* (Haley, 1969) e *Maja squinado* (Sampedro *et al.*, 1999), além da verificação de espermátóforos no vaso deferente, também foi verificada a presença espermatozoides na espermateca das fêmeas como indício de maturidade. Leite (2005) determinou a maturidade sexual de machos e fêmeas da espécie *Ucides cordatus* por meio da análise histológica, onde

identificou a presença de células germinativas maduras no sistema reprodutor masculino e feminino.

Nos crustáceos que possuem a capacidade de incubar os ovos (Pleocyemata), a maturidade em fêmeas torna-se uma atividade de fácil determinação, visto que, quando maduras e no seu período reprodutivo, apresentam os ovos aderidos aos pleópodos (Goshima *et al.*, 2000). Souza (2006) determinou a maturidade das fêmeas do caranguejo *Goniopsis cruentata* capturadas no estuário do rio Ceará (Caucaia – Ce) usando como critério de maturidade a presença de ovos aderidos aos pleópodos.

Durante seu ciclo de vida, os crustáceos usualmente passam por mudanças na sua forma, as quais podem ocorrer gradualmente por meio de uma série de mudas ou ocorrer abruptamente em uma única muda (Hartnoll, 1982). Essas mudanças ocorrem quando certas dimensões do corpo do animal modificam-se em taxas diferentes de outras. Isso leva a alterações de crescimento de determinadas partes do corpo em relação ao tamanho do animal, sendo este processo denominado de crescimento relativo, heterogônico ou alométrico (Hartnoll, 1974, 1988). Ainda segundo este autor, em Brachyura, o início da maturidade sexual é evidenciado pela alteração no crescimento de partes corporais relacionadas aos caracteres sexuais secundários como os quelípodos, abdômen e pleópodos. Alterações no padrão de crescimento são responsáveis pelo aparecimento do dimorfismo sexual em Crustacea (Hartnoll, 1982). Fonteles-Filho (1989) reporta que alterações no crescimento alométrico podem significar o destaque de uma determinada parte do corpo para exercer mais adequadamente uma função, como por exemplo, a reprodução. Rios (1991) sugere o uso do termo dimorfometria sexual ao invés de dimorfismo sexual, explicando que o primeiro seria mais apropriado, já que as diferenças existentes se revelam mais na proporção dimensional do que propriamente na forma do corpo em questão.

Estudos relacionados ao crescimento relativo são utilizados na determinação das diferentes fases de crescimento de crustáceos e estas são freqüentemente relacionadas ao estágio de desenvolvimento reprodutivo do crustáceo. De acordo com Hartnoll (1982) após o estágio larval, o crescimento em crustáceos consiste de uma ou mais fases imaturas e raramente mais do que uma fase madura. A muda de transição entre as duas fases imaturas é denominada de muda pré-pubertal, enquanto que a de

transição entre a fase imatura e madura é denominada de muda pubertal. Esta última é facilmente distinguida pela ocorrência de mudanças morfológicas bastante evidentes que podem indicar que o crustáceo atingiu a maturidade sexual (Hartnoll, 2001).

Observa-se, portanto, que a maturidade sexual pode ser obtida através da análise alométrica do animal, onde se procura analisar o crescimento relativo de diferentes estruturas, principalmente as relacionadas com os caracteres sexuais secundários (quela, abdômen e pleópodos). A determinação da maturidade sexual, por meio da análise do crescimento, foi realizada para as espécies de caranguejos Ocypodidae *Uca thayeri* (Negreiros-Fransozo *et al.*, 2003), *U. burgersi* (Benetti & Negreiros-Fransozo, 2004), *U. vocator* (Colpo & Negreiros-Fransozo, 2004), *U. rapax* (Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2004), *U. mordax* (Masunari & Dissenha, 2005), *Ucides cordatus* (Dalabona *et al.*, 2005; Leite 2005); Portunidae *Callinectes danae* (Branco & Thives, 1991); Cancridae *Cancer bellianus* (Quiles *et al.*, 2001) e xanthidae (Góes & Fransozo, 1997). Cobo & Fransozo (1998b) e Silva & Oshiro (2002a) estimaram a maturidade sexual de *Goniopsis cruentata*, litoral de São Paulo e Rio de Janeiro respectivamente, por meio do estudo do crescimento relativo.

O início da maturidade em Brachyura pode ser avaliado também considerando uma análise comparativa da maturação das gônadas com caracteres morfométricos (desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários). Segundo Sastry (1983), nem sempre o surgimento dos caracteres sexuais secundários coincide com a maturidade do indivíduo, fato observado para ambos os sexos em braquiúros, onde os mesmos podem apresentar características externas de adultos e, internamente, as gônadas ainda não se desenvolveram, ou vice-versa. Estudo comparativo foi realizado para as espécies Ocypodidae *Ocypode quadrata* (Haley, 1969), *Ucides cordatus* (Leite, 2005); Portunidae *Arenaeus cribrarius* (Pinheiro & Fransozo, 1998), *Callinectes danae* (Baptista-Metri *et al.*, 2005); Xanthidae *Pseudocarcinus gigas* (Gardner & Willians, 2002); Majidae *Maja squinado* (Sampedro *et al.* 1999), *M. crispata* (Carmona-Suárez, 2003), *M. brachydactyla* (Corgos & Freire, 2006); Sesarmidae *Perisesarma guttatum* (Flores *et al.*, 2002), *Sesarma rectum* (Leme, 2005); e Raninidae *Ranina ranina* (Krajangdara & Watanabe, 2005).

2.3. TRABALHOS REALIZADOS COM A ESPÉCIE *GONIOPSIS CRUENTATA*.

Apesar de sua importância econômica e sua extensa distribuição, poucos trabalhos relativos à biologia dessa espécie foram realizados no litoral brasileiro, os quais encontram-se concentrados nos litorais dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Alagoas, Recife e Ceará (Figura 6).

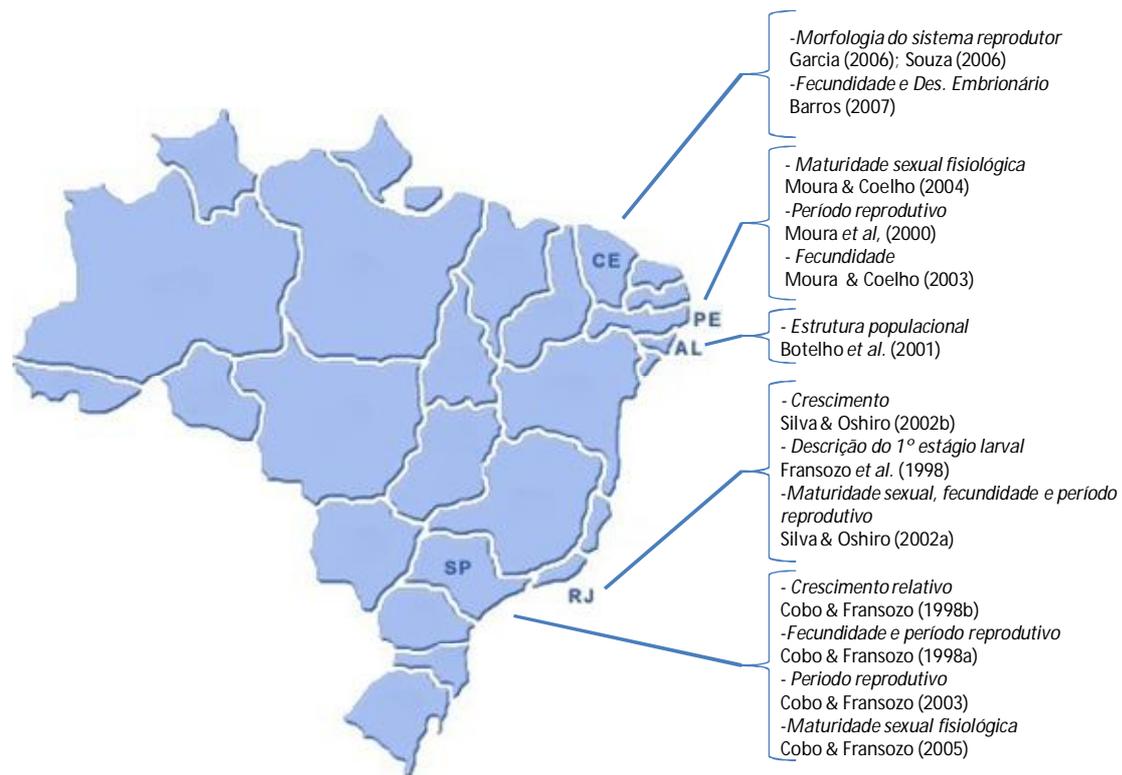


Figura 6 - Mapa do Brasil evidenciando os principais estados onde foram realizados estudos com o caranguejo *Goniopsis cruentata* e os respectivos aspectos biológicos abordados.

Estudos relativos ao crescimento da espécie foram realizados por Cobo & Fransozo (1998b) para o litoral paulista, no qual os autores relacionam o crescimento relativo da espécie com a maturidade sexual. Silva & Oshiro (2002b) analisaram o crescimento desta espécie em indivíduos coletados no litoral do Rio de Janeiro. Este último foi realizado em condições laboratoriais, onde os autores analisaram o incremento de muda e o período de intermuda.

O período reprodutivo desta espécie foi determinado por Cobo & Fransozo (2003) para o litoral de São Paulo e por Moura *et al.* (2000) para o litoral de

Pernambuco. A fecundidade de *Goniopsis cruentata* foi estudada por Cobo & Fransozo (1998a) em Ubatuba (São Paulo); por Moura & Coelho (2003) no estuário do Rio Paripe (Pernambuco) e por Barros (2007) no estuário do Rio Jaguaribe (Aracati – Ce). Segundo esses estudos, a fecundidade nessa espécie é elevada quando comparada a outras espécies de Grapsídeos. A correlação de alguns fatores ambientais (fotoperíodo, pluviosidade e temperatura da água e do ar) com o período de desova de *G. cruentata* foi analisada por Cobo & Fransozo (2003).

O desenvolvimento embrionário inicial e a descrição do primeiro estágio larval (Zoea I) de *G. cruentata* foram realizados, respectivamente, por Barros (2007) e por Fransozo *et al.* (1998).

Estudos morfológicos do sistema reprodutor masculino e feminino foram realizados no litoral cearense por Garcia & Silva (2006) e Souza (2006) em animais provenientes do manguezal do Rio Ceará (Ceará, Brasil). Nestes trabalhos, os autores discutiram também o processo de gametogênese e o desenvolvimento gonadal na espécie.

Estudos populacionais desta espécie foram realizados principalmente no litoral alagoano por Botelho *et al.* (2001) e no litoral pernambucano por Santos & Botelho (2002) e Santos *et al.* (2004). Tais trabalhos abordaram aspectos como razão sexual, maturação sexual, crescimento relativo, período de recrutamento e período reprodutivo.

Zanders & Martelo (1984) realizaram um estudo relacionados à fisiologia osmorregulatória desta espécie, capturada no litoral venezuelano.

A maturidade sexual através da análise macroscópica das gônadas masculinas e femininas foi determinada no estuário do Rio Paripe em Pernambuco por Moura & Coelho (2004) e em estuários do estado de São Paulo por Cobo & Fransozo (2005). Silva & Oshiro (2002a) determinaram a maturidade sexual através da análise de crescimento para o litoral do Rio de Janeiro.

Estudo relativo à maturidade sexual do caranguejo *G. cruentata* para o litoral cearense, foi realizado apenas para as fêmeas por Souza (2006) no estuário do rio Ceará. Segundo Barros (2006) esta espécie pode vir a apresentar um aumento em sua importância econômica, pois esta é uma possível alternativa à comercialização do caranguejo - Uçá *Ucides cordatus*, que se encontra ameaçado pela intensa exploração pesqueira. Desta maneira, torna-se de grande importância a realização de pesquisas

relativas à maturidade sexual desta espécie, proporcionando informações, embasadas no conhecimento da biologia deste animal, para a elaboração de medidas legais que venham a permitir a exploração sustentável deste recurso.

3. OBJETIVO GERAL

Determinar o tamanho no qual a espécie *Goniopsis cruentata* (Crustacea: Brachyura: Grapsidae) atinge a maturidade sexual e sua relação com caracteres morfométricos do caranguejo.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar o tamanho da maturidade sexual de cada sexo a partir da análise do sistema reprodutor;
- Analisar o crescimento relativo das partes corporais em diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo;
- Estabelecer relações entre o crescimento relativo de estruturas relacionadas aos caracteres sexuais secundários e os estágios de desenvolvimento gonadal da espécie;
- Identificar a ocorrência de dimorfometria sexual na espécie;

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Captura dos animais.

Os exemplares do caranguejo *Goniopsis cruentata* foram coletados, mensalmente, no manguezal do Rio Jaguaribe localizado no município de Aracati – Ce (4° 26' 15" Latitude Sul - 37° 48' 45" Longitude Oeste), entre os meses de outubro/2006 e setembro 2007. Coletas adicionais foram realizadas em novembro/2007 com o objetivo de complementar a amostragem para determinação da maturidade sexual.

Os exemplares foram coletados por dois pescadores que se utilizavam de um puçá para a captura dos exemplares. Durante as coletas foi padronizado um esforço de captura de 60 minutos. Após a captura os animais eram transportados em caixas plásticas para o Laboratório de Embriologia e Histologia Animal da Universidade Federal do Ceará (UFC).

5.2. Procedimento de Laboratório:

No laboratório, os animais eram separados quanto ao sexo e posteriormente anestesiados para a dissecação.

5.2.1. Obtenção dos dados biométricos

Os caranguejos foram anestesiados por resfriamento, no congelador, por aproximadamente 15 minutos e em seguida dissecados. Antes da dissecação cada exemplar foi mensurado com o auxílio de um paquímetro digital de 0,01mm de precisão e registradas as seguintes medidas biométricas em mm: largura do cefalotórax (lc); comprimento do cefalotórax (cc); largura do quarto segmento abdominal (la); comprimento das quelas esquerda (cqe) e direita (cqd); e largura das quelas direita (lqd) e esquerda (lqe) (Figura 7). Foi registrada também a condição da fêmea, se ovígera (portando ovos aderidos às cerdas dos pleópodos) ou não ovígera (o abdômen não portava ovos), sendo registrado o mês de ocorrência e a frequência de fêmeas ovígeras.

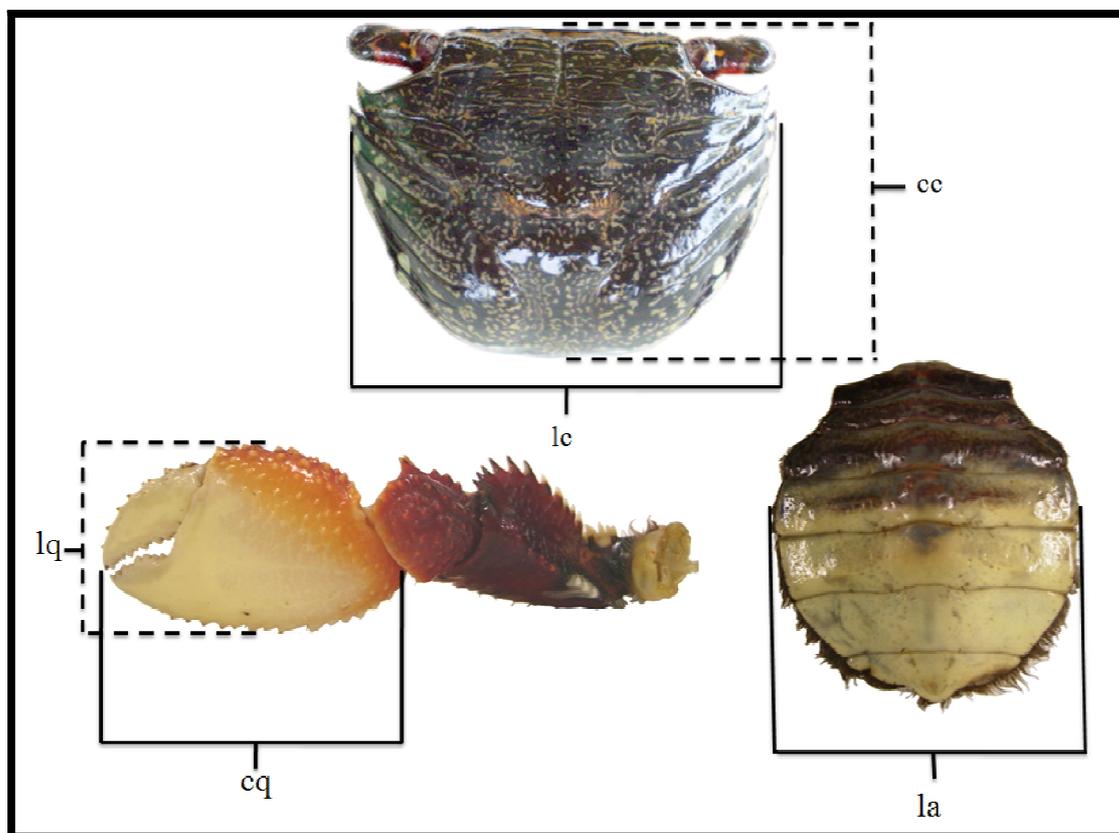


Figura 7 - Estruturas utilizadas nas análises morfométricas. Largura do cefalotórax (lc); comprimento do cefalotórax (cc); largura do 4º segmento abdominal (la); largura da quela (lq); comprimento da quela (cq).

5.2.2. Dissecação e análise macroscópica das gônadas

Na dissecação utilizou-se uma tesoura cirúrgica para a remoção da região dorsal da carapaça, com o corte sendo feito ao longo de toda a sua borda lateral. Após a retirada da porção do exoesqueleto eram registradas as características macroscópicas das gônadas femininas (cor, forma, volume, consistência e extensão) e masculinas (cor, forma, volume e extensão). Além destas observações, também eram registradas as características macroscópicas das espermatecas nas fêmeas e presença das expansões papiliformes nos machos. Após a obtenção destes dados, retirava-se pequenos fragmentos dos ovários das fêmeas e os vasos deferentes dos machos para a análise histológica.

5.2.3. Processamento Histológico e análise microscópica das gônadas

Para o processamento histológico, nas fêmeas retirou-se pequenos fragmentos dos lobos anteriores do ovário e nos machos o vaso deferente. Este material era fixado em mistura de Davidson e mantido por um período aproximado de 24 horas. Após o período de fixação, o material foi submetido à desidratação em série alcoólica crescente,

diafanização em xilol, impregnação em parafina fundida a 60°C e inclusão dos fragmentos na mesma, formando blocos à temperatura ambiente. Estes foram seccionados com 5µm de espessura, utilizando micrótomo manual.

As secções obtidas foram coradas pelo método Tricrômico de Gomori (adaptado de Tolosa *et al.* 2003) (evidenciando fibras colágenas e tecido conjuntivo propriamente dito em verde, epitélio e músculo em vermelho) e Hematoxilina-Eosina (adaptado de Junqueira & Junqueira, 1983) (evidenciando núcleo e substâncias basófilas do citoplasma em roxo e substâncias acidófilas em rosa). As lâminas contendo as secções coradas eram analisadas e fotografadas.

A análise histológica teve finalidade determinar os estágios de desenvolvimento ovariano nas fêmeas e, no caso dos machos, verificar a presença de espermatóforo no vaso deferente. A caracterização das células germinativas femininas e masculinas da espécie em questão foi realizada seguindo os critérios observados por Souza (2006) e Garcia & Silva (2006) respectivamente.

5.3. Definição dos estágios de desenvolvimento reprodutivo

As análises macro e microscópica das gônadas femininas foram utilizadas para determinação dos estágios gonadais de desenvolvimento, os quais foram utilizados, juntamente com as características externas apresentadas pelo abdômen, para a determinação dos estágios de desenvolvimento reprodutivo. Considerou-se, portanto, dois estágios de desenvolvimento reprodutivo para as fêmeas seguindo os critérios adotados por Souza (2006): **Imaturo** – fêmea com abdômen triangular ou parcialmente arredondado cuja porção mais larga não atinge a coxa dos pereiópodos; gônadas apresentam-se no estágio de pré-vitelogênese; **Maduro** - fêmeas com abdômen arredondado cuja porção mais larga atinge a coxa dos pereiópodos; gônadas podem se apresentar em diferentes estágios de desenvolvimento (pré-vitelogênese; vitelogênese inicial; vitelogênese avançada ou maduro e desovado). Na caracterização destes foi utilizada a descrição proposta por Souza (2006), a saber:

1. **Pre-vitelogênese:** ovários pouco desenvolvidos, com lobos extremamente delgados, tubulares, flácidos e de coloração esbranquiçada ou amarelo claro, lobos posteriores se estendem até o 3º segmento abdominal. Na

análise histológica observa-se apenas células germinativas em estágio inicial de desenvolvimento;

2. **Vitelogênese Inicial:** ovários de coloração alaranjada e a forma achatada dorso-ventralmente, chegando a cobrir quase que completamente os lobos anteriores do hepatopâncreas, lobos posteriores estende-se até o segundo ou terceiro segmento abdominal. Na análise histológica observa-se apenas oócitos em estágio inicial de desenvolvimento e no início do processo de vitelogênese;
3. **Vitelogênese avançada ou maduro:** ovários volumosos, achatados dorso-ventralmente e apresentam a coloração marrom escura, lobos posteriores se estendem até o terceiro segmento abdominal. Na análise histológica observa-se a predominância de células germinativas em processo avançado de vitelogênese ou maduras.
4. **Desovado:** gônadas flácidas, delgadas e a coloração variando de branco a amarelo claro, lobos posteriores estendendo-se até o primeiro segmento abdominal. Na análise histológica visualizam-se vários espaços vazios no estroma ovariano.

Para os machos foram classificados dois estágios de desenvolvimento reprodutivo se utilizando apenas das características macroscópicas. Os estágios adotados são: **Imaturo** - expansões papiliformes ausentes. **Maduro** - expansões papiliformes presentes.

A análise histológica do vaso deferente do macho foi utilizada apenas para verificar se em indivíduos imaturos observava-se a ausência de espermátóforo e a presença em indivíduos maduros, determinando assim, a relação existente entre o estágio de desenvolvimento reprodutivo e a presença de espermátóforo no vaso deferente. Após a análise histológica, calculou-se a frequência relativa de indivíduos com espermátóforos por classes de tamanhos, sendo utilizada a fórmula de Sturges (1926) na determinação da amplitude das classes.

5.4. Análise estatística

5.4.1. Período reprodutivo

As proporções mensais (apenas do período de outubro/2006 a setembro 2007), relativas ao tipo de fêmeas maduras (ovígeras:não ovígeras) foram testados por meio do teste de homogeneidade, que permiti verificar a ocorrência de diferenças significativas entre as proporções mensais, tendo como hipóteses:

H_0 : não ocorrem diferenças significativas entre a proporção de fêmeas ovígeras e não ovígeras durante os meses analisados;

H_A : ocorrem diferenças significativas entre a proporção de fêmeas ovígeras e não ovígeras durante os meses analisados;

Se constatada diferenças significativas entre as proporções mensais é necessário realizar o teste do Qui-quadrado (com correção de Yates) comparando as proporções dos meses consecutivos, com o objetivo de verificar em quais meses do período de estudo ocorreram diferenças significativas.

5.4.2 Determinação da maturidade sexual

Para a determinação da maturidade sexual, também foram adotadas classes de tamanhos de lc com 4 mm de amplitude e a porcentagem de indivíduos maduros em cada classe. Estes dados foram ajustados a um modelo dose-resposta (complementar log-log) para a determinação do tamanho em que pelo menos metade dos indivíduos da população é capaz de se reproduzir (L_{50}). Tal ajuste teve como equação:

$$= \frac{1}{1 + (\cdot 50)}$$

Sendo Y a frequência relativa da ocorrência de indivíduos maduros, a o coeficiente linear da equação e b o coeficiente angular.

5.4.3. Análise Morfométrica

As diferenças entre as médias da medida biométrica lc, entre os sexos, foram testadas com o objetivo de identificar a ocorrência de dimorfometria sexual no tamanho individual. Previamente a realização deste teste, foi analisada a distribuição de frequência da variável lc através do teste de Kolmogorov-Smirnov, tendo como hipóteses:

H_0 : distribuição normal da variável lc

H_A : distribuição não normal da variável lc

Tal teste demonstrou que os dados de lc seguiam a distribuição normal ($p=0,0047$), desta maneira o teste a ser realizado para a comparação das médias de lc entre os sexos foi o t de Student com correção de Welch, tendo como hipóteses:

$H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_2$

$H_A: \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$

Onde \bar{x} é a média aritmética da medida utilizada e os índices 1 e 2 referem-se a machos e fêmeas.

Para análise de crescimento relativo os dados biométricos obtidos dos indivíduos de cada sexo foram agrupados de acordo com o estágio de desenvolvimento reprodutivo, formando-se assim quatro grupos: machos imaturos, machos maduros, fêmeas imaturas e fêmeas maduras. A análise do crescimento relativo foi realizada separadamente para cada grupo, através da análise de regressão linear. Tal análise consiste em avaliar a relação existente entre duas variáveis. No caso do presente estudo, estas variáveis são as dimensões corporais obtidas do caranguejo. Indivíduos que se apresentavam com quelas em regeneração não foram utilizados nesta análise, excluindo interferências causadas no crescimento por este evento.

A análise de crescimento relativo foi realizada comparando-se duas dimensões de cada vez, onde se utilizou lc como variável independente (x) e as demais medidas biométricas obtidas (cc , la , lqe , cqe , lqd e cqd) como variável dependente (y). A adoção de lc como variável independente baseou-se no critério sugerido por Hartnoll (1982), pois esta dimensão, por ser a maior dimensão do animal, é mais representativa do tamanho geral deste, enquanto que a variável dependente representa a dimensão a ser analisada.

Inicialmente os valores das variáveis foram logaritimizados e posteriormente plotados no programa estatístico Graphpad Prism 4.0 para a obtenção da equação de regressão linear, $\ln y = \ln A + b \cdot \ln X$. Esta equação é resultante da logaritimização da equação básica da regressão linear $Y = a + bx$. O valor de b define o tipo de crescimento relativo, podendo se assumir três possibilidades seguindo o critério sugerido por Kurata (1962), Kuris & Carlton (1997) e Clayton (1990): 1) se $b > 1,1$, o crescimento é considerado alométrico positivo (variável dependente cresce em proporção maior do que a variável independente); 2) se $b < 0,9$, o crescimento é considerado alométrico negativo (variável dependente cresce em proporção menor que a variável independente); 3) e se $0,9 < b < 1,1$ o crescimento é denominado isométrico (variáveis crescem em proporções iguais).

Após a obtenção dos coeficientes angulares (b) das estruturas analisadas de cada grupo de estágio reprodutivo (machos imaturos, machos maduros, fêmeas imaturas e fêmeas maduras), foi realizada a análise comparativa destes coeficientes com o objetivo de verificar se estes diferiam significativamente entre si, sendo realizadas comparações entre os coeficientes angulares de: 1) estágios de desenvolvimento diferentes, considerando-se o mesmo sexo (machos imaturos x machos maduros; fêmeas imaturas x fêmeas maduras); 2) mesmos estágios reprodutivos, considerando-se sexos diferentes (machos imaturos x fêmeas imaturas; machos maduros x fêmeas maduras).

Na primeira análise comparativa teve-se como objetivo analisar a ocorrência de alterações significativas no nível de alometria com o início da maturidade sexual. Na segunda análise verificou-se a ocorrência e qual das estruturas (se ocorrer) são indicativas de dimorfometria sexual entre os sexos. A dimorfometria sexual é constatada através da ocorrência de diferença significativa entre os coeficientes angulares das

estruturas analisadas. Para análise de crescimento, foi analisado também o grau de dependência entre as variáveis morfométricas através do coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (r^2).

Tais comparações foram realizadas por meio do teste de t de Student (bilateral) para comparação de coeficientes angulares, tendo como hipóteses de nulidade (H_0) e alternativa (H_A):

$$H_0: b_1 = b_2$$

$$H_A: b_1 \neq b_2$$

Onde b_1 e b_2 representam os coeficientes angulares das medidas a serem testadas.

As fórmulas utilizadas no cálculo, como sugerido por Ivo & Fonteles-Filho (1997), são:

$$\begin{aligned} I) \quad &= \sum \frac{(\sum)}{(\sum)} \\ &= \sum \frac{(\sum)}{(\sum)}; \\ &= \sum \frac{\sum \sum}{(\sum)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} II) \quad (SQ_{residual})_1 &= (Syy)_1 - \frac{(\sum)^2_1}{(\sum)_1} \\ (SQ_{residual})_2 &= (Syy)_2 - \frac{(\sum)^2_2}{(\sum)_2} \end{aligned}$$

$$III) \quad 2 = \frac{(\sum)_1 (\sum)_2}{(\sum)_1 (\sum)_2}$$

$$IV) \quad b_1 - b_2 = \frac{(\sum)}{(\sum)} + \frac{(\sum)}{(\sum)}$$

$$V) \quad t = \frac{b_1 - b_2}{(SQ_{residual})_{b_1 - b_2}}$$

Onde, para os conjuntos 1 e 2, $S_{b_1 - b_2}$ é o desvio padrão da diferença ($b_1 - b_2$); (S^2_{xy}) é o quadrado da diferença médio residual ponderado; S_{xx} , S_{yy} e S_{xy} correspondem ao somatório do quadrado dos desvios de x , y e xy , respectivamente em relação à sua média, sendo os graus de liberdade $(GL_{residual})_1 = n_1 - 2$ e $(GL_{residual})_2 = n_2 - 2$, onde n corresponde ao número de indivíduos.

O valor de t obtido nesta análise é comparado com o t crítico para aceitação ou rejeição da hipótese nula. O t crítico é obtido através da análise da tabela de distribuição de t (anexo II), onde:

$$GL = (GL \text{ residual})_1 + (GL \text{ residual})_2$$

A hipótese nula é aceita quando o valor obtido situa-se entre os valores de t crítico que delimitam a região de aceitação. Tal região é representada como o limite positivo e negativo do valor de t crítico ($\pm t$ crítico), como exemplificado a seguir:

Região de rejeição	Região de aceitação	Região de rejeição
$t_{obt} < -t_{crit}$ rejeita-se a hipótese nula	$-t_{crit} < t_{obt} < t_{crit}$ aceita-se a hipótese nula	$t_{obs} > t_{crit}$ rejeita-se a hipótese nula.

Para a análise dos resultados fornecidos pelos testes estatísticos, foi escolhido como índice de significância $\alpha = 5\%$, portanto com um nível de confiança de 95%. Análises estatísticas foram analisadas no programa estatístico GraphPad Prism 4.0 (teste de normalidade e teste t), Bioestat 4.0 (teste de homogeneidade) e Excel 2007 (comparação de coeficientes angulares).

6. RESULTADOS

Foram analisados no total 472 caranguejos, dos quais 218 eram machos (46,19%) e 179 eram fêmeas não ovíferas (37,92%) e 75 eram fêmeas ovíferas (15,89%). O tamanho dos animais variou de 20 a 52,83 mm de lc, com uma média de $38,28 \pm 7,13$. Os machos variaram de 20,42 a 52,83 mm de lc, sendo a média dos indivíduos de $39,62 \pm 7,59$, enquanto as fêmeas apresentaram uma variação de 20 mm a 49,92 mm de lc e uma média de $37,17 \pm 6,53$.

A menor fêmea ovífera observada foi de 26,88 e a maior de 49,60 mm de lc, sendo a média de $38,47 \pm 5,56$. Estas ocorreram durante quase todo o período, de outubro de 2006 a agosto de 2007, não sendo encontradas em setembro de 2007. O teste de homogeneidade revela haver diferenças significativas entre as proporções de fêmeas ovíferas e não ovíferas ($X^2 = 74,21$; $X^2_{crit} = 21,03$), tendo o teste do Qui-quadrado revelado que esta diferença ocorre entre os meses de dezembro e janeiro ($p = 0,0311$) e entre os meses de maio a junho ($p = 0,0004$). Isto significa que, no mês de janeiro ocorre um aumento na proporção de fêmeas ovíferas, esta se mantém constante (homogênea) até o mês de junho, quando ocorre uma redução na proporção de fêmeas ovíferas. Este intervalo de maior ocorrência de fêmeas ovíferas evidencia a ocorrência de picos reprodutivos. (Figura 8).

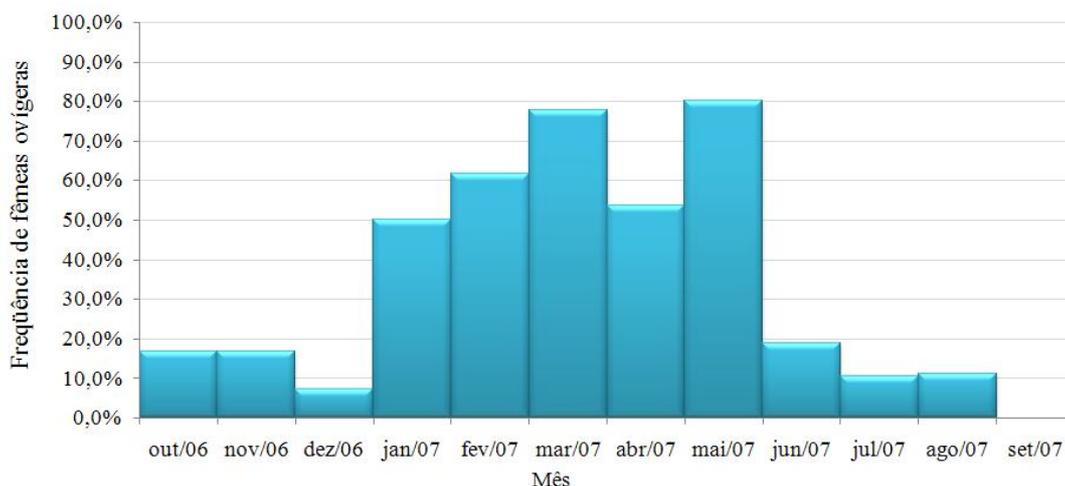


Figura 8 – Frequência relativa mensal de fêmeas ovíferas da espécie *Goniopsis cruentata* evidenciando o período de picos reprodutivos (maior frequência de fêmeas ovíferas) de janeiro a maio/2007.

6.1. Caracterização do sistema reprodutor

6.1.1 Sistema reprodutor feminino

O sistema reprodutor feminino de *Goniopsis cruentata* é constituído de um par de ovários, um par de espermatecas (ou receptáculos seminais) e um par de ovidutos. Os ovários são órgãos alongados que se localizam dorsalmente no cefalotórax e estão ligados entre si através de uma curta expansão transversal posteriormente ao estômago e ventralmente ao coração (figura 9). A porção posterior do ovário pode variar em extensão com o estágio de maturação, podendo alcançar o abdômen.

Os ovários sofrem variação de cor, forma, consistência, extensão e volume de acordo com o estágio de desenvolvimento encontrado, tais características, juntamente com a identificação do tipo de células germinativas através da análise histológica, foram utilizadas para a caracterização dos estágios de desenvolvimento ovário, sendo assim, definidos quatro estágios (Tabela I):

I. **Pré-vitelogênese:** ovários pouco desenvolvidos, com lobos extremamente delgados, tubulares, flácidos e de coloração esbranquiçada ou amarelo claro. Neste estágio a porção posterior do ovário se estende até o primeiro segmento abdominal. A análise histológica permitiu evidenciar a predominância de oócitos previtelogênicos, células de formato irregular com uma intensa basofilia do citoplasma que se reduz à medida que a célula torna-se maior. O núcleo dessas células apresenta-se com a cromatina bastante descondensada e com dois nucléolos periféricos em contato próximo ao envoltório nuclear interno. Observa-se também a presença de oogônias, células de forma esférica, citoplasma bastante reduzido e com o núcleo bem desenvolvido em comparação ao citoplasma. O núcleo apresenta a cromatina bastante condensada e sem nucléolos. Neste estágio, pode se observar que geralmente as células foliculares distribuem-se por todo o interior do ovário, podendo estar organizadas ao redor dos oócitos pré-vitelogênicos. No entanto, em alguns indivíduos, observaram-se células foliculares apenas na periferia da gônada (figura 10A; B).

II. **Vitelogênese inicial:** ovário de coloração alaranjada com lobos achatados dorso-ventralmente, chegando a cobrir quase que completamente a porção anterior do hepatopâncreas. Ovários nesse estágio podem se estender até o segundo ou terceiro

segmento abdominal. Microscopicamente se visualiza a predominância de oócitos pré-vitelogênicos e oócitos em início de vitelogênese. Esta célula caracteriza-se pela presença de vesículas na região cortical do citoplasma. Nas células maiores as vesículas ocupam o citoplasma homogeneamente (figura 10C).

III. Vitelogênese final ou Maduro – Os ovários são volumosos, achatados dorso-ventralmente e apresentam a coloração marrom escura. Os lobos anteriores cobrem completamente hepatopâncreas e os posteriores se estendem até o terceiro segmento abdominal. Histologicamente, este estágio apresenta uma predominância oócitos em vitelogênese avançada ou maduros. Estas células caracterizam-se por apresentar a forma poliédrica e citoplasma bastante volumoso o qual se apresenta completamente preenchido por vesículas vitelínicas, evidenciadas em vermelho pelo Tricrômico de Gomori (figura 10D).

IV. Desovado: ovários neste estágio são característicos de fêmeas ovígeras, onde as gônadas apresentam-se delgadas e flácidas, e a coloração variando de branco a amarelo claro; os lobos posteriores estende-se até o primeiro segmento abdominal. Este estágio é dificilmente diferenciado macroscopicamente do estágio pré-vitelogênico. Tal diferenciação realizada através da análise histológica, visto que permiti verificar uma extrema desorganização devido à liberação dos oócitos maduros, a visualização de vários oócitos pré-vitelogênicos e espaços vazios no estroma ovariano (figura 10E).

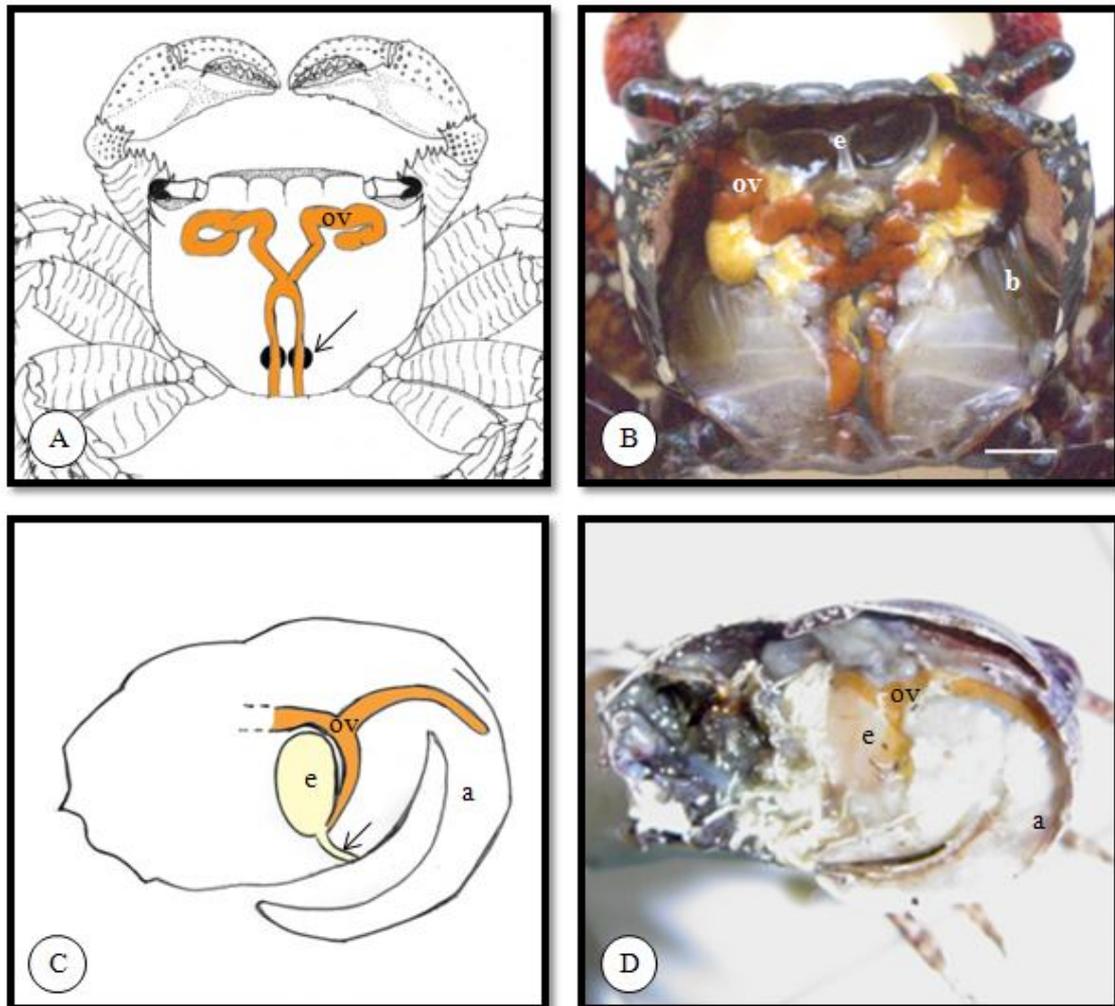
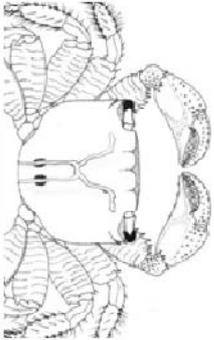
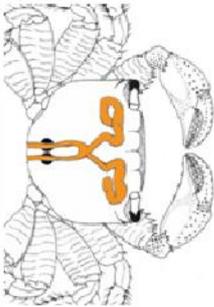
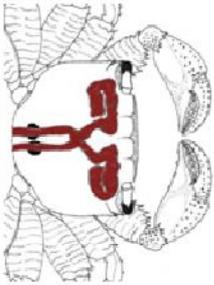
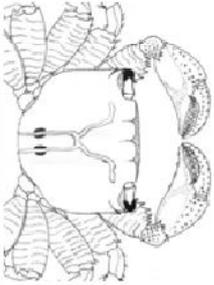
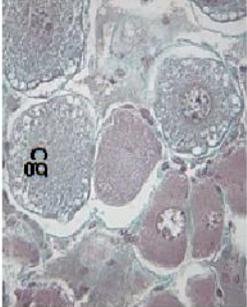
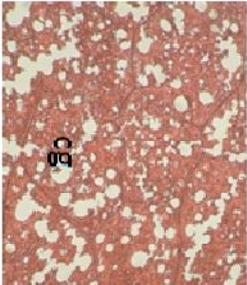
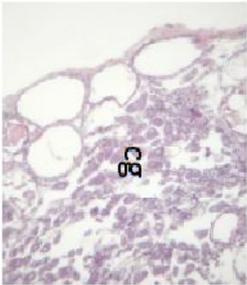


Figura 9 – Anatomia do sistema reprodutor feminino de *Goniopsis cruentata*. A – Desenho esquemático do sistema reprodutor evidenciando a localização dos ovários (ov) e espermatecas (setas). B – Indivíduo dissecado evidenciando a localização do sistema reprodutor feminino. Ovário (ov), estômago (e) e brânquias (b). Escala – 6 mm. C – Desenho esquemático de um corte sargital evidenciando ovário (ov), espermateca (e) e oviduto (seta). D – Fêmeas em corte sargital evidenciando ovários (ov) e espermateca (e). Observar a extensão do ovário até a região abdominal (a).

Tabela I – Estágios de desenvolvimento ovariano e suas respectivas características macroscópicas e microscópicas

Estágio	Pré-vitelogênese	Vitelogênese Inicial	Vitelogênese Avançada ou Maduro	Desovado
Descrição macroscópica	Lobos delgados, bastante flácidos e de forma tubular. Estende-se até o 1º segmento abdominal.	Bastante volumoso e de forma achatada dorso-ventralmente. Estende-se até o 2º ou 3º segmento abdominal.	Bastante volumoso e de forma achatada dorso-ventralmente. Estende-se até 3º segmento abdominal	Lobos delgados, bastante flácidos e de forma tubular. Estende-se até o 1º segmento abdominal
Coloração	Branco Amarelo claro	Laranja	Marron escuro	Branco Amarelo claro
Desenho esquemático (Cefalotórax)				
Fotomicrografia evidenciando células germinativas (cg)				

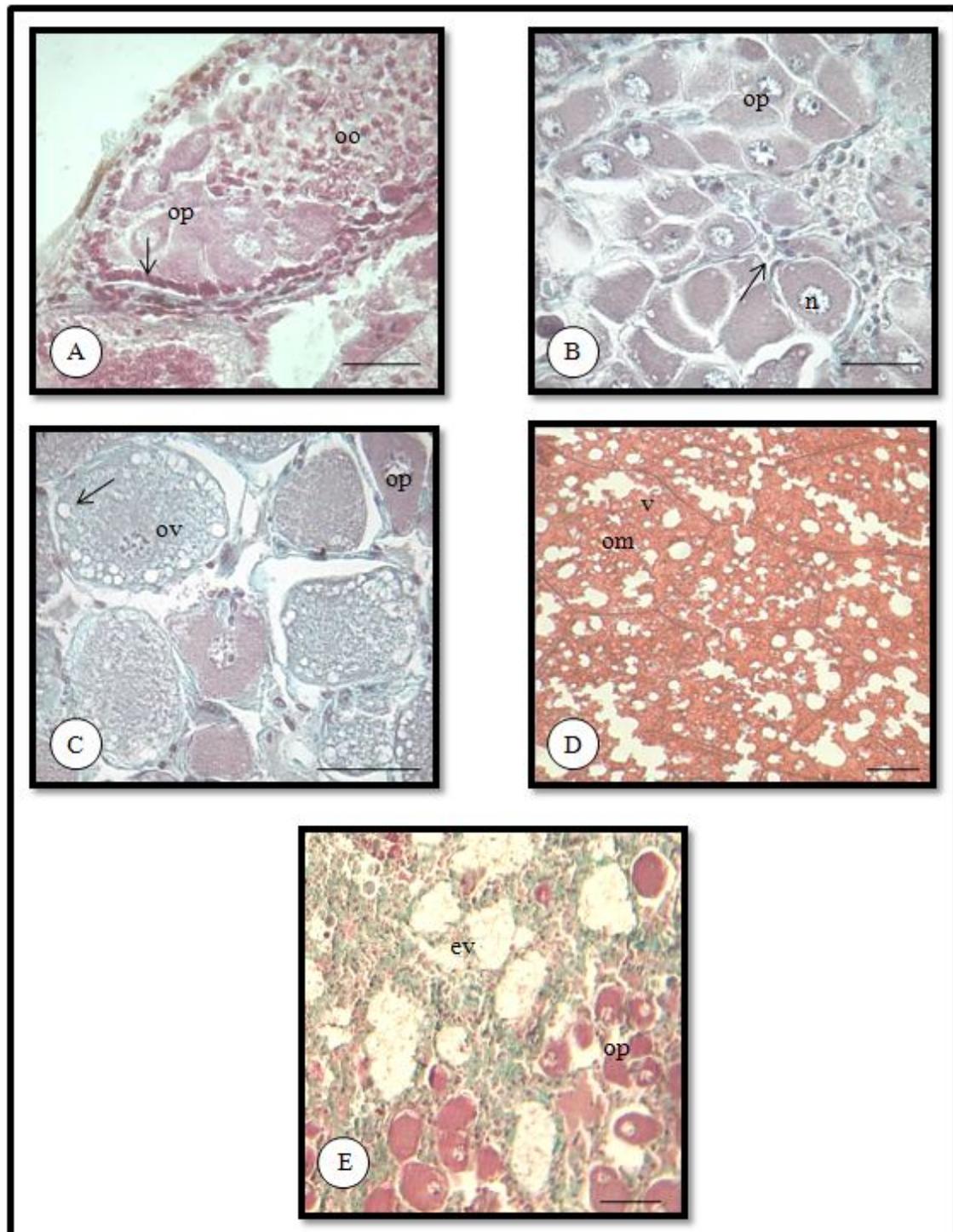


Figura 10 – Fotomicrografia evidenciando as secções histológicas do ovário de *Goniopsis cruentata* em diferentes estágios de desenvolvimento ovariano. Coloração: Tricrômico de Gomori. **A** – Estágio pré-vitelogênico evidenciando a localização das células foliculares (seta) apenas na periferia do ovário. Oogônias (oo); Oócitos pré-vitelogênicos (op). Escala: 30 μ m. **B** – Estágio de pré-vitelogênese evidenciando a presença de células foliculares (seta) entre os oócitos pré-vitelogênicos (op). Núcleo (n). Escala: 30 μ m. **C** – Estágio de vitelogênese inicial, onde se observam oócitos pré-vitelogênicos (op) e em vitelogênese inicial (ov), neste último se observam vesículas na região cortical (seta). Escala: 30 μ m. **D** – Ovário em estágio maduro, com apenas a presença de oócitos maduros (om), cujo citoplasma está completamente preenchido por vesículas vitelínicas (v). Escala: 60 μ m. **E** – Ovário em estágio desovado, onde pode-se observar vários espaços vazios (ev). Oócitos pré-vitelogênicos (op). Escala: 30 μ m.

6.1.2. Sistema reprodutor masculino

O sistema reprodutor masculino de *Goniopsis cruentata* é constituído de um par de testículos e um par de vasos deferentes (figura 11A e B); estes últimos desembocam no esternito localizado à altura do quinto par de pereiópodos, onde se desenvolve um apêndice peniano em forma de papila.

Os testículos desta espécie apresentam-se como órgãos localizados na região dorsal da carapaça, logo abaixo do exoesqueleto, e ao contrário do que ocorre nas fêmeas, as gônadas masculinas não se apresentam ligadas por nenhuma expansão transversal e nem apresentam alterações significativas na forma, volume, extensão e consistência. O testículo apresenta a forma tubular, onde a sua porção anterior apresenta-se delgada, bastante convoluta e localizada na região dorsal do hepatopâncreas. A porção mediana desta gônada apresenta-se com um maior calibre e convoluta. Na transição entre o testículo e o vaso deferente ocorrem evaginações sob forma de delgadas expansões em fundo cego e com coloração esbranquiçada, denominadas de expansões papiliformes (figura 11A e B).

O vaso deferente apresenta-se como uma estrutura esbranquiçada, de calibre bastante reduzido e sem sinuosidades que penetra no esqueleto endofragmal, terminando em um apêndice peniano localizado próximo ao quinto par de pereiópodos.

Histologicamente, o vaso deferente apresenta-se como um órgão tubular revestido externamente por uma camada muscular circular estriada. Internamente a esta camada observa-se uma membrana basal onde repousa um epitélio simples colunar (figura 11D). Em algumas porções do vaso deferente pode-se observar a presença de um epitélio pavimentoso. O lúmen do vaso é preenchido por uma substância eosinófila com aparência de bastonetes onde se podem observar espermatóforos contendo células esféricas e eosinófilas no seu interior, os espermatozóides (figura 11E).

Externamente ao vaso deferente, situa-se a glândula androgênica. Esta consiste em cordões epiteliais que, em secções longitudinais, acompanha boa parte da extensão do vaso deferente. Esta estrutura consiste em grupamento de células que apresentam a cromatina condensada tanto no centro como na periferia do núcleo (figura 11C).

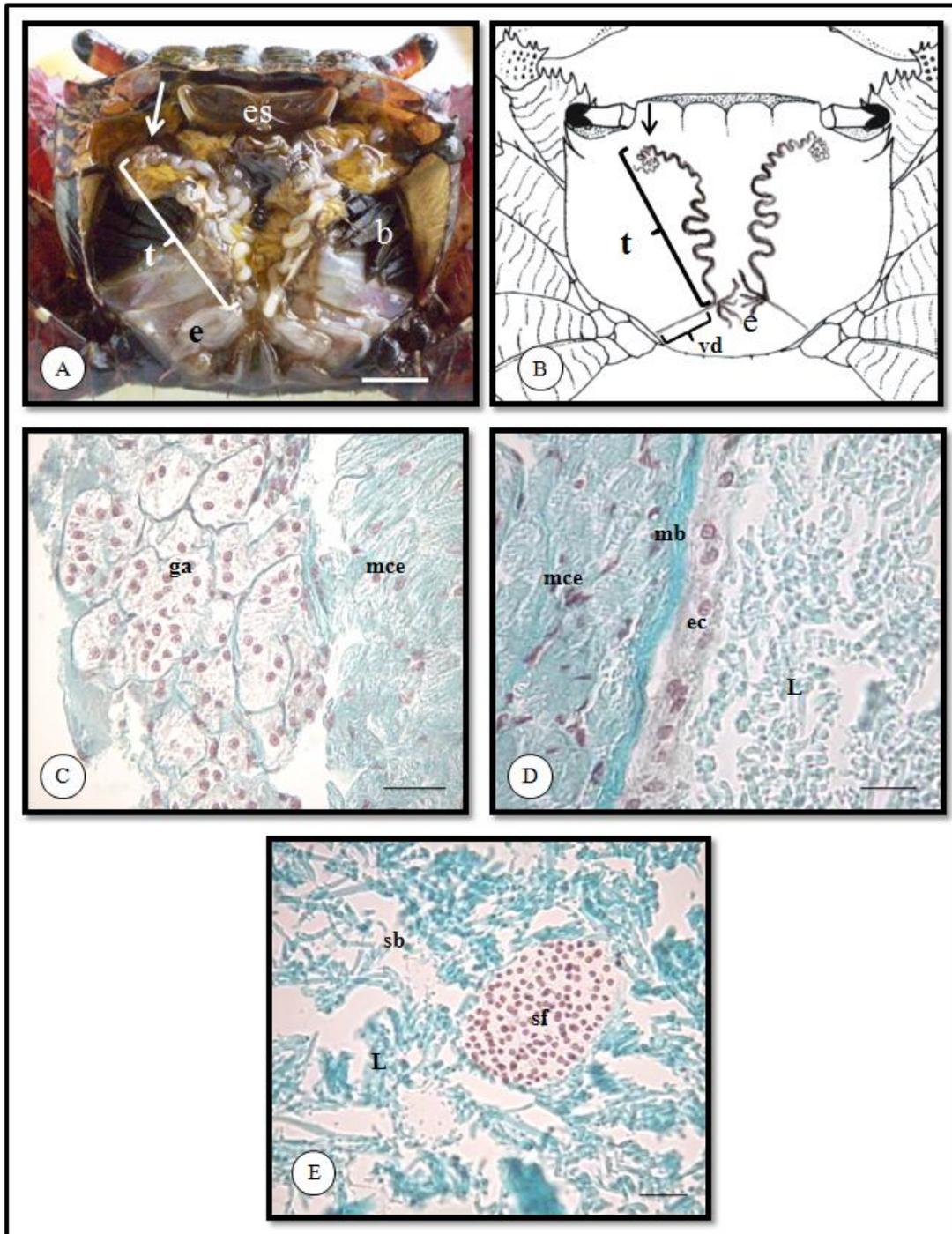


Figura 11 – Sistema reprodutor masculino e fotomicrografias dos vasos deferentes de *Goniopsis cruentata*. **A** – Animal dissecado evidenciando a localização, a forma e os componentes do sistema reprodutor masculino. Testículos (t), expansões papiliformes (e), região anterior bastante enovelada (seta), estômago (es) e brânquias (b). Escala: 5 mm **B** – Desenho esquemático do sistema reprodutor masculino evidenciando a localização, a forma e os componentes do sistema reprodutor masculino. Testículos (t), expansões papiliformes (e) e vaso deferente (vd). **C** - Fotomicrografia da glândula androgênica (ga) próxima a musculatura circular estriada externa do vaso deferente (mce). Escala: 30 μ m. **D** - Fotomicrografia de seção transversal do vaso deferente evidenciando a musculatura circular estriada (mce), a membrana basal (mb), o epitélio cúbico (ec) e o lúmen (L). Escala: 10 μ m. **E** - Fotomicrografia da substância em forma de bastonete (sb) no lúmen (L) do vaso deferente. Observa-se também um espermatozóide (sf) contendo espermatozoides em seu interior. Escala: 30 μ m.

6.2. Maturidade sexual

As fêmeas foram classificadas dois estágios: imaturo e maduro. No primeiro estágio, 48 indivíduos cujo tamanho de lc variou de 20 a 30,28 mm, enquanto que no estágio maduro, 206 apresentaram uma variação de lc entre 26,28 e 49,92 mm (tabela II).

As fêmeas imaturas apresentavam o abdômen triangular ou parcialmente arredondado, onde a porção mais larga não atingia a coxa dos pereiópodos. Quando analisado o sistema reprodutor, observava-se que os ovários encontravam-se no estágio de pré-vitelogênese e a espermateca não era visualizada, provavelmente por estar vazia. Cinco das fêmeas que apresentaram o abdômen triangular possuíam os ovários em pré-vitelogênese. Nas secções histológicas, esses apresentavam células foliculares presentes apenas na periferia da gônada (figura 10A), ao contrario do padrão observado para os outros indivíduos analisados, onde as células foliculares apresentavam-se distribuídas por todo o ovário e organizadas em torno dos oócitos pré-vitelogênicos (figura 10B).

As fêmeas maduras apresentaram o abdômen arredondado cuja porção mais larga atingia a coxa dos pereiópodos. A análise do sistema reprodutor destas fêmeas evidenciou espermatecas volumosas, cuja coloração apresentava-se leitosa e preenchida por um liquido viscoso. Observou-se também a ocorrência de diferentes estágios de maturação ovariana nos indivíduos com abdômen arredondado: pré-vitelogênese, vitelogênese inicial, vitelogênese avançada ou maduro e desovado. Este último presente principalmente em fêmeas ovígeras. As relações entre os estágios de desenvolvimento reprodutivo ovariano e a forma do abdômen, encontram-se sumarizados na tabela II.

Para os machos, os estágios de desenvolvimento reprodutivo foram caracterizados utilizando-se apenas caracteres macroscópicos, sendo a análise microscópica, utilizada somente na verificação da presença ou ausência de espermatóforo. Desta maneira, os machos também foram agrupados em dois estágios: imaturo e maduro. No estágio imaturo observou-se a ocorrência de 36 indivíduos, estes variaram de 20,42 a 28 mm de lc. Neste estágio, as gônadas eram visualizadas apenas com o auxílio de um estereomicroscópio, onde se observa que a gônada apresenta-se esbranquiçada e com expansões papiliformes ausentes. Nas análises histológicas dos

vasos deferentes de indivíduos neste estágio, não se observa a presença de espermatozoides.

Os indivíduos machos maduros ($n = 182$) apresentaram uma variação de 23,80 a 52,83 mm de lc. Estes apresentaram expansões papiliformes e quando analisados histologicamente os vasos deferentes, pode-se constatar a presença espermatozoides em 60,24% ($n = 109$) dos indivíduos (tabela III). O menor indivíduo encontrado com espermatozoides media 23,8 mm de lc. A frequência relativa de indivíduos maduros com espermatozoides por classes de tamanhos de lc revelou que nenhuma das classes apresentou 100% de frequência de espermatozoides, com exceção da ultima classe (49,9 -| 53,2 mm de lc), no entanto, esta apresentou apenas quatro indivíduos. (figura 12). Em todos os indivíduos analisados no presente estudo observou-se a presença de secreções com aparência de bastonetes no lúmen do vaso.

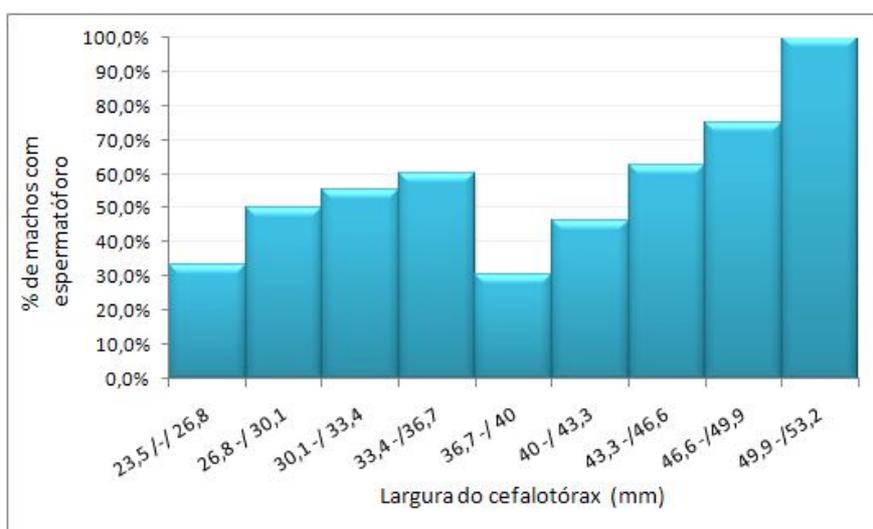


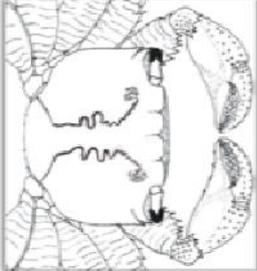
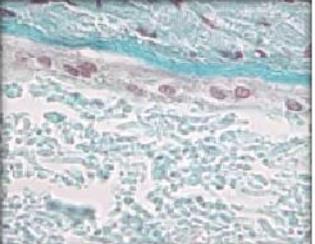
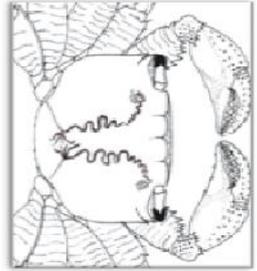
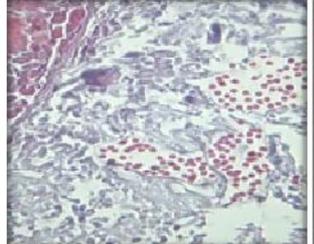
Figura 12 - Gráfico evidenciando a porcentagem de machos, por classes de tamanho de largura do cefalotórax, da espécie *Goniopsis cruentata* contendo espermatozoides no vaso deferente.

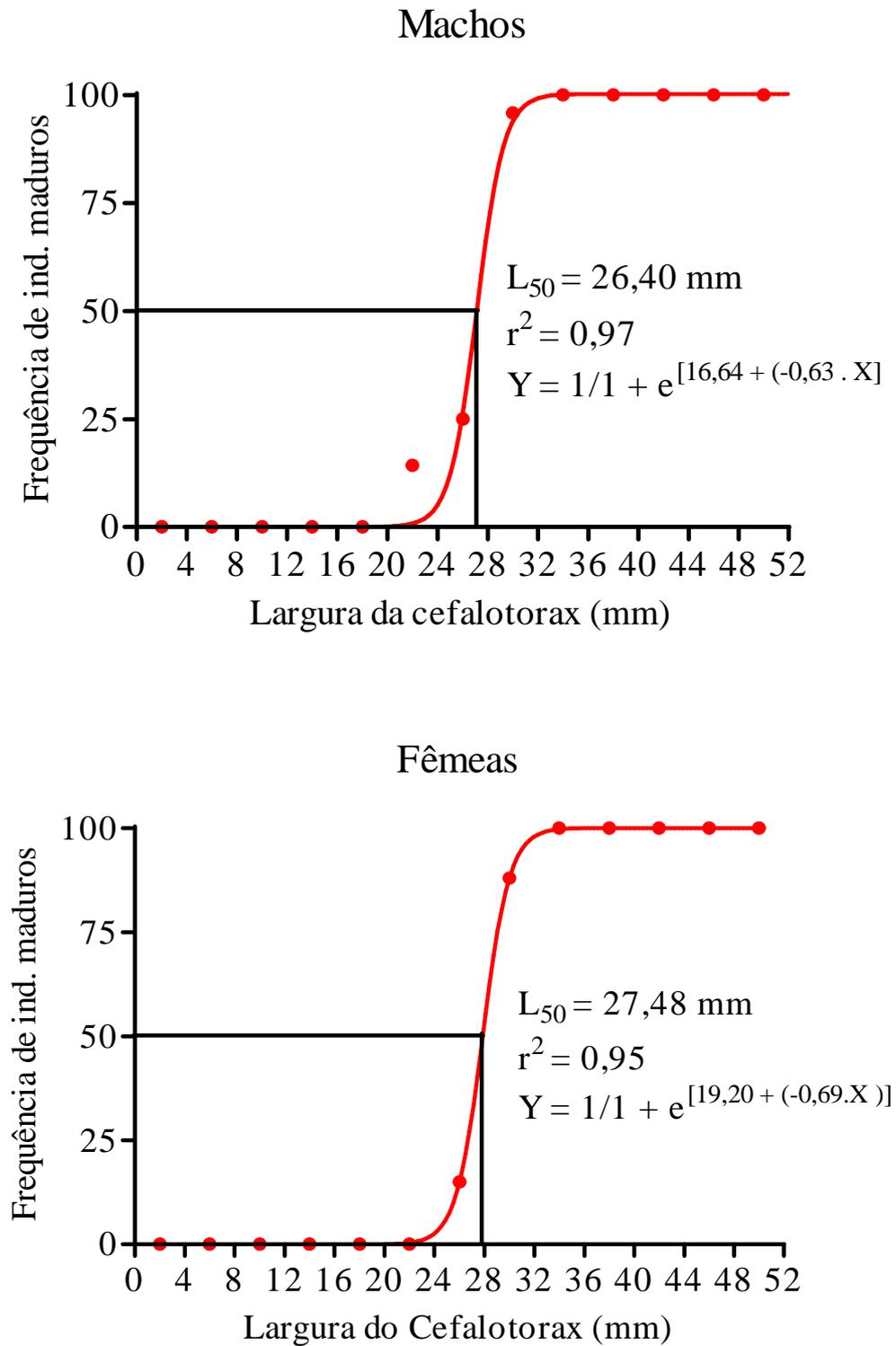
O ajuste da curva dose-resposta indicou que o tamanho de lc em que 50% dos indivíduos se apresentam maduros (L_{50}) foi bastante aproximado para ambos os sexos, onde para as fêmeas o valor obtido foi de 27,48 mm e para os machos foi de 26,40 mm (figura 13). Estes valores estão inclusos na mesma classe de tamanho de tamanho de lc.

Tabela II - Relação entre as características gonadais e morfológicas externas das fêmeas da espécie *Goniopsis cruentata* em diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo

Estágio de desenvolvimento reprodutivo	Variação na largura do cefalotórax (lc)	Estágios de desenvolvimento ovariano	Forma do abdômen	Ilustração
Imaturo	20 -30,28 mm	Pré-vitelogênese	Triangular ou parcialmente arredondado (porção mais larga não atinge a coxa dos pereiópodos)	
Maduro	26,28 – 49,92 mm	Pré-vitelogênese, vitelogênese Inicial, vitelogênese avançada ou maduro, desovado	Arredondado (porção mais longa atinge a coxa dos pereiópodos)	

Tabela III - Características macroscópicas e microscópicas do sistema reprodutor masculino da espécie *Goniopsis cruentata* em diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo

Estágio de desenvolvimento reprodutivo	Variação na largura do cefalotórax (mm)	Características das macroscópicas das gônadas	Desenho esquemático	Espermatóforo	Fotomicrografia
Imaturo	20,42 – 28	Gônadas esbranquiçadas, pouca variação na cor, forma e volume. Expansões papiliformes ausentes.		Ausente	
Maduro	23,80 – 42,83	Gônadas esbranquiçadas, pouca variação na cor, forma e volume. Expansões papiliformes presentes.		Pode estar presente	

Figura 13 – Estimativa para o tamanho da primeira maturação (L_{50}) para fêmeas e machos de *Goniopsis cruentata*.

6.3. Análise morfométrica

A média aritmética de lc calculada, foi maior para os machos 39,62 ($\pm 7,59$) quando comparada às fêmeas 37,17 ($\pm 6,53$). Tendo em vista esse resultado, foi aplicado o teste t de Student com correção de Welch para a comparação das médias da largura da carapaça entre os sexos. O teste revelou diferenças significantes entre estas variáveis ($t = 2,787$; $p = 0,0056$). Assim, os machos apresentaram-se maiores do que as fêmeas, tendo em vista análise dos valores das médias da largura do cefalotórax.

Na tabela IV encontram-se as equações de regressão linear entre cada uma das medidas consideradas e o comprimento do cefalotórax, calculadas para cada sexo em diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo. Esta tabela contém também os coeficientes de correlação (r), de determinação (r^2) e os tipos de crescimento. Os valores obtidos nos coeficientes de correlação (r) apresentarem-se acima de 0,80 em todas as relações realizadas, permitindo assim classificá-las como correlações fortes.

Com respeito ao tipo de crescimento apresentado, verificou-se a ocorrência de isometria entre a relação lc x cc em indivíduos maduros e imaturos de ambos os sexos, sugerindo que estas variáveis crescem em proporções iguais. As relações entre lc e as medidas das quelas (lqe, cqe, lqd e cqd) em ambos os sexos, tanto de indivíduos imaturos quanto maduros, apresentaram alometria positiva em todas as análises, ou seja, tanto o comprimento das quelas como a largura, crescem em proporções maiores que a largura do cefalotórax. O crescimento alométrico positivo também foi verificado na relação lc x la para fêmeas em estágio imaturo, enquanto machos no mesmo estágio apresentaram crescimento isométrico. O crescimento alométrico positivo acentuado no abdômen das fêmeas, durante o estágio imaturo, é responsável pela alteração na forma desta estrutura, que inicialmente apresenta a forma triangular e com o decorrer do crescimento passa a adquirir a forma arredondada, esta, característica das fêmeas maduras. Esta mesma relação, quando verificada para os indivíduos maduros, apresentou-se como uma alométrica negativa para os machos e isométrica para as fêmeas.

Tabela IV - Padrões de crescimento relativo apresentado por machos e fêmeas de *Goniopsis cruentata* em diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo. Considerou-se a seguinte simbologia: (=) isométrico, (+) alométrico positivo, (-) alométrico negativo. (n) número de indivíduos utilizados na análise. (D) constante de crescimento. (r²) coeficiente de determinação e (r) coeficiente de correlação.

Relação	Sexo	n	Est. de Des. Reprodutivo.	Equações	b	r ²	r	Tipo de
								crescimento
lc x cc	Macho	36	Imaturo	Incc = -0,395 + 1,084lnlc	1,084	0,971	0,985	=
	Macho	182	Maduro	Incc = -0,208 + 1,006lnlc	1,006	0,930	0,965	=
	Fêmea	48	Imaturo	Incc = -0,300 + 1,023lnlc	1,023	0,971	0,985	=
lc x la	Fêmea	206	Maduro	Incc = -0,255 + 1,008lnlc	1,008	0,912	0,955	=
	Macho	36	Imaturo	Inla = -1,240 + 1,041lnlc	1,041	0,902	0,950	=
	Macho	182	Maduro	Inla = -0,494 + 0,8424lnlc	0,842	0,864	0,929	-
lc x lge	Fêmea	48	Imaturo	Inla = -2,278 + 1,497lnlc	1,497	0,872	0,934	+
	Fêmea	206	Maduro	Inla = -0,333 + 0,964lnlc	0,964	0,836	0,914	=
	Macho	32	Imaturo	Inlge = -1,883 + 1,184lnlc	1,183	0,875	0,935	+
lc x lqd	Macho	164	Maduro	Inlge = -3,077 + 1,556lnlc	1,556	0,844	0,919	+
	Fêmea	44	Imaturo	Inlge = -2,581 + 1,190lnlc	1,19	0,922	0,960	+
	Fêmea	185	Maduro	Inlge = -2,072 + 1,242lnlc	1,242	0,871	0,933	+
lc x cqe	Macho	32	Imaturo	Incqe = -1,089 + 1,174lnlc	1,174	0,954	0,976	+
	Macho	164	Maduro	Incqe = -1,763 + 1,376lnlc	1,376	0,835	0,914	+
	Fêmea	44	Imaturo	Incqe = -1,004 + 1,119lnlc	1,119	0,656	0,810	+
lc x lqd	Fêmea	185	Maduro	Incqe = -1,002 + 1,138lnlc	1,138	0,877	0,936	+
	Macho	34	Imaturo	Inlqd = -2,335 + 1,323lnlc	1,323	0,898	0,948	+
	Macho	171	Maduro	Inlqd = -3,172 + 1,583lnlc	1,583	0,893	0,945	+
lc x cqd	Fêmea	42	Imaturo	Inlqd = -2,719 + 1,231lnlc	1,231	0,962	0,981	+
	Fêmea	192	Maduro	Inlqd = -1,820 + 1,172lnlc	1,172	0,850	0,922	+
	Macho	34	Imaturo	Incqd = -1,205 + 1,204lnlc	1,204	0,931	0,965	+
lc x cqd	Macho	171	Maduro	Incqd = -1,514 + 1,306lnlc	1,306	0,881	0,939	+
	Fêmea	42	Imaturo	Incqd = -0,957 + 1,120lnlc	1,12	0,914	0,956	+
	Fêmea	192	Maduro	Incqd = -0,944 + 1,124lnlc	1,124	0,879	0,938	+

O teste t foi aplicado comparando os coeficientes angulares (b) entre as relações do mesmo estágio de maturação e diferentes sexos, com o objetivo de verificar a ocorrência de diferenças significativas que indiquem existência de dimorfometria sexual. Os resultados de tais análises estão sumarizados na tabela V. No estágio imaturo, foi possível verificar que a única relação que se apresentou como indicadora de dimorfometria foi $lc \times la$, onde as fêmeas apresentaram um crescimento alométrico positivo ($b = 1,497$) mais acentuado que nos machos ($b = 1,041$) ($t_{obs} = -3,9248$; $t_{crit} = -2,00$). Nos maduros, esta mesma relação apresentou diferença significativa no valor de b , onde nas fêmeas se observou um valor de $0,964$ e nos machos $0,8424$ ($t_{obs} = -2,683$; $t_{crit} = 1,96$) (figura 14). As demais relações realizadas para imaturos, de ambos os sexos, não apresentaram diferenças nas proporções de crescimento, uma vez que os coeficientes angulares não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Desta maneira, observa-se que a relação $lc \times la$ é indicadora de dimorfometria sexual entre os sexos tanto no estágio imaturo como no maduro.

As relações existentes entre lc e as dimensões das quelas (lqe , cqe , lqd e cqd) de indivíduos maduros são indicadoras de dimorfometria sexual, pois estas apresentaram diferenças significativas entre seus coeficientes angulares, onde os machos apresentaram as proporções no crescimento mais acentuado das quelas do que as fêmeas. Desta maneira, observações visuais das quelas permitem diferir, em indivíduos com a mesma largura de carapaça, os machos das fêmeas, já que os machos apresentaram quelas de maiores proporções. Tal fato é mais evidente principalmente em indivíduos com maior largura de carapaça, pois o efeito acumulativo do crescimento em maior proporção das quelas nos machos tornou essa diferença mais evidente (figura 15). As relações $lc \times cc$ dos indivíduos maduros não apresentaram diferenças significativas nos seus coeficientes angulares.

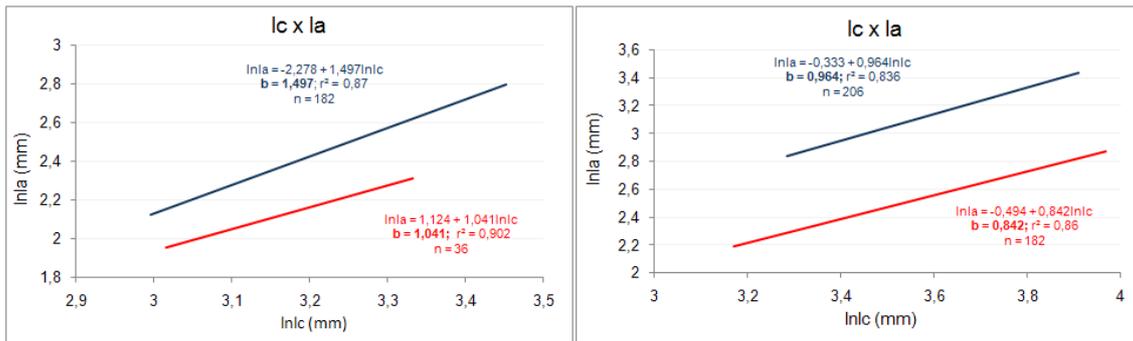


Figura 14 – Gráficos relativos a análise de crescimento do abdômen de indivíduos imaturos (à esquerda) e maduros (à direita), evidenciando as diferenças nos níveis de inclinação das retas de regressão. Reta de regressão das fêmeas evidenciadas em azul e dos machos em vermelho. Largura do cefalotórax (Ic); largura do abdômen (Ia).

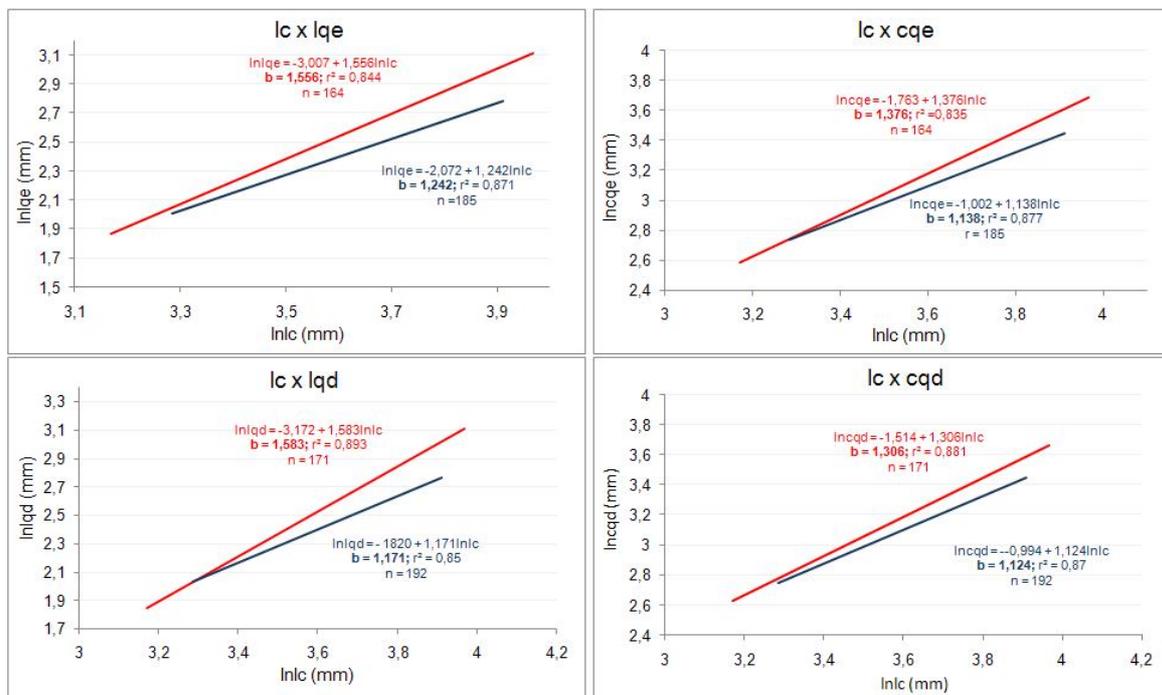


Figura 15 – Gráficos relativos a análise de crescimento das quelas de indivíduos maduros evidenciando as diferenças nos níveis de inclinação das retas de regressão. Reta de regressão das fêmeas evidenciadas em azul e dos machos em vermelho. Largura do cefalotórax (Ic); largura da quela esquerda (Iqe) e direita (Iqd); comprimento da quela esquerda (cqe) e direita (cqd).

Tabela V - Resultados obtidos nos testes t para comparação de coeficientes angulares (b) entre as relações do mesmo estágio de maturação e diferentes sexos. O valor de t crítico utilizado foi de $\pm 1,96$ para os indivíduos maduros e $\pm 2,00$ para os indivíduos imaturos. Observaram-se em verde as relações que apresentaram diferenças significativas nos valores de b, indicando dimorfometria sexual. Considerou-se a seguinte simbologia: (=) isométrico, (+) alométrico positivo, (-) alométrico negativo.

Relação	Sexo	Est. de Des. Reprodutivo.	b	Tipo de crescimento	Teste t de coef. angulares
Lc X Cc	Macho	Imaturo	1,084	=	
	Fêmea	Imaturo	1,023	=	0,719
	Macho	Maduro	1,007	=	
	Fêmea	Maduro	1,008	=	-0,0281
Lc X La	Macho	Imaturo	1,041	=	
	Fêmea	Imaturo	1,497	+	-3,9248
	Macho	Maduro	0,842	-	
	Fêmea	Maduro	0,964	=	-2,6835
Lc X Lqe	Macho	Imaturo	1,184	+	
	Fêmea	Imaturo	1,191	+	-0,03532
	Macho	Maduro	1,556	+	
	Fêmea	Maduro	1,242	+	4,0872
Lc X Cqe	Macho	Imaturo	1,174	+	
	Fêmea	Imaturo	1,119	+	0,1394
	Macho	Maduro	1,376	+	
	Fêmea	Maduro	1,138	+	3,3982
Lc X Lqd	Macho	Imaturo	1,323	+	
	Fêmea	Imaturo	1,231	+	0,5629
	Macho	Maduro	1,585	+	
	Fêmea	Maduro	1,172	+	6,1977
Lc X Cqd	Macho	Imaturo	1,204	+	
	Fêmea	Imaturo	1,120	+	0,4993
	Macho	Maduro	1,306	+	
	Fêmea	Maduro	1,124	+	3,1536

Foi analisado também, se a espécie *Goniopsis cruentata*, após atingir a maturidade sexual apresentava alguma alteração na proporção de crescimento das medidas consideradas. Sendo assim, foi realizado o teste *t* comparando os coeficientes angulares das relações testadas. Estas, foram comparadas entre indivíduos do mesmo sexo, porém em estágios diferentes. Nas fêmeas, alterações na proporção do crescimento, foram evidentes apenas na relação $lc \times la$ ($t_{obs} = 4,54$; $t_{crit} = 1,96$), onde se observou que no estágio imaturo apresentou-se como alométrica positiva, cujo coeficiente angular é de 1,469. Após a maturidade esta relação apresentou-se como isométrica e com coeficiente angular de 0,9640 (figura 16). Os resultados obtidos na presente análise estão sumarizados na tabela VI.

Nos machos, modificações nas proporções de crescimento após o início da maturidade foram evidenciadas nas relações entre lc e as medidas relativas às quelas. Em ambos os estágios tais medidas apresentaram-se alométrica positiva. No entanto, os coeficientes angulares destas relações apresentaram maiores valores após a maturidade sexual (fig. 16). A diferença na proporção de crescimento, após o início da maturidade, das relações $lc \times la$ nas fêmeas e $lc \times lqe$; lqd ; cqd , cqe são consideradas como caracteres sexuais secundários.

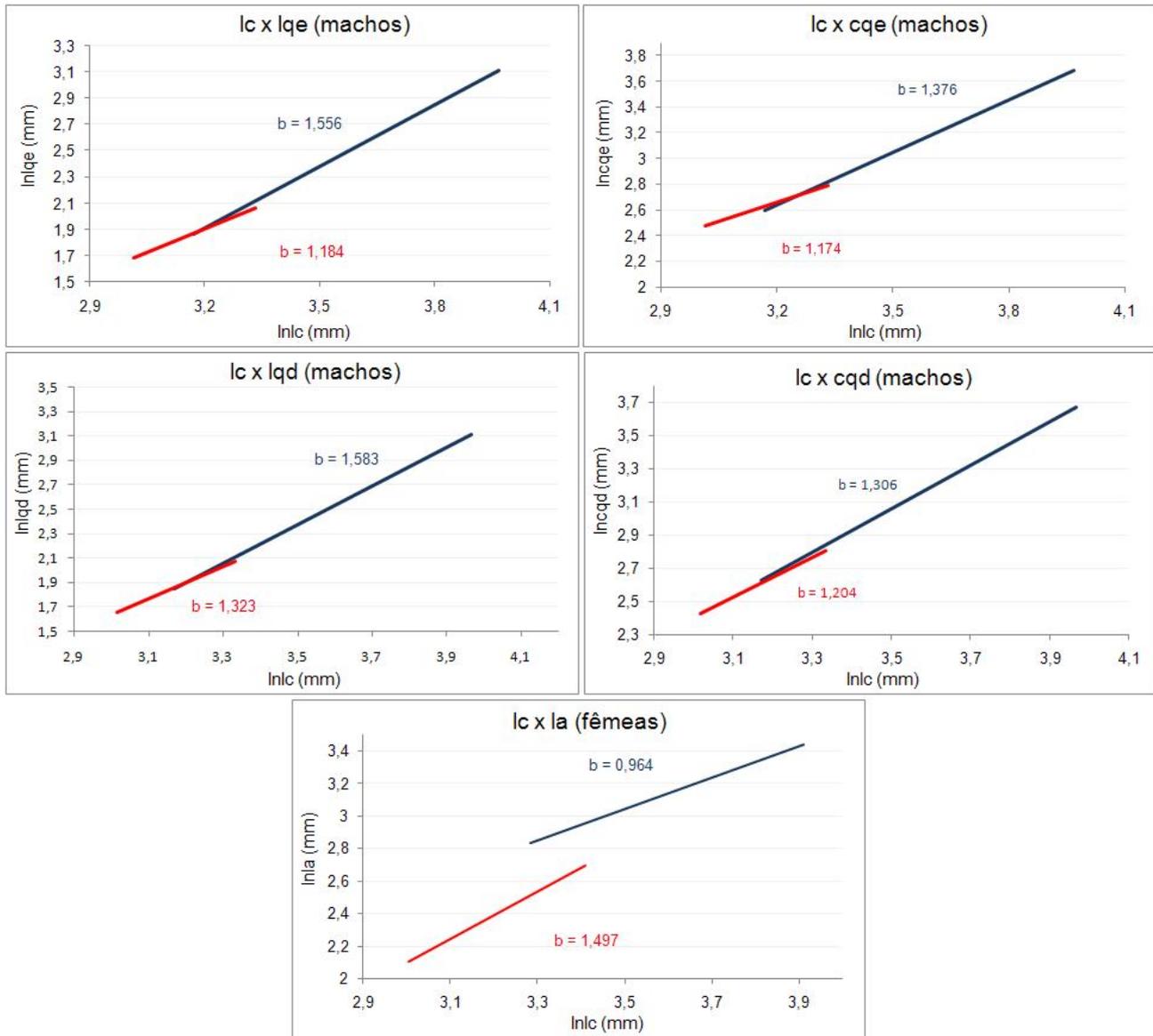


Figura 16 – Gráficos relativos a análise de crescimento relativo evidenciando as diferenças nos níveis de inclinação das retas de regressão entre indivíduos imaturos e maduros. Reta de regressão dos imaturos evidenciadas em vermelho e dos machos em azul. Largura do cefalotórax (lc), largura da queila esquerda (lqe) e direita (lqd); comprimento da queila esquerda (cqe) e direita (cq), largura do abdômen (la).

Tabela VI – Resultados obtidos nos testes *t* para comparação de coeficientes angulares (b) entre as relações do mesmo sexo e estágios de maturação diferentes. O valor de *t* crítico utilizado foi de $\pm 1,96$. Observam-se em verde as relações que apresentaram diferenças significativas. Considerou-se a seguinte simbologia: (=) crescimento relativo do tipo isométrico, (+) crescimento alométrico positivo, (-) crescimento alométrico negativo.

Relação	Sexo	Est. de Des. Reprodutivo.	b	Tipo de crescimento	Teste t de coef. angulares
lc x cc	Macho	Imaturo	1,084	=	-0,4697
	Macho	Maduro	1,006	=	
	Fêmea	Imaturo	1,023	=	-0,2031
lc x la	Fêmea	Maduro	1,008	=	
	Macho	Imaturo	1,041	=	-0,9741
	Macho	Maduro	0,8424	-	
lc x lqe	Fêmea	Imaturo	1,497	+	-4,5475
	Fêmea	Maduro	0,964	=	
	Macho	Imaturo	1,1843	+	5,5450
lc x lqd	Macho	Maduro	1,556	+	
	Fêmea	Imaturo	1,19	+	0,3223
	Fêmea	Maduro	1,242	+	
lc x cqg	Macho	Imaturo	1,174	+	4,4385
	Macho	Maduro	1,376	+	
	Fêmea	Imaturo	1,119	+	0,1511
lc x lqg	Fêmea	Maduro	1,138	+	
	Macho	Imaturo	1,323	+	4,7147
	Macho	Maduro	1,583	+	
lc x cq d	Fêmea	Imaturo	1,231	+	-1,1918
	Fêmea	Maduro	1,172	+	
	Macho	Imaturo	1,204	+	2,3670
lc x lq d	Macho	Maduro	1,306	+	
	Fêmea	Imaturo	1,12	+	0,0354
	Fêmea	Maduro	1,124	+	

7.0. DISCUSSÃO

Em crustáceos que têm como característica a incubação dos ovos, a determinação do período reprodutivo é tradicionalmente caracterizado como o intervalo de ocorrência de fêmeas portando ovos nos pleópodos (ovígeras). Sastry (1983) relatou dois padrões relativos ao período reprodutivo, no primeiro se observa espécies que reproduzem durante o ano todo, padrão este denominado de *contínuo*, enquanto o segundo apresenta espécies cuja reprodução se limita aos meses do ano onde as condições ambientais apresentam-se favoráveis, denominado de *sazonal*. Considerando a classificação sugerida por este autor, pode-se considerar o período reprodutivo de *Goniopsis cruentata* na região de estudo como contínuo, visto que se observou fêmeas ovígeras durante maior parte do período do ano (com exceção de setembro, 2007). Observa-se também um período maior atividade reprodutiva durante os meses de janeiro até maio de 2007.

O período reprodutivo de *G. cruentata* também se apresentou contínuo no litoral do Rio de Janeiro (Silva & Oshiro, 2002a), de Pernambuco (Moura & Coelho, 2003) e de São Paulo (Cobo & Fransozo, 2003). De acordo com Sastry (1983) a maioria das espécies de caranguejos de regiões tropicais e subtropicais tem estações reprodutivas prolongadas ou reproduzem-se continuamente, como observado para as espécies de Brachyura Majidae *Maja squinado* (Sampedro *et al.*, 1999); Xantidae *Eriphia gonagra* (Góes, 2000); Ocypodidae *Uca annulipes* (Litulo, 2004; 2005), *U. maracoani*, *U. thayeri* e *U. vocator* (Benetti, 2007), *Dotilla fenestrata* (Litulo *et al.*, 2005) e Portunidae *Callinectes danae* (Baptista-Metri *et al.*, 2005).

A extensão do período reprodutivo de crustáceos pode ser influenciada por diferentes fatores intrínsecos e extrínsecos. Neste último, a temperatura, fotoperíodo, salinidade e disponibilidade de alimento são considerados por Sastry (1983) como omnia influentes. O período de desova de *G. cruentata* do litoral paulista está relacionado com as variações na temperatura do ar e da água (Cobo & Fransozo, 2003). Ainda segundo estes autores, estes fatores exercem influência principalmente em espécies terrestres e semi-terrestres. No presente estudo, nenhuma relação entre os fatores abióticos e o período reprodutivo da espécie em questão foi realizada.

7.1. Caracterização do sistema reprodutor

O sistema reprodutor feminino de *Goniopsis cruentata* apresentou-se constituído de um par de ovários, um par de espermatecas e um par de ovidutos. A localização e forma destes componentes, seguiram o padrão descrito por Adiyodi & Subramoniam (1983) e Krol *et al.* (1992). No entanto, segundo estes autores, em *Brachyura* os ovários estão limitados ao cefalotórax, diferindo assim do encontrado para a espécie *G. cruentata* no presente trabalho, onde a porção posterior pode alcançar até o terceiro segmento abdominal. Tal característica já havia sido registrada por Souza (2006) para a espécie em questão capturada em outra localidade do litoral cearense.

No presente estudo, observou-se que a coloração das gônadas das fêmeas de *G. cruentata* variou de branco, passando gradualmente por laranja, até marrom escuro. Estas observações estão de acordo com as observações de Cobo & Fransozo (2005) para essa espécie no litoral paulista e por Souza (2006) para o litoral cearense. Em *Brachyura*, observam-se diferentes padrões de colorações das gônadas femininas durante o processo de desenvolvimento ovariano. Na espécie *Ucides cordatus* as gônadas sofrem variação de branco a vermelho intenso, como descrito por Mota Alves (1975) e Santana (2002). Para as espécies de caranguejos *Gecarcinus lateralis* (Weitzman, 1966), *Portunus sanguinolentus* (Ryan, 1967), *Libinia emarginata* (Hinsch, 1972) e *Cancer pagurus* (Eurenies, 1973) verificou-se uma variação na coloração ovariana de esbranquiçada a laranja. Nos caranguejos *Hepatus pudibundus* (Reigada & Negreiros-Fransozo, 2000) e *Chasmagnathus granulatus* (Ituarte *et al.*, 2004) os ovários variaram de translúcido a violeta escuro. De acordo com Adiyodi & Subramoniam (1983), a coloração do ovário é resultante da acumulação de pigmentos carotenóides nos oócitos durante o processo de vitelogênese e tem como função promover a proteção do embrião contra a radiação solar. Os grânulos de vitelo foram evidentes nos ovários em estágios mais avançados, o que corrobora com o acúmulo de pigmentos também nas gônadas. Entretanto, a natureza química dos pigmentos não foi registrada no presente trabalho.

Os resultados obtidos no presente trabalho relativos às características apresentadas pelas células germinativas e estágios de desenvolvimento ovariano,

corroboram com os resultados observados por Souza (2006) para esta espécie de outra localidade do litoral cearense. Cobo & Fransozo (2005) e Moura & Coelho (2004) determinaram os estágios de desenvolvimento ovariano de *Goniopsis cruentata*, no entanto, utilizaram apenas as características macroscópicas dos ovários. Nos resultados obtidos no presente trabalho, observa-se a importância da utilização da análise histológica para a determinação dos estágios ovarianos, pois sem tal análise, facilmente pode-se confundir os estágios pré-vitelogênicos com os desovados, visto que estes apresentam-se macroscopicamente semelhantes. De acordo com Souza (2006) a divisão do desenvolvimento das gônadas em vários estágios ou subestágios, muitas vezes dificulta a identificação prática destes devido ao pequeno grau de modificações morfológicas que estágios subsequentes apresentam. Dessa maneira a utilização de quatro estágios gonadais, destacando melhor as alterações morfológicas apresentadas pelas gônadas durante seu desenvolvimento maturativo, torna-se mais prático e fácil a identificação dos estágios gonadais.

As espermatecas em *G. cruentata* apresentam-se com a coloração leitosa e preenchida por um líquido viscoso. Segundo Adiyodi & Subramonian (1983), em caranguejos, as secreções da espermateca podem funcionar na manutenção dos espermatozoides. Desta maneira, os espermatozoides são retidos na espermateca por longos períodos de tempo, podendo o caranguejo assim, utilizar os espermatozoides provenientes de um único acasalamento para fertilizar ovócitos de diferentes desovas. No presente trabalho, não foi realizada a análise histológica da espermateca, não sendo possível, portanto, determinar se estas apresentavam espermatozoides em seu interior.

Com relação à organização geral do sistema reprodutor masculino de *G. cruentata*, observa-se que este segue o padrão básico descrito por Krol *et al.* (1992). De acordo com Garcia e Silva (2006) os testículos de *Goniopsis cruentata*, apresentam-se pareados e unidos por uma comissura transversal, dando ao sistema reprodutor o formato de “H”. Tal comissura não foi visualizada no presente trabalho, corroborando com os resultados observados para a espécie de caranguejos *Ucides cordatus* (Leite, 2002; 2005), *Chionoecetes opilio*, *Chionoecetes bairdi* (Sapelkin & Fedoseev, 1982).

De acordo com Krol *et al.* (1992) a formação do espermátóforo tem início na transição entre os testículos e os vasos deferentes. Em *Goniopsis cruentata* esta região de transição é caracterizada pela presença das expansões papiliformes. Garcia & Silva (2006) consideraram estas expansões como integrantes do vaso deferente de *G. cruentata*. Ainda segundo estes autores, pode-se dividir o vaso deferente desta espécie em duas regiões macroscopicamente distintas; a região anterior, correspondente as expansões, e uma posterior, correspondente ao tubo delgado que penetra no esqueleto endofragmal. Divisão semelhante foi sugerida por Leite (2002) para a espécie *Ucides cordatus*. De acordo com Rodrigues (2007), as expansões aumentam a área de contato e, conseqüentemente de secreção nos caranguejos, que possuem órgãos do sistema reprodutor pequeno quando comparados a outros decápodes como as lagostas. Ainda segundo este autor, as lagostas além de possuírem testículos e vasos deferentes de maior tamanho e calibre, apresentam outras estruturas que aumentam a produção de secreção no vaso deferente (tiflossole).

Garcia & Silva (2006) caracterizaram estas expansões como de atividade secretora, podendo se observar na região a presença de secreções de natureza glicoprotéica e polissacarídica com formato de bastonetes, podendo estas estarem envolvidas na formação do espermátóforo. Secreções com este formato foram registradas no vaso deferente de *G. cruentata* utilizados no presente trabalho. Observaram-se também regiões do vaso deferente com epitélio cúbico e outras com o epitélio colunar. Tal região colunar, provavelmente corresponde à região próxima aos gonóporos, como observado por Garcia & Silva (2006). De acordo com estes autores, tal região apresenta cúbico, provavelmente com o objetivo de produzir secreções que facilitarão a transferência do espermátóforo para o sistema reprodutor feminino.

A estrutura do espermátóforo de *G. cruentata* visualizada no presente trabalho assemelha-se ao descrito por Garcia e Silva (2006). Segundo estes autores, o espermátóforo desta espécie apresenta o formato oval ou esférico e estão envolvidos por uma fina película. Anilkumar *et al.* (1999) descreve o espermátóforo do caranguejo *Metopograpsus messor* como estruturas de forma oval ou circular que podem conter em seu interior aproximadamente 160 espermatozóides.

No presente trabalho, a glândula androgênica foi visualizada apenas através da análise histológica, sendo esta estrutura imperceptível macroscopicamente. Leite (2002)

e Garcia & Silva (2006) também não observaram macroscopicamente esta glândula em *U. cordatus* e *G. cruentata*, respectivamente. Charniaux-Cotton *et al.* (1992) caracteriza esta glândula como fonte exclusiva de produção, armazenamento e secreção do hormônio androgênico. Este hormônio controla o desenvolvimento de todas as características internas e externas do macho, tais como: diferenciação dos testículos e vasos deferentes, desenvolvimento das características sexuais externas e comportamentais do macho, além de estimular o início do processo de espermatogênese. No presente trabalho, nenhuma associação entre os aspectos apresentado pela glândula androgênica e os estágios de desenvolvimento reprodutivo foi realizado.

7.2. Maturidade sexual

O início da maturidade sexual em crustáceos é o evento biológico de grande importância, marcado por diversas transformações morfológica, fisiológica e comportamental, indicando a transição entre a fase imatura para madura. Tais transformações permitem determinar a maturidade através de diferentes metodologias, onde para cada uma destas, a maturidade recebe uma denominação.

A maturidade sexual de *G. cruentata* foi realizada com base em observações do sistema reprodutor masculino e feminino. A determinação da maturidade através deste tipo de análise é usualmente denominada de **maturidade sexual fisiológica**. Esta denominação foi utilizada por Pinheiro & Fransozo (1998), Moura & Coelho (2004), Cobo & Fransozo (2005), Lima *et al.* (2006), Baptista-Metri *et al.* (2005), Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004) e Gardner & Willians, (2002). Branco & Thives (1991), Flores *et al.* (2002), Leme (2005) e Corgos & Freire (2006), utilizaram o termo **maturidade gonadal**. Ambos os termos foram utilizados para definir a maturidade sexual no presente trabalho.

Na determinação da maturidade sexual fisiológica de *G. cruentata*, os testículos dos machos foram observados macroscopicamente com o objetivo de relacionar suas características com o início da maturidade sexual. Esta metodologia foi utilizada por Moura & Coelho (2004) e por Cobo & Fransozo (2005) na determinação da maturidade sexual fisiológica da espécie em questão no litoral pernambucano e paulista respectivamente. No presente trabalho, foram constatadas poucas alterações nas

características macroscópicas dos testículos (forma, volume e cor) entre os estágios de desenvolvimento reprodutivo, o que impossibilitou a utilização do critério macroscópico como indicador de maturidade sexual. Em espécies, cuja gônada sofre variações significativas no seu aspecto macroscópico indicando o início da atividade reprodutiva, o critério macroscópico pode ser utilizado. Nestes trabalhos, os autores, ao determinar os estágios de desenvolvimento das gônadas masculinas, relatam o aumento do volume dos testículos, podendo estes ocuparem uma parte considerável da região cefalotorácica. No entanto, mesmo em espécies que apresentam variações significativas no aspecto macroscópico, recomenda-se a utilização de técnicas histológicas com o objetivo de evidenciar melhor as modificações existentes entre os diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo e verificar se estas modificações são realmente indicativas do início da atividade reprodutiva.

Nas fêmeas de *G. cruentata*, as modificações macroscópicas dos ovários permitiram identificar os estágios de desenvolvimento reprodutivo em que estas se apresentavam. Isto se deve ao fato de que, com o início da maturidade sexual, as gônadas femininas passam a exibir características bastante marcantes, como alteração na cor, volume, extensão e forma. Tais características estão associadas à produção e desenvolvimento das células germinativas, indicando assim, o início da atividade reprodutiva. De acordo com Souza (2006), a alteração no volume, forma, cor e extensão dos ovários de *G. cruentata*, está relacionada à produção e aumento no volume das células germinativas, sendo este aumento e alteração na cor resultante do acúmulo de vitelo em seu citoplasma. Apesar das modificações macroscópicas das gônadas femininas de *G. cruentata* serem bem evidentes, recomenda-se também a utilização de técnicas histológicas, pois em alguns casos a distinção entre os estágios pré-vitelogênico e desovado só pode ser feita através de tal análise, visto que macroscopicamente, estes estágios apresentam-se bastante semelhantes.

A maturidade através da utilização de características relacionadas a morfologia externa, como a análise de crescimento relativo de estruturas relacionadas a atividade reprodutiva, como a quela dos machos (corte e cópula) e abdômen da fêmeas (incubação dos ovos), também pode receber diferentes denominações como **maturidade sexual morfológica**. Tal termo foi utilizado por Cobo & Fransozo (1998b), Pinheiro &

Fransozo (1998), Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004), Leme (2005) e Dalabona *et al.* (2005). Sampedro *et al.* (1999) e Flores *et al.*, 2002 utilizaram o termo **maturidade morfométrica**. No presente trabalho, apesar de ter sido realizada a análise de crescimento relativo, não foi determinada a maturidade morfológica. Tal maturidade não foi determinada devido ao baixo número de indivíduos imaturos, o que dificultou a determinação de um ponto de inflexão (valor da maturidade sexual morfológica).

Em algumas espécies de Brachyura, a ocorrência da maturidade sexual fisiológica, não necessariamente ocorre em sincronismo com a maturidade sexual morfológica. Em alguns casos podem-se observar machos com espermatóforos no vaso deferente, no entanto, estes indivíduos apresentam-se imaturos morfológicamente, portanto, não aptos a reproduzir. Tal fato foi observado nos machos das espécies de Brachyura *Scylla serrata* (Knuckey, 1996), *Arenaeus cribrarius* (Pinheiro & Fransozo, 1998), *Pseudocarcinus gigas* (Gardner & Willians, 2002), *Maja squinado* (Sampedro *et al.*, 1999) e *M. brachydactyla* (Corgos & Freire, 2006). O assincronismo entre a maturidade fisiológica e morfológica também foi registrado para as fêmeas da espécie de caranguejo Majidae *Chionoecetes bairdi* por Donaldson *et al.* (1981).

Observa-se também a utilização do termo **maturidade sexual funcional**. De acordo com Leite (2006) diversos autores têm atribuído diferentes terminologias para definir a maturidade funcional, tornando-se confuso o conceito dessa condição sexual. Este autor definiu maturidade sexual funcional como aptidão dos indivíduos para o acasalamento em decorrência de mudanças de ordem morfométrica nas estruturas relacionadas às características sexuais. Enquanto que Pinheiro & Fransozo (1998) e Gardner & Willians (2002) definiram como funcionalmente maduros os indivíduos que se apresentam maduros morfológica e fisiologicamente, critérios esses necessários para que o indivíduo copule efetivamente. No entanto, segundo Goshima *et al.* (2000) mesmo que um indivíduo apresente-se fisiológica e morfológicamente maduro, isto não é garantia de que este copule efetivamente, ou seja, apresente-se funcionalmente maduro, pois a cópula envolve também questões comportamentais. De acordo com estes autores, os menores indivíduos maduros morfológica e fisiologicamente da população podem ser rejeitados para a cópula, visto que os machos podem escolher apenas as

maiores fêmeas para a cópula e as fêmeas podem escolher apenas os maiores machos, excluindo assim os menores indivíduos maduros. A presença de tal comportamento na população, pode gerar uma discrepância entre os valores encontrados para os indivíduos maduros morfológica e fisiologicamente em comparação àqueles que copulam efetivamente, estes últimos apresentando valores maiores. Desta maneira, estes autores recomendam na determinação da maturidade sexual funcional, o registro do tamanho em que se observam indivíduos em cópula. Para tal análise, procura se observar o tamanho de ocorrência de indivíduos copulando na população ou de indícios de que o animal acasalou, como por exemplo, a presença de ovos nas fêmeas ou de marcas nos machos (provenientes do atrito com as fêmeas durante a cópula).

A determinação da maturidade funcional através da observação da cópula pode em alguns casos ser inviável, visto que o acasalamento pode ser de difícil visualização em espécies que apresentam a cópula rápida, dificultando seu registro do tamanho em que os indivíduos copulam efetivamente. De acordo com Hartnoll (1969) os indivíduos da família Grapsidae, táxon em que está inclusa a espécie *Goniopsis cruentata*, apresentam a cópula rápida. Os representantes desta família não apresentam um processo de corte elaborado e demorado e as fêmeas, por acasalarem com seu exoesqueleto rígido, não necessitam ser envolvidas e protegidas pelos machos (abraço pós-copulatório). Tais características tornam a cópula nesta família rápida e de difícil registro. Desta maneira, a determinação de maturidade funcional de Grapsidae através do registro do tamanho dos indivíduos copulando é de difícil determinação.

Com relação à maturidade fisiológica de machos e fêmeas de *Goniopsis cruentata*, observou que estas ocorreram em valores de lc bem próximos (machos - 26,40 mm de lc; fêmeas - 27,48 mm de lc). Pode-se assim, caracterizar maturidade sexual fisiológica desta espécie como sincrônica entre os sexos. O sincronismo da maturidade gonadal entre machos e fêmeas também foi observado para esta espécie para o litoral paulista por Cobo & Fransozo (2005) e pernambucano por Moura & Coelho (2004). O sincronismo na maturidade morfológica entre os sexos também foi registrado no litoral paulista para a espécie em questão por Cobo & Fransozo (1998b). De acordo com Moura e Coelho (2004) o sincronismo é usualmente observado em caranguejos grapsídeos.

A ausência de sincronismo entre a maturação foi registrado Pinheiro & Fransozo (1998) na espécie de portunídeo *Arenaeus cribranarius*, onde os machos apresentaram a maturação em valores acima do das fêmeas. Segundo estes autores, o assincronismo tem como objetivo assegurar que os machos destas espécies apresentem-se sempre maiores que as fêmeas durante a cópula, condição esta necessária, já que as fêmeas por realizarem a cópula após sofrerem muda, necessitam ser envolvidas e protegidas pelos machos (abraço pós-copulatório). Tal hipótese justificaria ocorrência de sincronismo em *Goniopsis cruentata*, visto que nesta espécie a cópula ocorre apenas em fêmeas com exoesqueleto rígido, não sendo necessária a proteção da fêmea pelo macho através do abraço pós-copulatório.

Benneti (2007) relata a ocorrência de assincronismo em caranguejos do gênero *Uca vocator*, *U. thayeri* e *U. maracoani*, onde se observou que a maturação gonadal das fêmeas ocorre em tamanhos superiores aos dos machos. Segundo esta autora, isto pode estar relacionado ao fato de que, nas fêmeas, a muda da puberdade ocorre com um abrupto crescimento ou desenvolvimento do abdômen. Neste sentido, as fêmeas direcionariam a energia primeiramente a fim de desenvolverem-se morfológicamente, para a incubação dos ovos e, posteriormente, completarem o seu desenvolvimento gonadal. Tal teoria, não se aplica ao *G. cruentata*, já que mesmo apresentando abrupto crescimento do abdômen, observa-se a ocorrência de sincronismo na maturação gonadal de machos e fêmeas.

No que se refere à comparação entre os valores para a maturação gonadal encontrados no presente trabalho (machos - 26,40 mm; fêmeas - 27,48 mm de lc) com os dados disponíveis na literatura especializada, verificou-se uma maturação tardia em relação aos dados obtidos por Cobo & Fransozo (2005) para o litoral Paulista (machos - 21,00 mm de lc; fêmeas - 22,60 mm de lc). Nos resultados obtidos por Moura & Coelho (2004) para o litoral pernambucano (fêmeas - 28 mm de lc; machos - 31 mm de lc) para esta espécie, observou-se valores acima dos obtidos no presente trabalho, principalmente para os machos. Souza (2006) determinou a maturidade sexual das fêmeas de *Goniopsis cruentata* para o litoral cearense, segundo este autor a maturidade desta espécie ocorre em valores próximos a 26,4 mm de lc. Observa-se, portanto, que os valores observados para a maturação sexual de *G. cruentata* para a região nordeste

apresentam-se aproximados, sendo as diferenças observadas, provavelmente resultantes das diferentes metodologias utilizadas na determinação da maturidade, como por exemplo, a análise estatística utilizada na determinação da maturidade.

De acordo com Adiyodi (1988) o início da maturidade sexual pode variar consideravelmente entre populações da mesma espécie; entre indivíduos da mesma população e também com a distribuição geográfica da população. Tais variações podem ser atribuídas a diferenças latitudinais em função da atuação de fatores ambientais de distinta magnitude nas respectivas regiões, como temperatura e fotoperíodo. Annala *et al.* (1980) e Sastry (1983) mencionam que a maturidade pode ser retardada em regiões caracterizadas por baixas temperaturas ou apresentar um desenvolvimento gonadal precoce naquelas de temperaturas elevadas. Os dados obtidos para o *G. cruentata* no presente trabalho e na literatura especializada, demonstram uma situação contrária, onde na região sudeste, caracterizada por temperaturas baixas (quando comparada a região nordeste), apresentou valores para a maturidade precoce (Cobo & Fransozo, 2005), enquanto que no litoral nos litorais cearense (Souza, 2006; presente pesquisa) e pernambucano (Moura & Coelho, 2004), caracterizado por temperaturas mais elevadas, apresentaram uma maturação em valores mais elevadas. Desta maneira, as variações observadas para espécie *G. cruentata* possivelmente não estão relacionadas a diferenças latitudinais, e sim a diferenças nas condições locais entre cada região. A diferença entre os valores observados para a região sudeste e o presente trabalho, pode estar relacionada à pequena quantidade de indivíduos menores obtidos no presente trabalho, onde provavelmente a obtenção destes poderia ocasionar na diminuição do valor de L_{50} obtido. Moura & Coelho (2004) levantaram algumas hipóteses para a ocorrência de tal retardo na maturação gonadal de *G. cruentata* quando comparado a região sudeste, como a diminuição na disponibilidade de alimento, estresse a condições ambientais adversas ou um favorecimento do crescimento somático.

A análise das variações da forma do abdômen das fêmeas e a sua relação com a maturidade gonadal de *G. cruentata* corroboram com os resultados observados para esta espécie por Souza (2006), onde foi observado que fêmeas de abdômen triangular ou parcialmente arredondada, onde a porção mais larga não atinge a coxa dos pereiópodos do caranguejo, apresentavam-se imaturas fisiologicamente. As fêmeas de abdômen

completamente arredonda, cuja porção mais larga atinge a coxa dos pereiópodos, apresentavam-se maduras fisiologicamente. Resultados semelhantes foram descritos para as espécies de caranguejo *Libinia emarginata* (Hinsch, 1972), *Callinectes ornatus* (Haefner, 1990) e *Arenaeus cribarius* (Pinheiro & Fransozo, 1998).

A análise dos estágios de desenvolvimento ovariano das fêmeas de *Goniopsis cruentata* nos diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo, assemelha-se ao descrito por Souza (2006) para esta mesma espécie, onde se observa em fêmeas imaturas apenas ovários pré-vitelogênicos, e em fêmeas maduras observa-se uma variação nos estágios encontrados. No entanto, a ocorrência de fêmeas imaturas onde as células foliculares presentes apenas na periferia do ovário não havia sido registrado para esta espécie. Charniaux Cotton *et al.* (1992) caracterizaram o conjunto de células foliculares localizadas na periferia do ovário como tecido folicular primário, enquanto que a migração destes para o interior do ovário, forma o chamado tecido folicular secundário. Ainda segundo estes autores, o início da puberdade é controlado pelas células foliculares, onde estas, ao formarem o tecido folicular secundário, são responsáveis pela liberação de hormônios responsáveis pelo desenvolvimento dos caracteres externos indicadores da ocorrência da puberdade. Charniaux-Cotton & Payen (1988) também associam o início da puberdade ao desenvolvimento do tecido folicular secundário em Decapoda. Tal situação é observada em *G. cruentata*, onde fêmeas com apenas o tecido folicular primário apresentam apenas abdômen triangular, enquanto que indivíduos de abdômen parcialmente arredondado e arredondado apresentam o tecido folicular secundário desenvolvido. Isto provavelmente indica que, com o desenvolvimento do tecido folicular secundário em *G. cruentata*, ocorre a liberação de hormônios que induzem o desenvolvimento das características sexuais secundárias, ou seja, o alargamento do abdômen.

No presente trabalho, não foi visualizada a espermateca em fêmeas imaturas de *G. cruentata*. Estas provavelmente apresentavam-se vazias, portanto, com o tamanho bastante reduzido, dificultando assim a sua visualização. Nas fêmeas maduras esta estrutura apresentava-se sempre presente e preenchida por um líquido viscoso. Lanteigne *et al.*, (1996) descreveu a associação entre as características macroscópicas e microscópica (análise histológica) da espermateca do caranguejo *Chionoecetes opilio* e

o processo de maturação sexual. De acordo com estes autores, nesta espécie observa-se a espermateca de tamanho extremamente reduzido quando imaturas, aumentando de volume com decorrer do processo de maturação. De acordo com Souza (2006) a fertilização da espécie *Goniopsis cruentata* é caracterizada como interna. Desta maneira, esta estrutura é de fundamental importância para a reprodução, podendo, em *G. cruentata*, a presença de espermateca cheia ser um indicativo de que a fêmea atingiu a maturidade sexual. Em caranguejos, a presença de espermatozoides no interior da espermateca também pode ser um indicativo de que esta é capaz de copular efetivamente, ou seja, atingiu a maturidade funcional. No entanto, no presente trabalho não foi realizada nenhuma análise histológica da espermateca com o objetivo de verificar a presença de espermatozoides no seu interior, não sendo possível, portanto afirmar se estas apresentavam-se maduras funcionalmente.

Em machos imaturos de *G. cruentata* observou-se ausência das expansões papiliformes, tendo a análise histológica revelado também ausência de espermátóforo nestes indivíduos. Contrariamente, todos os indivíduos maduros apresentavam as expansões, sendo possível observar também a presença de espermátóforo no vaso deferente. Leite (2002) e Garcia & Silva (2006) ao descreverem o sistema reprodutor de *Ucides cordatus* e *G. cruentata*, respectivamente, caracterizam as expansões como sendo uma das estruturas que provavelmente participam no processo de formação do espermátóforo. Charniaux-Cotton & Payen (1988) relataram que entre os Decapodas, o início da espermatogênese é caracterizada pelo desenvolvimento de diversas regiões glandulares no sistema reprodutor. Desta maneira, o desenvolvimento das expansões em *G. cruentata* pode estar relacionado ao início do processo de espermatogênese, sendo portanto, a presença desta um indicativo do início da maturidade sexual. Tal fato é reforçado pela ausência de espermátóforo em todos os indivíduos em que as expansões apresentaram-se ausentes.

A análise da frequência de espermátóforo por classes de tamanho dos indivíduos maduros revelou que em alguns indivíduos maduros os espermátóforos apresentavam-se ausentes, não tendo ocorrido em nenhuma classe de tamanho a presença de espermátóforo em todos os indivíduos (com exceção da última classe 49,9 -| 53,2 mm de lc). Isto sugere que a ausência de espermátóforo no vaso deferente não

necessariamente seja um indicativo que o indivíduo apresente-se imaturo. Por este motivo, a utilização da presença de espermátforo no vaso deferente foi descartada no presente trabalho como um critério para a determinação da maturidade fisiológica, como sugerido por Hartnoll (1969) e utilizado posteriormente na determinação da maturidade sexual fisiológica das espécies de Brachyura *Scylla serrata* (Knuckey, 1996), *Arenaeus cribrarius* (Pinheiro & Fransozo, 1998), *Pseudocarcinus gigas* (Gardner & Willians, 2002), *Maja squinado* (Sampedro *et al.*, 1999) e *M. brachydactyla* (Corgos & Freire, 2006).

7.3. Análise morfométrica

O crescimento alométrico é mais marcante em estruturas que estão direta e indiretamente associadas com a reprodução, particularmente nas quelas e no abdômen, podendo alterações na forma destas estruturas serem indicadoras do início da maturidade sexual (Hartnoll, 1988). Ainda segundo este autor, alterações de tais estruturas podem estar associadas ao início do desenvolvimento gonadal. No presente trabalho, foram analisadas diferentes relações morfométricas com o objetivo de relacionar as modificações observadas com o processo de maturação gonadal, além de verificar o padrão de dimorfometria apresentado pela espécie. Segundo Leite (2006) a dimorfometria é comum entre crustáceos, esta se evidenciando geralmente na fase adulta em função de demandas diferenciadas pela atividade reprodutiva entre machos e fêmeas.

No presente trabalho foram registradas diferenças na proporção de crescimento como indicadora de maturidade sexual fisiológica no abdômen das fêmeas e nas quelas dos machos, sendo portanto, tais modificações nestas estruturas consideradas como característica sexual secundária. Os resultados relativos a estas estruturas obtidos no presente estudo corroboram o padrão apresentado por Hartnoll (1974; 1988). Segundo este autor alargamento do abdômen em fêmeas e das quelas nos machos após, o início da maturação sexual, é comum em caranguejos Brachyura, inclusive em espécies da família Grapsidae.

Nas fêmeas de *Goniopsis cruentata* o abdômen inicialmente apresentou uma acentuada alometria positiva quando imaturas. Após o início da maturidade, tal estrutura

passou a apresentar o crescimento isométrico. A modificação na proporção de crescimento desta estrutura é atribuída ao início da maturidade sexual. O crescimento alométrico acentuado no abdômen de *G. cruentata* durante a fase imatura é responsável pela mudança na forma desta estrutura, onde esta, inicialmente triangular, adquirir a forma arredondada gradualmente. Segundo Hartnoll (1982) o abdômen de caranguejos Brachyura, juntamente com o esterno, têm a função de formar uma câmara que facilita a fixação e proteção dos ovos durante o período de incubação. Desta maneira o alargamento do abdômen pode ser caracterizado como necessária para o desempenho eficiente da incubação dos ovos. Tal fato é observado na espécie *G. cruentata*, onde se observou a ocorrência de massa de ovos apenas em fêmeas com o abdômen bastante desenvolvido, sendo tal característica também registrada para esta espécie por Souza (2006). Cobo & Fransozo (1998b) também relaciona esse alargamento na espécie em questão á necessidade das fêmeas de incubar os ovos.

A diminuição na alometria do abdômen após o início da maturidade sexual, como observado no presente estudo, havia sido descrita como padrão para os Brachyura por Hartnoll (1974; 1988). Tal diminuição na proporção de crescimento do abdômen, após o início da maturidade, tem como explicação o fato de que qualquer crescimento desproporcional, após esta estrutura ter atingido seu tamanho efetivo, pode reduzir a eficiência do mecanismo de incubação e até mesmo de locomoção do animal, dificultando o movimento dos pereiópodos (Hartnoll, 1982). Esta hipótese explica a redução na proporção de crescimento para isométrico registrada em *G. cruentata* no presente estudo. Esta redução da proporção de crescimento do abdômen de fêmeas após o início da maturidade sexual também foi constatada nas espécies de Portunidae *Maja Squinado* (Sampedro *et al.*, 1999), *Scylla olivacea*, *S. paramamosain* (Overton & Macintosh, 2002) Ocypodidae *Uca leptodactyla* (Masunari & Swiech-Ayoud, 2003), *U. thayeri* (Negreiros-Fransozo, 2003) *Ucides cordatus* (Dalabona *et al.*, 2005), Sesarmidae *Sesarma rectum* (Leme, 2005). Em *Uca mordax* o crescimento apresentou alométrico positivo em todos os estágios de desenvolvimento (Masunari & Dissenha, 2005). Cobo & Fransozo (1998b) ao analisarem o crescimento relativo das fêmeas da espécie *Goniopsis cruentata*, separaram a população em três estágios juvenis, pré-pubere e adultas. Nos três grupos, estes autores observaram um crescimento alométrico

positivo. E apesar deste autor não ter observado isometria durante a fase adulta, constataram uma redução da alometria positiva entre os estágios de pré-pubere e adulto.

Nos machos de *G. cruentata*, constatou-se que o abdômen, apesar de ter apresentado alteração no tipo de crescimento de isométrico nos imaturos para alométrico negativo nos maduros, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada entre as suas proporções de crescimento. Segundo Hartnoll (1982) a função do abdômen masculino é apenas dar suporte e proteção para os dois pares de pleópodos (gonópodos) utilizados durante a cópula. Desta maneira, alterações na alometria dos gonópodos podem ser acompanhadas por alterações na alometria do abdômen, como constatado para a espécie *G. cruentata* por Cobo & Fransozo (1998b), identificando alometria positiva para estas estruturas durante a fase jovem (imatura) e isometria durante a fase adulta (maduros). Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004), ao analisarem o crescimento relativo da espécie *Uca rapax*, observaram para o abdômen e para os gonópodos, alometria positiva nos indivíduos jovens e alometria negativa em adultos. Em alguns casos não se observa o mesmo tipo de crescimento relativo para o abdômen e para os gonópodos, como nas espécies Ocypodidae *Uca thayeri* (Negreiros-Fransozo *et al.*, 2003), *Uca burgersi* (Benetti & Negreiros-Fransozo, 2004), Sesarmidae *Perisesarma guttatum* (Flores *et al.*, 2002). No presente trabalho, nenhuma análise foi realizada acerca do crescimento dos gonópodos.

As diferentes funções desempenhadas pelo abdômen de machos e fêmeas de *G. cruentata*, como discutido anteriormente, resultam também na diferença da proporção de crescimento desta estrutura entre os sexos, sendo indicadora de dimorfometria sexual. Tal diferença entre o crescimento foi constatada tanto na fase imatura como na madura, onde a proporção de crescimento das fêmeas foi maior do que a dos machos em ambos os estágios de desenvolvimento reprodutivo.

As medidas relativas às quelas de *G. cruentata*, também caracteriza esta estrutura como uma característica sexual secundária, sendo, portanto, indicadora de maturidade sexual. As relações $lc \times lqe$; cqe ; lqd ; cqd apresentaram diferenças nas proporções de crescimento entre os estágios de desenvolvimento reprodutivo de machos. Verificou-se que o crescimento alométrico positivo da fase imatura, torna-se mais acentuado na fase madura. Em espécies que apresentam a heteroquelia, ou seja,

apresentam diferenças na função e no tamanho das quelas, este aumento da proporção de crescimento ocorre principalmente na maior quela, como observado para os machos das espécies Portunidae *Arenaeus cribrarius* (Pinheiro & Fransozo, 1998); Ocypodidae *Uca burgersi* (Benetti & Negreiros-Fransozo, 2004), *U. thayeri* (Negreiros-Fransozo *et al.*, 2003), *U. maracoani* (Masunari *et al.*, 2005), *U. mordax* (Masunari & Dissenha, 2005) e *Ucides cordatus* (Dalabona *et al.*, 2005). De acordo com Hartnoll (1988) a heteroquelia esta associada à utilização da maior quela na sinalização e em combates pelos machos. No presente trabalho não se observou a ocorrência de heteroquelia em *Goniopsis cruentata*, tendo o aumento da proporção de crescimento ocorrido tanto na quela esquerda como na direita.

O crescimento acentuado após o maturidade sexual foi descrito como padrão para os Brachyura por Hartnoll (1988). De acordo com este autor, os quelípodos constituem apêndices independentes e não estão restritos funcionalmente pelo tamanho de outros órgãos, desta maneira, dentre as limitações mecânicas, os quelípodos maiores serão mais vantajosos para os machos. Tal independência, permite que esta estrutura, ao contrário do observado no abdômen das fêmeas, apresente o crescimento alométrico positivo na fase imatura e mantendo-se positivo na fase madura, como observado em *Goniopsis cruentata* (presente estudo; Cobo & Fransozo, 1998b; Silva & Oshiro, 2002a), *Uca leptodactyla* (Masunari & Swiech-Ayoub, 2003), *Uca Rapax* (Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2004), *Uca maracoani* (2005), *Uca mordax* (Masunari & Dissenha, 2005), *Ucides cordatus* (Dalabona, 2005) e *Medorippe lanata* (Rosseti *et al.*, 2006). Observa-se que nas espécies do gênero *Uca*, os valores de alometria são geralmente maiores do que nas demais espécies de Brachyura, o que permite explicar o tamanho avantajado da maior quela dos machos desta espécie. Masunari & Swiech-Ayoub (2003) constataram a isometria nas quelas dos machos maduros da espécie *Uca leptodactyla*. Tal fato difere do padrão apresentado pelos Brachyura. Segundo este autor, esta característica pode estar relacionada ao fato de que a maior quela atinge um comprimento até duas vezes maior do que a própria largura da carapaça nesta espécie, podendo um crescimento alométrico positivo, após o início da maturidade, resultar em uma quela desproporcionalmente pesada e longa, comprometendo o equilíbrio do animal. Ainda segundo estes autores, o aumento na proporção da quela após a

maturidade está relacionada à importância desta estrutura em encontros agonísticos, defesa, captura de alimento, demarcação de território e na copulação.

As proporções de crescimento apresentadas pelas quelas de *Goniopsis cruentata* são indicadoras de dimorfometria, onde nos machos, após a maturidade sexual, estas crescem em proporção mais acentuada do que nas fêmeas. Apesar da diferença entre a proporção de crescimento entre machos e fêmeas adultas, a diferenciação de machos e fêmeas (através das quelas) em campo não é uma atividade facilmente realizada. Pois mesmo com diferenças estatisticamente significantes entre as proporções, estas não ocorrem em quantidade suficiente para permitir a diferenciação entre os sexos. De acordo com Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004) em espécies do gênero *Uca*, o dimorfismo sexual é bem evidente, onde os machos apresentam uma quela bastante desenvolvida em comparação a outra, enquanto as fêmeas apresentam as duas quelas pouco desenvolvidas e simétricas.

Nas espécies do gênero *Uca* a extensão do dimorfismo sexual das quelas está relacionada com o padrão de comportamento destes animais, como o aceno (“waving”) sexual que é uma atividade de efeito visual executada exclusivamente pelos machos (Masunari & Dissenha, 2005). Hinsch (1992) considera o aceno como uma atividade de comunicação visual extremamente vantajosa, pois é bastante eficiente a longas distâncias, sendo utilizadas principalmente por espécies semi-terrestres e terrestres. O aceno sexual é realizado pelos machos da espécie *G. cruentata* com o objetivo de atrair as fêmeas (Hartnoll, 1968; Hinsch, 1992).

A relação lc x cc de machos e fêmeas da espécie *G. cruentata*, não apresentou diferenças significativas entre indivíduos imaturos e maduros e nem quando comparados entre os sexos, não podendo esta relação ser considerada como uma característica sexual secundária. De acordo com Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004), a carapaça de Brachyura sofre poucas alterações durante a vida do caranguejo, não sendo, portanto, apropriada para expressar alterações biológicas na vida do animal.

A relação lc x cc de *Goniopsis cruentata* mostrou isometria tanto no imaturo como no maduro de ambos os sexos, não apresentando também diferenças significativas na proporção de crescimento entre os sexos. Tal fato também foi registrado para a

espécie de caranguejo *Austinograea williamsi* (Tsuchida & Fujikura, 2000). Isto indica que indivíduos do mesmo tamanho de lc apresentam espaços internos semelhantes. Silva (1993), Leite (2005) e Dalabona et al. (2005), discutem a relação entre o espaço interno da cavidade cefalotorácica com a acomodação das gônadas. Para lagosta *Panulirus laevicauda*, Silva (1993) não observou diferenças morfométricas que indicassem diferenças no espaço interno da cavidade cefalotorácica. Segundo este autor, tal resultado indica a exigência semelhante no que diz respeito ao espaço disponível na cavidade cefalotorácica para o desenvolvimento. A isometria entre lc x cc também foi verificada nos estágios de desenvolvimento reprodutivo da espécie *Austinograea williamsi* (Tsuchida & Fujikura, 2000). Para a espécies *Ucides cordatus*, Dalabona et al. (2005) verificaram que, em machos, a relação lc x cc apresentou alometria negativa e para as fêmeas o crescimento foi isométrico, indicando que para o mesmo tamanho (lc) o cefalotórax das fêmeas apresentam maior volume interno. Tal resultado estaria relacionado com a necessidade de um maior espaço para a acomodação das gônadas femininas, já que estas adquirem um maior volume durante sua maturação.

A dimorfometria também foi observada no tamanho individual, onde os machos de *Goniopsis cruentata* apresentaram-se em média maiores que as fêmeas. Tal fato também foi observado nas espécies de Brachyura *Ranina ranina* (Krajangdara & Watanabe, 2005). De acordo com Charniaux-Cotton et al. (1992) em crustáceos Malacostraca, é bem comum observar espécies cujos machos apresentam-se maiores que as fêmeas. Segundo estes autores, esta diferença entre os sexos é ocasionada pela diminuição da taxa de crescimento das fêmeas após iniciarem sua vida reprodutiva. Segundo Adiyodi (1985), em Brachyura a reprodução e a muda são processos antagônicos ou mutuamente exclusivos, visto que estes eventos exigem uma demanda grande de energia. Desta maneira, tanto para a atividade reprodutiva como para a de muda, é necessário que o crustáceo realize o acúmulo de reservas energéticas. A diminuição no crescimento das fêmeas é ocasionada pela grande demanda de reservas energéticas necessárias para o desenvolvimento gonadal nas fêmeas, sendo uma menor quantidade destinada ao crescimento somático. Enquanto nos machos, a demanda de energia necessária para o desenvolvimento gonadal menor, podendo uma maior quantidade, comparado às fêmeas, ser destinada para o crescimento somático. Tal

diferença na utilização de reservas para o desenvolvimento gonadal e crescimento, pode estar relacionada a diferença de tamanho entre machos e fêmeas de *Goniopsis cruentata* observados no presente trabalho.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação da maturidade sexual e do período reprodutivo desta espécie para o litoral cearense é de extrema importância, pois possibilita a elaboração de medidas legais que venham a permitir a exploração sustentável deste recurso. Desta maneira, caso necessária a implementação de medidas legais para a conservação do estoque pesqueiro desta espécie, este trabalho sugere, através dos resultados obtidos, que o tamanho mínimo de captura seja de 27 mm de largura de cefalotórax para machos e fêmeas, enquanto que o período de defeso deve corresponder ao período de maior atividade reprodutiva, ou seja, entre os meses de janeiro a maio.

Além disto, os resultados apresentados no presente trabalho proporcionaram a criação de um parâmetro que viabilize a identificação futura de alterações na biologia do animal devido a impactos causados pelas atividades antrópicas, como observado na área em que foi realizado o presente estudo. Parâmetros como estes, também devem ser determinados para as demais espécies habitantes ou que dependem do manguezal durante seu ciclo de vida, sendo necessário, portanto, o incentivo à pesquisas relacionadas a biologia destas espécies.

9. CONCLUSÕES

De acordo com o estudo realizado sobre a maturidade sexual e as relações morfométricas da espécie *Goniopsis cruentata* no manguezal do Rio Jaguaribe (Aracati – Ce), pode-se concluir que:

- 1- O período reprodutivo desta espécie pode ser caracterizado como contínuo sazonal.
- 2- Com base na análise gonadal, observou-se que o tamanho de lc (largura do cefalotórax) no qual 50% dos machos e das fêmeas de *Goniopsis cruentata* apresentaram-se maduros foi de 26,40 mm e 27,48 mm respectivamente. A proximidade entre estes valores permitiu caracterizar o processo de maturação gonadal nesta espécie como sincrônico.
- 3- O desenvolvimento da espermateca nas fêmeas e as expansões papiliformes nos machos estão associados ao início da maturidade sexual fisiológica.
- 4- Nesta espécie, a presença ou ausência de espermátóforo não pode ser utilizada como critério indicador de maturação gonadal dos machos, como utilizados para outros *Brachyura*.
- 5- A forma apresentada pelo abdômen pode ser utilizada como um critério indicador de maturação sexual nas fêmeas.
- 6- Em indivíduos que se encontram no estágio de desenvolvimento reprodutivo imaturo, apenas proporção de crescimento na relação lc x la difere entre machos e fêmeas, sendo, portanto, o abdômen uma estrutura indicadora de dimorfometria sexual durante esta fase.
- 7- Em indivíduos maduros, as proporções de crescimento nas relações envolvendo as quelas (lc x lqe; lqd; cq; cq) e lc x la diferem entre machos e

fêmeas, sendo, portanto, quelas e abdômen são estruturas indicadoras de dimorfometria sexual durante esta fase.

- 8- A relação $lc \times cc$ apresentou se isométrica em ambos os sexos e em diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo.

- 9- Em ambos os sexos, a passagem do estágio de desenvolvimento reprodutivo imaturo para maduro, é acompanhada por mudanças na proporção de crescimento, onde nas fêmeas observam-se alterações no crescimento do abdômen, enquanto nos machos estas alterações ocorrem no crescimento das quelas.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adiyodi, K. G., Adiyodi, R. G. Endocrine control of reproduction in Decapoda Crustacea. *Biol. Rev. Camb. Physiological Soc.*, v. 45, p. 121-165, 1970.
- Adiyodi, R. G. Reproduction and Its Control. In: *The Biology of Crustacea*. New York Academic Press, V. 9, p. 147-215. 1985.
- Adiyodi R. G. Reproduction and development. In: Burggren, W. W. Mchanon, B. R. eds. *The biology of the land crabs*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, p. 139-185. 1988.
- Adiyodi, R. G., Subramoniam, T. Arthropoda Crustacea. In: Adiyodi, K. G., Adiyodi, R. G. *Reproductive Biology of Invertebrates*. John Wiley & Sons Ltd., v. 1, p. 443 - 495. 1983.
- Alves, J. R. P. *Manguezais: educar para proteger*. Rio de Janeiro: FEMAR: SEMADS. 96 p. 2003.
- Ando, H., Makioka, T. Structure of the ovary and mode of Oogenesis in a Freshwater crab *Potamn dehaani*. *Journal of Morphology*, v. 239, p. 107-144, 1999.
- Anilkumar, G., Sudha, K., Subramonian, T. Spermatophore transfer and sperm structure in the brachyuran crab *Metopograpsus messor* (Decapoda: Grapsidae). *Journal of Crustacean Biology*, London, v. 19, n. 2, p. 361-370, 1999.
- Annala, J. H., Mckoy, J.L., Booth, J. D., Pike, R. B. Size at the onset of sexual maturity in female *Jasus edwardsii* (Decapoda: Palinuridae) in the New Zeland. *Journal of Marine and Freshwater Research*, New Zeland, v. 14, n.13, p. 217-221, 1980.
- Baptista-Metri, C., Pinheiro, M. A. A.; Blankensteyn, A., Borzone, C. A. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangrilá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 17, n. 1, p. 43-49. 2005.

- Barnes, R. D. Zoologia dos Invertebrados. São Paulo: Livraria Roca Ltda, 1179p. 1984.
- Barros, T. B. Fecundidade e desenvolvimento embrionário Inicial do caranguejo aratu *Goniopsis cruentata* (Decapoda: Brachyura: Grapsidae), no manguezal do Rio Jaguaribe. Monografia de graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Ceará, 50p.,2007.
- Benetti, A. S. Biologia Reprodutiva de caranguejos do gênero *Uca* (Brachyura, Ocypodidae). Tese de Doutorado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, p. 109, 2007
- Benetti, A. S., Negreiros-Fransozo, M. L. Relative growth of *Uca burgesi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazil coast. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, v. 94, n. 1, p. 67-72, 2004.
- Bond-Buckup, G., Fontoura, N. F., Marroni, N. P., Kucharski, L. C. O Caranguejo: manual para o ensino prático em zoologia. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS. 71p. 1991.
- Botelho, E. R. O.; Andrade, C. E. R.; Santos, M. C. F. Estudo da população do Aratu-do-mangue, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea, Decapoda, Grapsidae) no estuário do rio Camaragibe (Alagoas – Brasil), *Boletim Técnico e Científico do CEPENE/IBAMA*, v.12, 2001.
- Branco, J. O., Thieves, A. Relação peso/largura, fator de condição e tamanho da primeira maturação de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae) no manguezal de Itacorubi, SC, Brasil. *Arquivo de Biologia e Tecnologia*, v. 34, n. 3, p. 415-424, 1991.
- Brandis, D., Storch, V., Turkay, M. Morphology and function of the copulatory system in freshwater crabs of the genus *Potamon*. *Journal of Morphology*, v. 239, p. 157-

166, 1999.

- Brusca, R. C., Brusca, G. J. Invertebrates. Massachusetts: Sunderland, 922p. 1990.
- Campos, A. A. (Coordenador). A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada. AQUASIS, Fortaleza, 293p., 2003.
- Carmona-Suarez, C. Reproductive biology and relative growth in the spider crab *Maja crispata*. *Scientia Marina*, v. 67, p. 75-80, 2003.
- Castiglioni, D. S., Negreiros-Fransozo, M. L. Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 137-144, 2004.
- Castiglioni, D. S., Negreiros-Fransozo, M. L. Physiologic sexual maturity of the fiddler crab *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustácea, Ocypodidae) from two mangroves in Ubatuba, Brazil. *Brazilian archives of biology and technology*, v. 49, 2, p. 239-248, 2006.
- Charniaux-Cotton, H., Payen, G. Crustacean Reproduction. Endocrinology of selected Invertebrates Types. New York. Allan R. Liss, p. 289-303, 1988.
- Charniaux-Cotton, H., Payen, G., Ginsburger-Vogel, T. Arthropoda-Crustacea: Sexual Differentiation. In: Reproductive Biology of Invertebrates. Adiyodi, K. G., Adiyodi, R. G., Ed. John Wiley & Sons, 5 ed., 536p. 1992.
- Christoffersen, M. L. Phylogenetic systematics of Eucarida (Crustacea Malacostraca). *Revista Brasileira de Zoologia*. v, 5, n. 2, p. 325-351, 1988.
- Clayton, D. A. Crustacean allometric growth: a case for caution. v. 58, n. 3, 270-290, 1990.
- Cobo, V. J., Fransozo, A. External factors determining breeding season in the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae)

on the São Paulo State northern coast, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 2, p. 213-217, 2003.

Cobo, V. J., Fransozo, A. Fecundity and reproduction period of the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Brachyura, Grapsidae), São Paulo state, Brazil. *Proceedings of the fourth international crustacean congress*. Amsterdam, p. 20-24, 1998a.

Cobo, V. J., Fransozo, A. Relative growth of *Goniopsis cruentata* (Crustacea, Brachyura, Grapsidae), on the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Iheringia, Sér. Zool.* Porto Alegre, v. 84, p. 21-28, 1998b.

Cobo, V. J., Fransozo, A. 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, 2005.

Coelho, P. A., Batista-Leite, L. M. A., Santos, M. A. C., Torres, M. F. A. O manguezal. In: Eskinazi-Leça, E., Neumann-Leitão, S., Costa, M. F. da. *Oceanografia: um cenário tropical*, v. único, p. 641-688, 2004.

Colpo, K. D., Negreiros-Fransozo, M. L. Comparison of the population structure of the fiddler crab *Uca vocator* (Herbst, 1804) from three subtropical mangrove forests. *Scientia Marina*, v. 68, p. 139-146, 2004.

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. *Journal of Marine Science*, v. 63, p. 851-859, 2006.

Costa, T. M., Negreiros-Fransozo, M. L. The reproductive cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba region, Brazil. *Crustaceana*, v. 71, n. 6, p.615-627, 1998.

- Dalabona, G., Silva, J. L., Pinheiro, M. A. A. Size at morphological maturity of *Ucides cordatus* (Linneaus, 19763) (Brachyura, Ocypodidae) in the Laranjeiras Bay, Southern Brazil, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 48, n.1, p. 139-145, 2005.
- Donaldson, W. E., Cooney, R. T. Hilsinger, J. R. Growth, age and size at maturity of Tanner crab, *Chionoecetes bairdi* M.J. Rathbun, in the northern Gulf of Alaska (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, v. 40, p. 286–302, 1981.
- Dote-Sá, T. Indicadores de sustentabilidade Ambiental na carcinicultura da Área de entorno do Estuário do Baixo Jaguaribe, Ceará – Brasil. Tese de doutorado em planificação territorial e desenvolvimento regional da Universidade de Barcelona – Espanha. 2003.
- El-Sherief, S. S. Fine structure of the sperm and spermatophores of *Portunus pelagicus* (L.) (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, v. 61, n. 3, 1991.
- Eurenium, L. Na electron microscope study on the developing oocytes of the crab *Cancer pagurus* L. With special reference to yolk formation (Crustacea). *Z. Morph. Tiere*, v. 75, p. 243-254, 1973.
- Flores, A.A.V.; Saraiva, J., Paula, J. Sexual maturity and reproductive cycles *Perisesarma guttatum* (Brachyura, Sesarmidae) at Ponta Rasa mangrove swamp, Inhaca island, Mozambique. *Journal of Crustacean Biology*, v. 22, n. 1, p.143-156, 2002.
- Fonteles-Filho, A. A. Recursos pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 296p., 1989.
- Fransozo, A., Cuesta, J. A., Negreiros-Fransozo, M. L. The first zoeal stages of two species of Grapsidae (Decapoda, Brachyura) and a key to such larvae from the brazilian coast. *Crustaceana*, v. 71, n. 3, p. 331-343, 1998.

- Garcia, T. M. Estudo morfológico do sistema reprodutor masculino do caranguejo-aratu *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no manguezal do Rio Ceará (Caucaia-CE). Monografia de graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Ceará. 64p, 2003.
- Garcia, T. M. & Silva, J. R. F. Testis and vas deferens morphology of the Red-clawed mangrove tree crab (*Goniopsis cruentata*) (Latreille, 1803). *Braz. arch. biol. technol.*, v. 49, no. 2, p. 339-345, 2006.
- Gardner, C., Willians, H. Maturation in the male giant crab, *Pseudocarcinus gigas*, and the potential for sperm limitation in the Tasmanian fishery. *Marine and Freshwater Research*, 53, p. 661–667, 2002.
- Gatto, L. C. S. Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jaguaribe: Diretrizes gerais para a ordenação territorial. IBGE. Salvador, 1999. Salvador: IBGE, 1999. 77p. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/diagnosticos_levantamentos/jaguaribe/jaguar.pdf. Acesso em: 07 setembro de 2007.
- Góes, J. M. Biologia do caranguejo *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) na região de Ubatuba, São Paulo. Tese de Doutorado do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, 175 p., 2000.
- Góes, J. M. de., Fransozo, A. Relative growth of *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea: Decapoda: Xanthidae) in Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. *Nauplius*, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1997.
- Goshima, S., Kanazawa, M., Yoshino, K., Wada, S. Maturity in male stone crab *Hapalogaster dentata* (Anomura: Lithodidae) and its application for fishery management. *J. Crust. Biol.*, v. 20, p. 641–646, 2000.
- Haefner, J. A. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. *Bulletin of Marine Science*, v. 46, n. 2, p. 274-286, 1990.

- Haley, S. R. Relative growth and sexual maturity of the Texas ghost crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, v. 17, n.3, p. 285-297, 1969.
- Hartnoll R. G. Mating in the Brachyura. *Crustaceana*. n. 16, p. 161- 181, 1969.
- Hartnoll, R. G. (2001). Growth in Crustacea - twenty years on. *Hydrobiologia* 449: 111-122.
- Hartnoll, R. G. Growth and molting. In: Burgreen, W. W. & Macmahon, B. R. *Biology of the land Crabs*. Cambridge University Press, p. 186 – 210. 1988.
- Hartnoll, R. G. Growth. In: Bliss, D. E. *The biology of crustacea*. London: Academic Press, v.1, p. 111-196. 1982.
- Hartnoll, R. G. Variation in growth pattern between some secondary characters in crabs (Decapoda: Brachyura). *Crustaceana*, v. 16, n. 2, p. 131-136, 1974.
- Hickman Jr., C. P.; Roberts, L. S.; Larson, A. *Princípios integrados de zoologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 11 ed., 846 p., 2004.
- Hinsch , G. W. Arthropoda – Crustacea: Sexual behavior and receptivity. In: Bliss DE, Mantel LH (eds). *The Biology of Crustacea*, Academic Press, NewYork, v. 9, 217 - 299, 1985.
- Hinsch, G. W. Possible role of intranuclear membranes in nuclear-citoplasmic exchange in spider crab oocytes. *The Journal of Cell Biology*, v. 47, p. 531-535. 1970.
- Hisnch, G. W. Some factors controlling reproduction in the spider crab, *Libinia emarginata*. *Biol. Bull*, v. 143, p. 358-366, 1972.
- Hinsch, G. W., Cone, M. V. Ultrastructural observations of vitelogenesis in the spider crab, *Libinia emarginata*. L. *The Journal of Cell Biology*. V. 40, p. 336-342, 1969.

- Ivo, C. T. C., Fonteles-Filho, A. A. F. Estatística pesqueira: Aplicação em engenharia de Pesca. Tom gráfica e editora, 193p, 1997.
- Johnson, P. T. Histology of the blue crab, *Callinectes sapidus*: a model for the Decapoda. New York, Praeger, 1980.
- Junqueira, L. C., Junqueira, L. M. M. S. Técnicas básicas de Citologia e Histologia. São Paulo: Livraria e Editora Santos, 123p., 1983.
- Kaestner, A. Class Crustacea: Reproduction, Development, and Relationships. In: Invertebrate Zoology, p. 35-76, 1970.
- Kessel, R. G. Mechanisms of protein yolk synthesis and deposition in crustacean oocytes. *Zeitschrift fur Zellforschung*, v. 89, p. 17-38, 1968.
- Knuckey, I. A. Maturity in male mud crabs, *Scylla serrata*, and the use of mating scars as a functional indicator. *Journal of Crustacean Biology*, v. 16, p. 487-495, 1996.
- Krajandara, T., Watanabe, S. Growth and reproduction of the red frog crab, *Ranina ranina* (Linnaeus, 1758), in the Andaman Sea off Thailand. *Fisheries Science*, v. 71, p. 20-28. 2005.
- Kroll, R. M., Hawkins, W. E., Overstreet, R. M. Reproductive Components. In: Harrison, F. W., Humes, A. G. Microscopic Anatomy of invertebrates, Decapod Crustacea. Wiley-Liss, Inc. v. 10, p. 259-343, 1992.
- Kurata, H. Studies on the age and growth of Crustacea. Bull. Hokkaido. Reg. Fish. Res. Lab., Hokkaido, v. 24, p. 1-115, 1962.

- Kuris, A. M., Carlton, T. Description of a new species, *Crangon handi*, and a new genus, *Lissocrangon*, of crangonid shrimps (Crustacea: Caridae) from the Californian coast, with notes on adaptation in body shape and coloration. *Bio. Bull.*, v. 153, p. 540-559, 1977.
- Lacerda, L. D. Os Manguezais do Brasil. In: Vanucci. M. Os manguezais e nós. São Paulo: EDUSP. ed. 2, p. 193-205, 2002.
- Lanteigne C., Benninger P.G., Gionet C. Ontogeny of female primary sexual characters in the majid crabs *Chionoecetes opilio* and *Hyas coarctatus*. *Journal of Crustacean Biology*, v. 16, p. 501–514, 1996.
- Leite, M. M. L. Estudo morfológico do sistema reprodutor masculino do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 (Crustacea: Decapoda:Ocypodidae). Monografia de graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Ceará, Brasil. 66 p. 2002.
- Leite, M. M. L. Relações morfométricas para a compreensão de aspectos reprodutivos do caranguejo – Uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), no estuário do rio Coreaú-Ceará. Fortaleza-CE. Dissertação de mestrado em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará, 2005.
- Leme, M. H. A. Size of sexual maturity of female crab *Sesarma rectum* (Crustacea, Brachyura) and ontogenetic variations in the abdomen relative growth.. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 433-437, 2005.
- Lima, G. V., Soares, M. R. S., Oshiro, L. M. Y. Reproductive biology of the sesarmid crab *Armases rubripes* (Decapoda, Brachyura) from an estuarine area o the Sahy River, Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Iheringia, Ser. Zool.*, v. 96, n. 1, p. 47-52, 2006.
- Litulo, C. Reproductive aspects of a tropical population of the fiddler crab *Uca annulipes* (H. Milne Edwards, 1837) (Brachyura: Ocypodidae) at Costa do Sol Mangrove, Maputo Bay, southern Mozambique. *Hydrobiologia*, v. 525, p. 167-173. 2004.

- Litulo, C. Population structure and reproductive biology of the fiddler crab *Uca urvillei* (Brachyura: Ocypoidae) in Maputo Bay (south Mozambique). *Journal of Natural History*, London, v. 39, n. 25, p. 2307-2318, 2005.
- Litulo, C., Mahanjane, Y., Mantelatto, F. L. M. Population biology and breeding period of the sand-bubbler crab *Dotilla fenestrata* (Brachyura: Ocypodidae) from Southern Mozambique. *Aquatic Ecology*, v. 39, p. 305-313, 2005.
- Liu, H. C., Li, C. W. Reproduction in the fresh-water crab *Candidipotamon rathbunae* (Brachyura: Potamidae) in Taiwan. *Journal of crustacean biology*, v. 20, n. 1, p. 89-99, 2000.
- Marins, R. V; Lacerda, L. D; Abreu, I. M; Dias, F. J. S. Impactos Ambientais no Rio Jaguaribe (CE) – Efeitos da Açudagem sobre a Hidroquímica do Estuário. *Ciência Hoje*, 2002.
- Masunari, S., Dissenha, N. Alometria no crescimento de *Uca mordax* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, v. 22, n.4, p. 984-990, 2005.
- Masunari, S., Dissenha, N., Falcão, R. C. Crescimento relativo e destreza dos quelípodos de *Uca maracoani* (Latreille) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no Baixo Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, v. 22, n. 4. P. 974-983, 2005.
- Masunari, S., Swiech-Ayoub, B. P. Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). *Rev. Bras. Zool.*, v. 20, n. 3. p. 487-491, 2003.
- McLaughlin, P. Internal anatomy. In: *The Biology of Crustacea* (editor-in-chief D. E. Bliss), vol. 5. *Internal Anatomy and Physiological Regulation*. ed. Linda. H. Mantel, New York: Academic Press, pp. 1–53, 1983.

- Melo, G. A. S. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo, Plêiade, FAPESP, 604p, 1996.
- Mota-Alves, M. I. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus), em mangues do Estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar*, v. 15, p.85-91, 1975.
- Moura, N. F. O., Coelho, P. A. Fecundidade de *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustácea, Brachyura, Grapsidae) no manguezal do Rio Paripe – Pernambuco – Brasil. *Tropical Oceanography*. Recife, v. 31, n. 2, p. 127-133, 2003.
- Moura, N. F. O., Coelho, P. A. Maturidade sexual fisiológica em *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no Estuário do Rio Paripe, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. v. 21, n. 4, p. 1011-1015, 2004.
- Moura, N. F. O., Coelho-Filho, P. A., Coelho, P. A. Population structure of *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) in the Paripe estuary, Brasil. *Nauplius*. v. 8, n. 1, p. 73-78, 2000.
- Moura, N. F. O., Coelho, P. A., Souza, R. A Pesca artesanal do aratu *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no litoral norte de Pernambuco-Brasil. *Boletim Técnico e Científico do CEPENE/IBAMA*, 2003.
- Negreiros-Fransozo, M. L., Colpo, K. D., Costa, T. M. Allometric growth in the fiddler crab *Uca thayeri* (Brachyura, Ocypodidae) from a subtropical mangrove. *Journal of Crustacean Biology*, Kansas, v. 23, n. 2, p. 273-279, 2003.
- 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*, v. 22, n. 1, p. 157-161, 2002.
- Olmos, F., Silva, R. S. Guará: ambiente, flora e fauna dos manguezais de Santos-Cubatão. São Paulo. Empresa Artes, 216 p., 2003.

- Overton, J. L., Macintosh, D. J. Estimated size at sexual maturity for female mud crabs (Genus *Scylla*) from two sympatric species within Ban Don Bay, Thailand. *Journal of Crustacean Biology*, v. 22, n. 4, p. 790-797, 2002.
- Pinheiro, M. A. A. Biologia reprodutiva do siri chita *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba, litoral norte de São Paulo. Tese de doutorado da Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, 180 p., 1995. In: Góes, J. M. de. Biologia do caranguejo *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) na região de Ubatuba, São Paulo”. Tese de Doutorado do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, 175 p., 2000.
- Pinheiro, M. A. A., Fransozo, A. Sexual maturity of the speckled crab *Aranaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Decapoda: Brachyura: Portunidae), in the Ubatuba Littoral, São Paulo State, Brazil. *Crustaceana*, v. 71, n. 4, 1998.
- Por, F. D. Guia ilustrado do manguezal brasileiro. Instituto de Biociências da USP/ADEMA-SP, São Paulo, 82p.,1994.
- Queiroz, L. S. Na vida do Cumbe há tanto mangue: as influências dos impactos socioambientais da carcinicultura no modo de vida de uma comunidade costeira. Dissertação de mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade federal do Ceará. p. 110, 2007.
- Quiles, J. A., Rico, V., Tuset, V. M., Santana, J. I., González, J. A. Notes on the biology of *Cancer bellianus* (Brachyura, Cancridae) around the Canary Islands. *Hidrobiologia*, v. 449, p. 193 – 199, 2001.
- Rebelo, F. C., Medeiros, T. C. C. Cartilha do Mangue. UFMA/CORSUP. São Luis, 1988.

- Reigada, A. L. D., Negreiros-Fransozo, M. L. Reproductive cycle of *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea: Decapoda: Calappidae) in Ubatuba, Sp, Brazil. *Rev. Brasil. Biol.* v. 60, n. 3, p. 483-491. 2000.
- Rios, G. J. Análise dos caracteres biométricos das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* (Latreille), no estado do Ceará, Brasil. Monografia de graduação. Depto. Engenharia de Pesca. Universidade Federal do Ceará. 33p. 1991.
- Rodrigues, F. C. L. Morfologia do sistema reprodutor masculino da lagosta espinhosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) do Litoral do Estado do Ceará” - Dissertação de mestrado em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará, 2007.
- Rossetti, F. B., P. Sartor, P. B. Biological aspects of *Medorippe lanata* (L., 1767) (Brachyura, Dorippidae) from the eastern Ligurian Sea. *Hydrobiologia*, v. 557, p. 21-24, 2006.
- Ruppert, E. E.; Fox, R. S.; Barnes, R. D. Zoologia dos Invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva. 7ª ed. São Paulo: Ed. Roca, 1145p., 2005.
- Ryan, E. P. Structure and function of the reproductive system of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). II. The Female system. *Proc. Symp. Crustacea Mar. Biol. Asso, India.*, p. 522-544, 1967.
- Sampedro, M. P., González-Gurrarán, J., Freire, J. R, Muiño. Morphometry and sexual maturity in the spider crab *Maja squinado* (Decapoda: Majidae) in Galicia, Spain. *Journal of crustacean biology*, v. 19, n. 3, p. 578-592, 1999.
- Santana, G. X. Caracterização morfológica do sistema reprodutor feminino do caranguejo uca *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda Ocypodae). Ceará. Monografia de bacharelado, Universidade Federal do Ceará. 75p. 2002.

- Santos, M. C. F., Botelho, E. R. O. Estudos biológicos do Aratu, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no estuário do Rio Una, município de São José da Coroa Grande (Pernambuco – Brasil). *Boletim Técnico científico do CEPENE/IBAMA*, v. 10, n. 1, 2002.
- Santos, M. C. F., Botelho, E. R. O., Ivo, C. T. C. . Biologia populacional e manejo da pesca de aratu, *Goniopsis cruentata* (Crustacea, decapoda, Grapsidae) no litoral sul de Pernambuco. *Boletim Técnico científico do CEPENE/IBAMA*, v. 9, p. 87-122, 2004.
- Sapelkin, A. A., Fedossev, V. Y. Structure of the male reproductive system of Tanner crabs. *Sov. J. Mar. Biol.* v. 6, p. 358-365, 1982.
- Sastry, A. N. Ecological aspects of reproduction. In: T. H. Waterman (ed). *The Biology of Crustacea: Environmental adaptations*. New York: Academic Press. Pp. v. 7, 179-270, 1983.
- Schaeffer-Novelli, Y. *Manguezal – Ecossistema entre a terra e o mar*. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 64 p., 1995.
- Schmiegelow, J. M. M. O. *O planeta azul: uma introdução às ciências marinhas*. Editora Interciência LTDA, 202p., 2004.
- Silva, Z. S., Oshiro, L. M. Y. Aspectos reprodutivos de *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revta Brás. Zool*, v. 19, n. 3, p. 907-914, 2002a.
- Silva, Z. S., Oshiro, L. M. Y. Crescimento em *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) em laboratório. *Revta Brás. Zool*, vol. 19, n. 3, p. 915-923, 2002b.
- Soares, A. M. L., Carvalho, M. S. B. S., Barreto, R. N. C., Soares, Z. M. L. Análise temporal do crescimento da carcinicultura marinha no estuário do Rio Jaguaribe –

Ceará. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26, abril de 2007, INPE, p. 4267-4274.

Souza, L. P. Biologia reprodutiva do caranguejo *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no manguezal do Rio Ceará (Caucaia-CE): morfologia do sistema reprodutor feminino. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 55f, 2006.

Sturges, H. A. The choice of a class interval. *J. Am. Stat. v. 21*, p. 65-66, 1926.

Targino, S. G., Campos, C. E. C., Silva, M. B., Melo, C. E. D. C. A., Macedo, G. D. First record of the mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Brachyura, Grapsidae) in the Atol das Rocas, Brazil. *Nauplius. v. 9*, n. 2, p. 169-170, 2001.

Tolosa, E. M. C., Rodrigues, C. J., Behmer, O. A., Freitas-Neto, A. G. Manual de técnicas histológica normal e patológica, 331p., 2003.

Tsuchida, S., Fujikura, K. Heterochely, relative growth, and goopod morphology in the bythograeid, *Austinograea williamsi* (Decapoda, Brachyura). *Journal of crustacean biology*, v. 20, n. 2, p. 407-414, 2000.

Tsuchida, S., Watanabe, S. Growth and reproduction of the grapsid crab *Plagusia dentipes* (Decapoda, Brachyura). *J. Crustac. Biol. v. 17*, p. 90-97, 1997.

Uma, K., Subramonian, T. Histochemical characteristics of spermatophore layers of *Scylla serrata* (Forsk.) (Decapoda: Portunidae). *Int. J. Invertebr. Reprod. v.1*, p. 31-41, 1979.

Valentim-Neto, P. A. Possíveis causas da mortalidade do caranguejo – Uça, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no estuário do Rio Jaguaribe – Ceará. 75p. Dissertação de mestrado em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2004.

- Vannucci, M. Os usos dos manguezais. In: Vannucci, M. Os manguezais e nós. São Paulo: EDUSP. Ed. 2, p. 193-205, 2002.
- Warner, G. F. The biology of crabs. New York: Van Nostrand, 202p., 1977.
- Weitzman, M. C. Oogenesis in the tropical land crab *Gecarcinus lateralis* (Fremenville). *Zeitschrift fur Zellforschung*, v. 75, p. 109-119. 1966.
- Xavier Filho, E. S. Sistemática filogenético dos Reptantia (Decapoda, Malacostraca). João Pessoa, Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba. 1995.
- Yosho, I. Reproductive cycle and fecundity of *Chionoecetes japonicus* (Brachyura: Majidae) off the coast of Central Honshu, Sea of Japan. *Fish. Sci.* v. 66, n. 5, p.940-946, 2000.
- Zanders, P., Martelo, M. J. Influence of temperature on ionic regulation in the mangrove crab *Goniopsis cruentata*. *Comp. Biochem. Physiol.* v. 78A, n. 2, p. 249-254, 1984.

11. ANEXOS

ANEXO I

PROTOCOLO DE COLORAÇÕES

MÉTODO HEMATOXILINA-EOSINA (Junqueira & Junqueira, 1983)

REAGENTES

Hematoxilina

Eosina

Álcool 100%

Água destilada

TÉCNICA

Desparafinização em xilol

Hidratação (álcool 100%, 95%, 70% e água destilada)

Coloração (HE)

Desidratação (água destilada - série crescente de álcool)

Diafanização com xilol

Microtomia

Montagem da lâmina (Entellan)

RESULTADOS

Os núcleos coram-se em azul juntamente com substâncias basófilas do citoplasma. As substâncias acidófilas coram-se em vermelho.

MÉTODO TRICRÔMICO DE GOMORI (Bermer *et al.*, 1976)

REAGENTES

Cromotrop C	}	Tricrômico de Gomori
Verde luz ou fast green		
Ácido fosfotúngstico		
Ácido acético glacial		
Água destilada		
Hematoxilina		

TÉCNICA

Desparafinização em xilol

Hidratação (álcool 100%, 95%, 70% e água destilada)

Coloração: Hematoxilina – Tricrômico de Gomori

Desidratação (água destilada - série crescente de álcool)

Diafanização com xilol

Microtomia

Montagem da lâmina (Entellan)

RESULTADOS

Fibras colágenas e tecido conjuntivo propriamente dito corados em verde, epitélio e músculos em vermelho e fibras elásticas em azul.

ANEXO II

VALORES CRÍTICOS DE t DE STUDENT

GL	Unilateral ($t_{0,05}$)	Bilateral ($t_{0,025}$)	Unilateral ($t_{0,01}$)	Bilateral ($t_{0,005}$)
1	6,314	12,706	31,821	63,657
2	2,920	4,303	6,965	9,025
3	2,353	3,182	4,541	5,841
4	2,132	2,776	3,747	4,604
5	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,699	2,045	2,462	2,756
30	1,697	2,042	2,457	2,750
40	1,684	2,021	2,423	2,704
80	1,671	2,000	2,390	2,660
120	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	1,645	1,960	2,326	2,576