

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

**MORFOLOGIA DO SISTEMA REPRODUTOR  
MASCULINO DA LAGOSTA ESPINHOSA  
*Panulirus argus* (LATREILLE, 1804)  
(CRUSTACEA: DECAPODA: PALINURIDAE) DO  
LITORAL DO ESTADO DO CEARÁ**

**FRANCISCO CLEYTON LOPES RODRIGUES**

**Fortaleza – CE  
2007**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

**MORFOLOGIA DO SISTEMA REPRODUTOR  
MASCULINO DA LAGOSTA ESPINHOSA  
*Panulirus argus* (LATREILLE, 1804)  
(CRUSTACEA: DECAPODA: PALINURIDAE) DO  
LITORAL DO ESTADO DO CEARÁ**

**FRANCISCO CLEYTON LOPES RODRIGUES**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE.

**Orientador: José Roberto Feitosa Silva, Dr. Sc.**

**Fortaleza – CE  
2007**

Após a finalização dos trabalhos da defesa de dissertação de Mestrado do aluno **FRANCISCO CLEYTON LOPES RODRIGUES** intitulada “Morfologia do sistema reprodutor masculino da lagosta espinhosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) do Litoral do Estado do Ceará”, a Banca examinadora considerando o conteúdo do trabalho e a apresentação realizada considera a **DISSERTAÇÃO APROVADA.**

---

JOSÉ ROBERTO FEITOSA SILVA, Dr.  
Departamento de Biologia  
Universidade Federal do Ceará – UFC  
Orientador

---

CRISTINA DE ALMEIDA ROCHA BARREIRA, Dra.  
Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR – UFC  
Membro interno

---

ANGÉLICA MARIA DE ARAÚJO CORREIA, Dra.  
Instituto de Biologia  
Universidade Federal da Bahia – UFBA  
Membro externo

**A meu pai Assis,  
meus irmãos Cleilson e Clemilda,  
meu sobrinho Ytalo e  
minha mãe LEONIDES (minha vida), por tudo...**

**Dedico...**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus... Presente em todos os momentos...

Ao amigo e orientador Prof. José Roberto Feitosa Silva, pelos ensinamentos e pela confiança desde o aceite para orientação.

À Professora Tereza Cristina Gesteira, responsável pelo CEDECAM – LABOMAR, pela acolhida e todo o apoio no laboratório, assim como, na realização de parte dos trabalhos de processamento e registro fotográfico. Aos amigos do laboratório: Cecília, Diego, Rubens, Flaviano e Camila.

À professora Cristina Rocha, responsável pelo laboratório de Zoobentos do LABOMAR, por ter me acolhido nas dependências do laboratório no início do mestrado. Ao grande mestre Wilson Franklin e todos os amigos que adquiri no laboratório de Zoobentos, Adriana, Christina, Diego, Pedro, Carlos, Liana, Marina, Luciana, Beth, Karine e principalmente as duas eternas amigas Aline e Rossana (amigos para sempre).

Aos bolsistas e estagiários, antigos e atuais, do laboratório de Embriologia e Histologia animal – UFC: Abrahão, Geórgia, Felipe, Márcia, Julio, Jones, André, David e Lívia, que me acompanharam durante as coletas, processamentos e análises dos dados. Agradeço principalmente ao Leonardo, Renata e Tatyane, presentes desde o início.

Ao grande amigo Pedro Alexandre do CEDECAM – LABOMAR, pela amizade que se consolidou nestes últimos anos e que tanto me deu força para a conclusão deste trabalho.

Aos amigos biólogos Tatiane Garcia e Marcos, pela ajuda em coletas e pelas dicas nas análises histológicas.

Aos amigos Marcones e Mauricio pela ajuda e companheirismo no início desta grande jornada. Ao Daniel, Diego e Moises pelos momentos de descontração.

Aos eternos amigos Edmilson Junior, Dayse e Mayrla, apesar da distância geográfica, deram indispensável apoio e palavras de conforto nas horas difíceis.

Aos pescadores das praias da Caponga, Balbino, Iparana, Fleixeiras, Mundaú e Morro Branco, pela ajuda na aquisição dos animais utilizados no presente trabalho. Aos que fazem as pousadas Coqueiro, Caboco Sonhador e D. neta, por permitir que fossem feitos os procedimentos de dissecação dos animais em suas dependências.

Aos professores, técnicos, funcionários e amigos do LABOMAR: Isabel, João Mafaldo, Graça, Cândida, Anahy, Hassan, Gustavo, Sandra, Rafhaela, Raquel, Sâmara, Tercia, Fabiano, Franzé, Edvar e Ocilene.

Aos companheiros Lucio Junior, Miris, Charles e Hugo pela ajuda nas coletas, Luiz Bezerra (Buda) pela confecção do mapa dos pontos de coleta e Giordano pelas fotografias.

A FUNCAP pela concessão da bolsa de estudos.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	v
<b>LISTA DE FIGURAS E TABELAS.....</b>	ix
<b>RESUMO.....</b>	xi
<b>ABSTRACT.....</b>	xii
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	01
1.1. Características gerais dos crustáceos.....	01
1.2. Considerações sobre a pesca da lagosta.....	03
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	08
2.1. Características gerais das lagostas.....	08
2.1.1. Área de ocorrência.....	08
2.1.2. Habitat.....	09
2.1.3. Comportamento reprodutivo.....	10
2.2. Aspectos gerais do sistema reprodutor de crustáceos decápodes.....	11
2.2.1. Sistema reprodutor masculino em Decapoda.....	12
2.2.1.1. Testículo.....	14
2.2.1.2. Vaso deferente.....	15
2.2.1.3. Glândula androgênica.....	17
2.2.1.4. Espermátóforo e células germinativas.....	19
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	23
3.1. Coleta dos animais.....	23
3.2. Estudos biométricos.....	24
3.3. Processamento e análise histológica.....	25

<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
4.1. RECONHECIMENTO DA ESPÉCIE <i>Panulirus argus</i> .....	28
4.2. Morfologia do sistema reprodutor masculino.....	29
4.2.1. Aspectos macroscópicos.....	29
4.2.2. Aspectos microscópicos.....	30
4.2.2.1. Testículo.....	31
4.2.2.2. Vaso deferente.....	34
4.2.2.2.1. Vaso deferente proximal (VDP).....	34
4.2.2.2.2. Vaso deferente mediano (VDM).....	35
4.2.2.2.3. Vaso deferente distal (VDD).....	36
4.2.2.3. Glândula androgênica.....	36
4.2.2.4. Espermatóforo.....	37
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
5.1. Aspectos macroscópicos.....	48
5.2. Aspectos microscópicos.....	51
5.2.1. Testículo.....	52
5.2.1.1. Células germinativas.....	56
5.2.2. Vaso Deferente.....	58
5.2.3. Espermatóforo.....	60
5.2.4. Glândula androgênica.....	61
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>62</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>79</b>

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

<b>Figura 1</b>	Espécies de lagostas espinhosas encontradas na costa cearense. <i>Panulirus argus</i> , <i>P. equinatus</i> e <i>P. laevicauda</i> .....	03
<b>Figura 2</b>	Produção anual de lagosta no estado do Ceará entre os anos de 1991 a 2004.....	04
<b>Figura 3</b>	Distribuição das lagostas espinhosas do gênero <i>Panulirus</i> no cenário mundial e da espécie <i>Panulirus argus</i> .....	08
<b>Figura 4</b>	Mapa localizando os pontos de coleta da lagosta <i>P. argus</i> .....	23
<b>Figura 5</b>	Aferição do comprimento do cefalotórax (CC).....	24
<b>Figura 6</b>	Animal dissecado – abertura da região dorsal do cefalotorax.....	25
<b>Figura 7</b>	Histograma evidenciando frequência relativa por classe de tamanho dos exemplares de lagosta <i>P. argus</i> coletados.....	26
<b>Figura 8</b>	Histograma evidenciando a quantidade de indivíduos machos de <i>P. argus</i> que apresentaram espermatóforo no vaso deferente.....	31
<b>Figura 9</b>	Visão da região dorsal de um exemplar macho da lagosta espinhosa <i>Panulirus argus</i> (Latreille, 1804) medindo 203 mm de comprimento total. ....	38
<b>Figura 10</b>	Vista ventral de um exemplar macho de <i>P. argus</i> .....	39
<b>Figura 11</b>	Aspectos gerais da região dorsal do macho de <i>P. argus</i> .....	40
<b>Figura 12</b>	Fotomicrografia de secções do testículo anterior de <i>P. argus</i> .....	41
<b>Figura 13</b>	Fotomicrografia da região posterior do testículo de <i>P. argus</i> .....	42
<b>Figura 14</b>	Fotomicrografia da região de transição entre o testículo mediano e o vaso deferente proximal.....	43
<b>Figura 15</b>	Fotomicrografia da região proximal do vaso deferente (VDP) de <i>P. argus</i> .....	44
<b>Figura 16</b>	Secções transversal e longitudinal do vaso deferente mediano (VDM) de <i>P. argus</i> .....	45
<b>Figura 17</b>	Fotomicrografia do vaso deferente distal (VDD) de <i>P. argus</i> seccionado longitudinalmente.....	46

<b>Figura 18</b>	Fotomicrografia da região distal do VD evidenciando a Glândula androgênica e mostrando detalhes do espermatóforo de <i>P. argus</i> .....	47
<b>Tabela 1</b>	Varição das medidas morfométricas dos exemplares machos de <i>P. argus</i> por classes de tamanho. CT – Comprimento total, CC – comprimento do cefalotórax, CA – comprimento do abdômen, C2P – comprimento do segundo pereiópodo, C3P – comprimento do terceiro pereiópodo.....	28

## RESUMO

A pesca da lagosta espinhosa *Panulirus argus*, encontrada no litoral do estado do Ceará, tem apresentado declínio nos últimos anos. Estudos sobre os aspectos reprodutivos de lagostas são ainda escassos, principalmente para os machos, necessitando de esclarecimentos na área de biologia reprodutiva. O presente trabalho propõe-se a descrever morfológicamente o sistema reprodutor masculino de *P. argus* caracterizando histológica e histoquimicamente os componentes somáticos e germinativos, buscando oferecer subsídios à regulamentação da pesca fundamentando-se na relação entre os dados biométricos e maturação sexual fisiológica dos animais coletados. Os animais foram adquiridos junto aos pescadores dos municípios de Cascavel, Beberibe, Caucaia e Trairí do litoral cearense. Os indivíduos foram medidos morfometricamente e o trato reprodutor retirado e submetidos aos procedimentos histológicos de rotina (fixação, desidratação, diafanização, impregnação e emblocamento em parafina, microtomia e coloração). Foram utilizados 59 exemplares machos, com a média de comprimento total de 127,49 mm. A organização do sistema reprodutor segue o modelo básico descrito para os Decapoda, sendo formado por estruturas pares, testículos, vasos deferentes e glândulas androgênicas. As gônadas apresentaram-se brancas ou transparentes e os dois lobos testiculares não apresentaram conexão ou comissura interligando um ao outro, diferenciando-se de alguns decápodes. A partir do exemplar de 155 mm de comprimento total, observou-se espermatóforo no vaso deferente, considerado neste trabalho como fisiologicamente maduro. Os testículos de *P. argus* são revestidos por uma delgada camada de material fibroso e mais internamente encontra-se um extenso túbulo seminífero altamente enovelado, e entre os espaços externos ao túbulo encontram-se vasos e seios hemais. Nas secções dos túbulos seminíferos foi possível diferenciar cinco diferentes estágios das células germinativas: espermatogônia, espermatócitos I e II, espermátide e espermatozóides, considerando o tamanho e principalmente a distribuição da cromatina no núcleo. A glândula androgênica não foi visualizada macroscopicamente e encontrava-se pouco desenvolvida nos animais analisados. Os exemplares a partir de 155mm de comprimento total apresentavam-se fisiologicamente maduros, apresentando espermatóforo no vaso deferente.

## ABSTRACT

The fishery of the spiny lobster *Panulirus argus*, found in the coast of the state of Ceará, has been declining in the last years. Studies about the reproductive aspects of lobsters are still scarce, mainly for the males, needing investigations in the area of reproductive biology. The present study describes the morphology of the male reproductive system of *P. argus* characterizing histologically and histochemically the somatic and germinative components, aiming to subsidize the regulation of the fishery based in the relationship between the biometric data and physiological maturation of the collected animals. The animals were acquired from fishermen of the Cascavel, Beberibe, Caucaia and Trairi municipalities, in the Ceará coast. The individuals were measured morfometrically and the reproductive organs were submitted to the routine histological procedures (fixation, dehydration, impregnation and embedded in paraffin, sectioned and coloration). It was used 59 males, with the average of total length of 127,49mm. The organization of the reproductive system follows the basic model described for Decapoda, being formed by equal structures, testis, vas deferens and androgenic gland. The gonads were white or transparent and the two testis's lobes are not connected to each other, differing in this aspect, to some decapods. Animals larger than 155 mm of total length, presented spermatophores in the vas deferens, and were considered in this study, as mature physiologically. The testis of *P. argus* were covered by a thin layer of fibrous material and presented more internally, an extensive coiled seminiferous tubules, and between the external spaces to the tubules are vessel and hemal sinuses. In the sections of the seminiferous tubules it was possible to differentiate five different stages of the germinative cells: spermatogonia, spermatocytes I and II, spermatids and spermatozoa, considering the size and mainly the distribution of the chromatin in the nucleus. The androgenic gland was not visualized macroscopically and was poorly developed in the analyzed animals. The animals larger than 155mm of total length were physiologically mature, presenting spermatophore in the vas deferens.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS CRUSTÁCEOS

Segundo Ruppert *et al.* (2005), o táxon Crustacea inclui cerca de 42.000 espécies descritas de caranguejos, camarões, lagostins, lagostas, tatuzinhos de jardim, bem como uma miríade de animais pequenos, que com frequência passam despercebidos. Os crustáceos tiveram origem marinha e representam o único grande táxon de artrópodes predominantemente aquáticos.

A maioria dos crustáceos é de vida livre podendo ser natantes, reptantes fossoriais ou intersticiais. Podem ser pelágicos, pertencer a epifauna, infauna ou serem terrestres. Afora estes poucos caracteres compartilhados, é difícil fazer generalizações sobre os crustáceos, cuja diversidade necessita fazer uso de uma hierarquia de classificação ampla com muitas categorias intermediárias (Brusca & Brusca, 2005).

Crustacea é composto por vários táxons tradicionalmente considerados como classes. São estes: Remipedia, Cephalocarida, Anostraca, Phyllopoda, Malacostraca, Copepoda, Mystacocarida, Tantulocarida, Ascothoracica, Cirripedia, Ostracoda, Branchiura e Pentastomida. Com 23.000 espécies viventes, representando cerca da metade das espécies conhecidas, os Malacostraca constituem um grupo expressivo e bem sucedido. O táxon inclui grande parte dos crustáceos estudados, caranguejos, lagostas, siris e camarões, pertencentes ao táxon Decapoda, além de um número abundante de outras espécies pequenas, mas ecologicamente importantes (Ruppert *et al.*, 2005).

O táxon Decapoda inclui cerca de um quarto dos crustáceos, com aproximadamente 10.000 espécies descritas (Ruppert *et al.*, 2005). A maioria apresenta tamanho grande, muitos são comestíveis e representam itens importantes em atividades pesqueiras. Em decorrência de seu grande tamanho, abundância e importância ecológica e econômica, os decápodes são os crustáceos mais detalhadamente estudados. A maioria dos decápodes é marinha, mas os lagostins e alguns camarões e caranguejos invadiram a água doce. Também existem alguns caranguejos terrestres (Barnes, 1984; Ruppert & Barnes, 1996).

Phillips *et al.* (1980) afirmam que existem quatro famílias principais de crustáceos decápodes comumente referidas como lagostas. As lagostas com quelas que pertencem à família Nephropidae, incluem a lagosta européia *Homarus gamarus*, a americana *Homarus americanus* e a lagosta da Noruega *Nephrops norvegicus*, assim como outras

espécies menos conhecidas. As outras três famílias não possuem quelas: Synaxidae (lagostas corais), Scylaridae (lagostas sapata, lagostas espanholas ou de “nariz achatado”) e a família Palinuridae ou lagostas espinhosas, tendo esta denominação por possuir muitos espinhos na carapaça e nos segmentos basais do segundo par de antenas; são também conhecidas como lagostas de rocha, por preferirem substratos rochosos. A família Palinuridae compreende 49 espécies (Phillips *et al.*, 1980) das quais 33 são de interesse para pesca comercial (Williams, 1988).

O gênero *Panulirus*, pertence à família Palinuridae, compreende 19 espécies, sendo 03 delas encontradas na plataforma continental brasileira: *Panulirus argus*, vulgarmente chamada lagosta comum ou vermelha, *Panulirus laevicauda*, conhecida como lagosta cabo-verde ou verde e *Panulirus echinatus*, lagosta pintada, sendo as duas primeiras, devido à sua abundância, as espécies mais exploradas no nordeste brasileiro (Mesquita & Gesteira, 1975; Ivo, 1996; Paiva, 1997) (Figura 1). Phillips *et al.* (1980) relataram a distribuição das espécies de lagostas comercialmente importantes dos gêneros *Jasus*, *Palinurus* e *Panulirus* nos oceanos mundiais. As espécies de lagostas espinhosas do gênero *Panulirus* são encontradas em oceanos tropicais, subtropicais e em regiões temperadas desde as águas mais profundas até os habitats litorâneos de águas rasas e quentes.

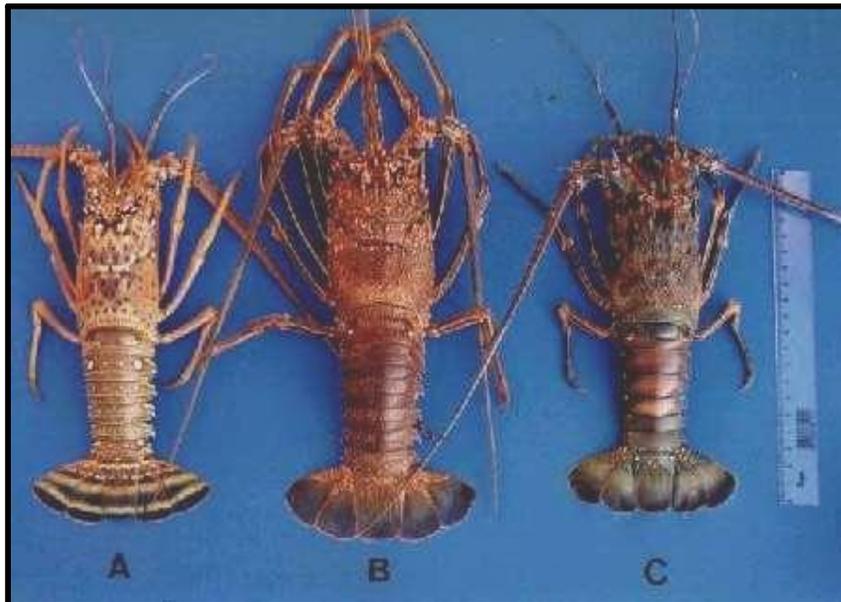


Figura 1. Espécies de lagostas espinhosas encontradas na costa cearense.

A - *P. argus*, B - *P. equinatus* e C - *P. laevicauda*. Fonte: Silva (1999)

Os trabalhos pioneiros de descrição de aspectos gonadais de lagostas capturadas na costa cearense foram realizados por Mota & Tomé (1965) para *Panulirus argus* e Mota-Alves & Tomé (1966) para *Panulirus laevicauda*. Esses trabalhos enfocaram aspectos gerais e histológicos do sistema reprodutor destes animais.

## **1.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESCA DA LAGOSTA**

A pesca é uma atividade milenar e de considerável importância em todo o mundo como fonte geradora de alimentos, emprego e renda para vários segmentos (Pereira, 2002). O uso dos recursos pesqueiros a partir de processo tipicamente extrativo é responsável por importante fonte de proteína animal para a alimentação. Nas últimas décadas, a importância da pesca como atividade econômica e social cresceu consideravelmente, chegando a destacar-se como principal atividade em algumas comunidades, regiões e até países (Aragão & Dias-Neto, 1988).

Fonteles-Filho (1994) reporta a considerável importância da pesca da lagosta no Ceará, considerada um dos principais recursos pesqueiros e econômicos do nordeste do Brasil desde a década de 60, sendo uma importante fonte de divisas para o estado, contribuindo para o sustento de diversas famílias de pescadores artesanais e engrandecendo a pesca industrial neste segmento. As áreas de pesca de lagosta no nordeste do Brasil estendem-se desde a costa do Maranhão até o Espírito Santo, mas as principais áreas concentram-se no litoral do Ceará e parte do Rio Grande do Norte (IBAMA, 1994a).

A pesca da lagosta manteve-se praticamente restrita à costa do estado do Ceará, desde o seu início, em 1955 até 1960 (Paiva & Costa, 1964), embora Coelho (1962) e Moura (1965) mencionem pescarias de lagostas na costa do estado de Pernambuco em 1950 e 1956. As primeiras pescarias comerciais, na costa do estado do Rio Grande do Norte, foram realizadas em 1961. Logo em 1962, toda a costa norte deste estado estava sendo explorada pela frota lagosteira sediada em Fortaleza-Ceará (Costa, 1966). Ainda no ano de 1961, a pesca de lagosta começou a explorar mais efetivamente o nordeste ocidental, partindo de Recife e expandindo-se para o norte e para o sul do estado de Pernambuco. Neste ano, a pesca também atingiu o litoral da Paraíba para, em 1962, alcançar a costa oriental do Rio Grande do Norte (Paiva, 1967).

De acordo com Fonteles-Filho (1997), os registros oficiais sobre o deslocamento da frota lagosteira, conforme indicam os mapas de bordo, apontam para uma distribuição que vai desde a longitude de 48° 00' W na costa do estado do Pará até a latitude de 20° 00' S, no

estado do Espírito Santo, em geral entre as profundidades de 5 a 60 metros, podendo em alguns casos atingir profundidades de até 100 metros.

De acordo com os dados da FAO (2006), as capturas de lagosta no Brasil cresceram até o ano de 1980, oscilou até meados da década de 90 e vem decaindo em valores de captura. Diferente do Brasil, a pesca de lagosta no mundo vem crescendo sem apresentar indícios de queda, provavelmente devido à forma racional que a atividade é desenvolvida em alguns países.

Fonteles-Filho & Guimarães (1999) analisando o histórico de dados sobre a pesca da lagosta no estado do Ceará no período de 1955 a 1995 identificaram quatro fases: desenvolvimento (1955-1964), aceleração (1965-1973), estabilização (1974-1984) e depleção (1985-1995). A fase de desenvolvimento foi caracterizada pelo aumento proporcional do esforço de pesca, em termos de quantidade e poder de captura e também da área de captura. No final dessa fase levantou-se a hipótese de que já naquela época, ocorreu um processo inicial de depleção das áreas exploradas, provavelmente devido a um aumento da intensidade de pesca. A aceleração da atividade pesqueira ocorreu nos anos seguintes demonstrada pelos aspectos de retomada do crescimento da produção, rápido aumento do esforço e rápido decréscimo da CPUE (captura por unidade de esforço). A fase de estabilização que se estendeu de 1974 a 1984 se caracterizou por um equilíbrio da produção anual, redução no esforço de pesca e estabilização da CPUE. A fase de depleção apresentou tendência de decréscimo da produção anual, aumentando o esforço de pesca e decréscimo da CPUE.

Dados do IBAMA (2005) asseguram que em 2004 houve um acréscimo na produção de pescado marinho no estado do Ceará. Com relação aos crustáceos, verificou-se um acréscimo significativo da produção de lagostas de 24,7%, passando de 2.487 t em 2003 para 3.102,5 t em 2004.

No ano de 2004, a produção dos principais produtores de lagostas, em ordem decrescente, foi: Estados Unidos – 36.813 t (*Panulirus* spp. – 2.644 t e *Homarus americanus* – 34.169 t), Austrália – 19.200 t, Brasil – 8.689 t, Cuba – 7.602 t, e África do Sul – 3.291 t, Nova Zelândia – 2.913 t (IBAMA, 2006).

Segundo IBAMA (2006) o comportamento da produção de lagostas no Brasil, principalmente no estado do Ceará, considerando a série histórica reportada por Fonteles-Filho & Guimarães (1999) e dados estatísticos de pesca levantados pela própria instituição, evidencia uma acentuada instabilidade na produção entre os anos de 1991 a 2004 (Figura 2).

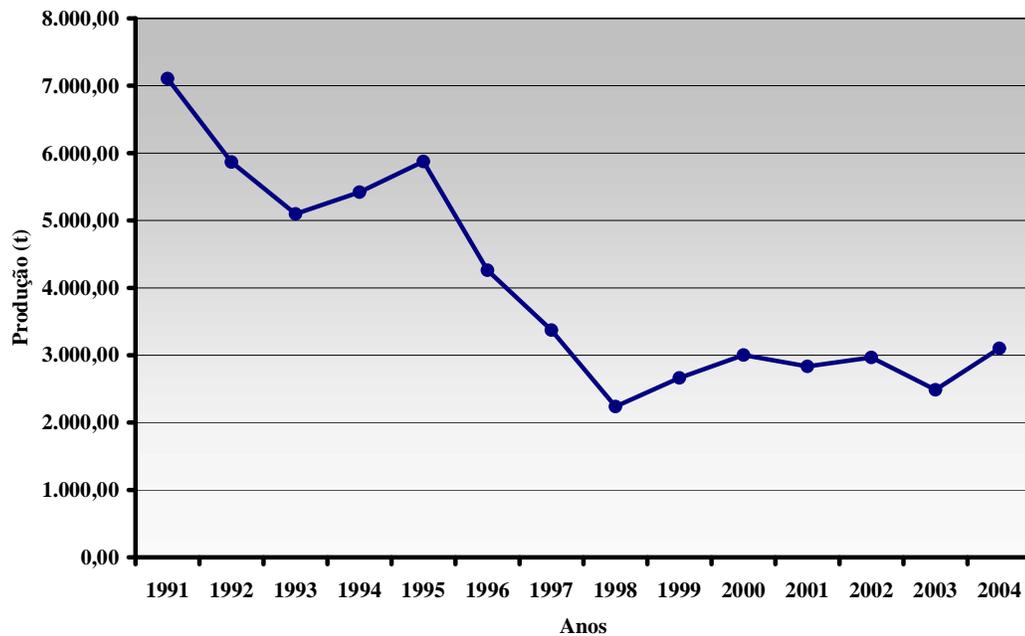


Figura 2. Produção anual de lagosta no estado do Ceará entre os anos de 1991 a 2004 (gráfico construído a partir de dados do IBAMA, 2006).

Os programas de conservação dos estoques de lagostas dependem do conhecimento científico das variações anuais de biomassa e estrutura etária do estoque capturável, principalmente aquelas determinadas pela predação exógena exercida pelo esforço de pesca (Fonteles-Filho & Guimarães, 1999). Assim sendo, estudos na área biológica destes organismos devem ser realizados constantemente para que tão importante recurso, que gera inúmeras divisas para o estado do Ceará não seja sobre-explorado.

Devido a diminuição notória dos estoques lagosteiros no Brasil, criaram-se algumas leis ambientais na tentativa de proteger os estoques naturais, sendo as mais atuais a Instrução Normativa n° 8, de 29 de abril de 2005 e Instrução Normativa n°138, de 06 de dezembro de 2006, que estabelecem o tamanho mínimo de captura das espécies *P. argus* e *P. laevicauda*, os petrechos de pesca nas áreas jurisdicionais brasileiras, dando outras providências (Anexo 1). A última proíbe a captura com o emprego de redes de espera do tipo caçoeira e a utilização de marambaias, feitas de material de qualquer natureza, como instrumento auxiliar de agregação de organismos aquáticos vivos.

A proibição do uso da caçoeira pelo IBAMA tem como objetivos tornar a atividade menos impactante ao meio ambiente, reduzir a captura de lagostas jovens e diminuir o esforço de pesca sobre os estoques lagosteiros que se encontram sobre-explotados.

Segundo a portaria Nº. 109-N, de 19 de dezembro de 1991 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, é proibido o exercício da pesca da lagosta vermelha (*P. argus*) e lagosta cabo verde (*P. laevicauda*), anualmente, no período de 01 de janeiro a 30 de abril. Este período corresponde a época chamada de defeso para as duas espécies. Os objetivos principais desta interdição são reduzir o esforço de pesca e proteger o estoque reprodutor (IBAMA, 1994a).

No ano de 2007, através da Instrução Normativa (I.N.) 159, de 09-04-2007 o IBAMA determinou que o período de defeso para a pesca da lagosta fosse prorrogado por mais 45 dias, ou seja, de 01-05 a 15-06-2007, em caráter excepcional. A medida visa à capacitação e adesão dos profissionais da pesca ao novo ordenamento da atividade pesqueira. Durante o período de prorrogação a caçoeira, proibida pelo IBAMA, foi substituída pelo covo ou manzuá, equipamento regulamentado.

Segundo Fonteles-Filho (2000) é necessário revisar e melhorar as medidas de regulamentação existentes, tendo em vista a necessidade de severamente impor o tamanho mínimo para a captura das lagostas bem como o defeso (fechamento sazonal) para proteger o estoque reprodutor. Este autor sugere a implementação do defeso por áreas administrativas em épocas diferentes.

Pereira (2002) reporta que a grande maioria dos estoques pesqueiros do planeta se encontra sobre-explorado e vários autores afirmam que este quadro se deu principalmente pela inadequação da base científica que permeava as decisões de manejo.

De acordo com IBAMA (1994b) as decisões administrativas em relação às medidas de regulamentação da pesca de lagostas espinhosas são definidas de acordo com estudos de dinâmica reprodutiva destas espécies, realizados pelo LABOMAR-UFC, SUDEPE (extinta), PDN-SUDENE (extinta), e atualmente por outras instituições de pesquisa como o CEPENE e o próprio IBAMA. Ivo (1996) acrescenta que periodicamente são lançadas novas portarias fundamentadas em pesquisas recentes realizadas pelas instituições acima referidas. Algumas pesquisas têm sido realizadas com fêmeas de lagostas espinhosas, mesmo assim estudos sobre os aspectos reprodutivos destes animais ainda são escassos, principalmente para os machos, necessitando de esclarecimentos na área de biologia reprodutiva. Nesta realidade, o presente trabalho propõe-se a:

- Descrever morfológicamente o sistema reprodutor masculino da lagosta *Panulirus argus* da costa cearense.

- Caracterizar histológica e histoquimicamente os componentes somáticos e germinativos do sistema reprodutor.
- Descrever a estrutura e o processo de formação do espermátforo.
- Oferecer subsídios à regulamentação pesqueira fundamentando-se na relação entre os dados biométricos e maturação sexual fisiológica dos animais coletados.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS LAGOSTAS

#### 2.1.1. ÁREA DE OCORRÊNCIA

As lagostas do gênero *Panulirus* White (1847) têm uma amplitude de distribuição bastante semelhante no Atlântico Ocidental, mas as diversas espécies apresentam áreas com diferentes graus de superposição, determinados pelas condições ambientais ao longo desta vasta região, desde águas temperadas, nos Estados Unidos da América e Bermudas, até águas subtropicais, no Brasil (Paiva, 1997). Lipcius & Cobb (1994) realizaram um levantamento sobre a pesca de lagostas do gênero *Panulirus* no mundo e relataram que entre as lagostas de maior importância econômica destacam-se, *P. argus* (capturada no Brasil, Caribe e Flórida), *P. homarus* (capturada no leste da África e Indonésia) e *P. laevicauda* (capturada no Brasil). As espécies *P. inflatus*, *P. cygnus* e *P. japonicus* são de mares subtropicais e capturadas no México, Austrália e Japão, respectivamente (Figura 03).

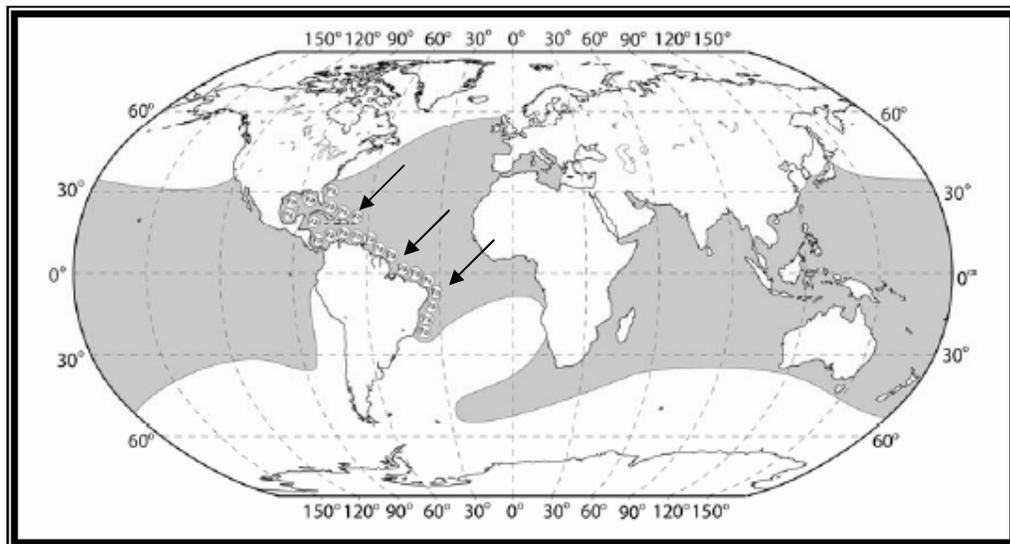


Figura 3. Distribuição das lagostas espinhosas do gênero *Panulirus* no cenário mundial (faixa escura) e da espécie *Panulirus argus* (setas). Fonte: adaptado de FAO, (1993).

A lagosta espinhosa *P. argus* povoa o Oceano Atlântico Ocidental, mar caribenho, Golfo do México, na faixa das Ilhas Bermudas até o Brasil (Herrnkind, 1981) (Figura 1 - setas). Existem também outras espécies comumente encontradas no continente americano como *P. laevicauda*, que ocorre desde o sul da Flórida até o Brasil, e *P. echinatus*, algumas vezes confundida com *P. argus*, ocorrendo na costa do Nordeste brasileiro, principalmente em suas ilhas oceânicas (Fonteles-Filho, 1989).

*P. argus* tem distribuição espacial bem mais ampla do que *P. laevicauda*, quer seja no sentido longitudinal ou latitudinal, o que deve ser resultante de sua maior capacidade de dispersão, e também por ser a espécie dominante na biocenose, no que diz respeito a quantidade e ao tamanho dos indivíduos (Ivo, 1996).

### 2.1.2. HABITAT

No Brasil, o habitat natural das populações de lagostas é constituído pelo substrato de algas calcárias bentônicas, importantes fornecedores de carbonato de cálcio para o meio ambiente, matéria-prima essencial para a formação do exoesqueleto da lagosta durante a série de mudas que cada indivíduo terá que realizar ao longo do seu ciclo vital (Fonteles-Filho, 1992). Segundo Ivo (1996), neste substrato, encontra-se também areia e uma pequena fração de lama, provenientes do processo de degradação do substrato calcário e o sedimento permanece com teor de carbonatos sempre superior a 90%.

Neste sentido, Fonteles-Filho (1992) reporta que o estado do Ceará é o mais beneficiado, já que nesta zona predominam características ambientais que otimizam as condições naturais para a formação e manutenção do substrato de algas calcárias e, conseqüentemente, para a sobrevivência e produção de biomassa das lagostas. O fator principal são as águas de alta salinidade, que ocorrem devido ao baixo volume de deságüe fluvial na costa cearense.

Segundo Paiva (1997), as lagostas *P. argus* e *P. laevicauda* habitam fundos de águas claras, quentes e bem oxigenadas, com formações de algas calcárias conhecidas como cascalho, ocorrendo desde 20 m de profundidade até a borda da plataforma continental; já a espécie *P. echinatus* prefere fundos rochosos e áreas insulares mais afastadas da costa.

Ivo e Pereira (1996) afirmam que as algas calcárias constituem a fase sedimentar dominante entre os Estados do Pará e do Rio de Janeiro, com cerca de 4.000 km. Os mesmos autores depreenderam, ainda, que a extensa cobertura da plataforma continental pelas faces

desse grupo de algas, nesta sub-região brasileira, deve-se à escassez de deságüe fluvial devido à ausência de grandes rios, o que dá origem a águas costeiras com altos níveis de salinidade.

De acordo com Guimarães (1999), o habitat das lagostas ocupa, pelo menos, 83.526 km<sup>2</sup> (8.352.600 ha.) na plataforma continental das regiões Norte e Nordeste do Brasil, para a qual o Estado do Ceará contribui com 23.088 km<sup>2</sup>, o que representa 27,6% do total da região.

Paiva (1997) relatou que a distribuição espacial das capturas de lagostas reflete tanto a relação bioecológica dos indivíduos com o substrato como com a variabilidade interespecífica, por exemplo, a lagosta vermelha (*P. argus*), de maior porte, tem distribuição mais ampla e vive em regiões de maior profundidade. Por outro lado, a cabo verde (*P. laevicauda*), de menor porte, vive em áreas mais costeiras e menos profundas.

### **2.1.3. COMPORTAMENTO REPRODUTIVO**

A reprodução das lagostas ocorre por acasalamento emparelhado do macho com a fêmea, numa posição frontal, com a deposição da massa espermatofórica sobre o esterno da fêmea (Paiva, 1997). Os óvulos fecundados (ovos) ficam aderidos aos pleópodos femininos, característica responsável pela alta taxa de fertilização e que, em parte, explica a grande capacidade de resistência das populações de lagostas a predação pela pesca. As pós-larvas planctônicas, com cerca de doze meses de idade são levadas para a zona costeira por correntes de maré, onde assumem um habitat bentônico e se desenvolvem até atingir o estágio juvenil. Num processo de recrutamento espacial contínuo, que tem sua maior intensidade nos meses de abril a agosto, os jovens se dispersam gradualmente desde as áreas costeiras em direção às áreas de pesca propriamente ditas, mais afastadas da costa e mais profundas, onde se tornam adultos, alcançando a capacidade reprodutiva (Paiva, 1997).

As fases de acasalamento e desova, principalmente, estão associadas a um conjunto de fatores biológicos e ambientais, estando o período de ocorrência desses fenômenos na dependência, entre outros, de fatores ótimos de temperatura, salinidade e disponibilidade de alimentos, que propiciem a máxima sobrevivência de ovos e larvas (Lipcius, 1985). Segundo Phillips *et al.* (1980) o fator alimento é importante tanto para a fêmea adulta no período que antecede o início da reprodução como na fase de larva, principalmente logo após a eclosão, ponto crítico da mortalidade larval. Assim, dias mais longos com temperaturas elevadas induzem os machos a cópula e aceleram o desenvolvimento das gônadas femininas, aumentando a frequência de desovas e de mudas.

O mecanismo de reprodução das lagostas espinhosas vai desde a deposição da massa espermatofórica pelo macho no esterno da fêmea, através do espermatóforo, até a fertilização dos ovócitos liberados e eclosão das larvas conforme descrito nos trabalhos de Mota Alves e Tomé (1966) e Fonteles-Filho (1979).

## **2.2. ASPECTOS GERAIS DO SISTEMA REPRODUTOR DE CRUSTÁCEOS DECÁPODES.**

A maior parte dos crustáceos é dióica (McLaughlin, 1983; Ruppert & Barnes, 1994), entretanto, todos os cefalocarídeos, alguns braquiópodos, a maior parte dos cirripédios, alguns isópodos e tanaidáceos e poucos decápodes são hermafroditas.

Um dos clássicos trabalhos de descrição de órgãos reprodutivos de lagosta foi realizado por Matthews (1951) para a lagosta espinhosa *Panulirus penicillatus* e descrições gerais foram disponibilizadas por Farmer (1974) para *Nephrops norvegicus*, Fielder (1964) e Silberbauer (1971) para *Jasus lalandii* e Herrick (1909) para *Homarus*.

O sistema reprodutor do macho de Crustacea é composto basicamente por testículos pareados com vasos deferentes pares encaminhando-se ao orifício genital, porém, um ducto simples não é incomum (McLaughlin, 1983).

Na maioria dos malacóstracos, incluindo os decápodes, os órgãos do sistema reprodutor de ambos os sexos são principalmente concentrados no tórax ou cefalotórax (McLaughlin 1980; Krol *et al.*, 1992; Ruppert & Barnes, 1994). Segundo McLaughlin (1983), os testículos situam-se lateralmente ao intestino podendo se estender até o abdômen, como ocorre nas lagostas. Os vasos deferentes emergem dos testículos e de acordo com as características fisiológicas e anatômicas são subdivididos em regiões distintas, dependendo da espécie estudada. O sistema reprodutor terminal do macho dos crustáceos pode variar de um simples ducto a uma porção terminal mais alargada, funcionando como uma vesícula seminal, dependendo do grupo estudado. Ruppert & Barnes (1994) complementam que o duto espermático dos Decapoda é glandular e modificado, variando com o grau de formação do espermatóforo; a extremidade terminal é um duto ejaculatório muscular, que se abre sobre ou próximo às coxas do último par de pereiópodos. Assim sendo, todo o trato reprodutivo se abre para o exterior através de um simples gonóporo, papila elevada ou estrutura copulatória desenvolvida.

Segundo Krol *et al.* (1992), que estudaram os componentes reprodutivos dos Decapoda, o sistema reprodutor do macho é basicamente constituído de testículos pares e

vasos deferentes que se ligam aos gonóporos. Os espermatozoides maduros são empacotados no vaso deferente dentro do espermatóforo, estrutura especializada para proteção e transporte dos espermatozoides até o receptáculo da fêmea. Os espermatóforos são liberados pelo macho através do gonóporo na base de cada coxa do quinto par de pereiópodos (Barnes & Harrison, 1992).

### **2.2.1. SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO EM DECAPODA**

Os trabalhos pioneiros de descrição de aspectos gonadais de lagostas capturadas na costa cearense foram realizados por Mota & Tomé (1965) para machos e fêmeas de *Panulirus argus*, descrevendo as células germinativas e caracterizando os diferentes estágios do desenvolvimento gonadal e Mota-Alves & Tomé (1966) para *Panulirus laevicauda*, descrevendo a gônada masculina e realizando observações sobre a origem e desenvolvimento da massa espermatofórica.

Estudos realizados por Silva (1992) sobre o sistema reprodutor *P. laevicauda* mostraram que a localização dos gonóporos é a mesma já descrita para outros malacóstracos: coxas dos pereiópodos dos sexto e oitavos segmentos torácicos, para fêmea e machos, respectivamente. Este mesmo autor realizou também estudos onde relacionou o estado gonadal às medidas morfométricas de apêndices e tagmas do corpo, sugerindo que os pereiópodos (2º e 3º pares) são um importante indicador de maturidade funcional dos machos. Esses apêndices, como afirma o autor, são usados para retirar a fêmea da toca, auxiliando o acasalamento desta espécie.

O estudo realizado por Burton (1995) sobre o sistema reprodutor do macho da lagosta *Thenus orientalis* descreve e identifica a relação existente entre o desenvolvimento das células sexuais e a organização dos órgãos do sistema reprodutor.

As gônadas em forma de H, dos machos da espécie *Panulirus laevicauda* em plena maturidade sexual, estão localizadas na região dorso-mediana do cefalotórax e se apresentam com uma coloração amarelada (Lima, 1995). Para Fielder (1964) os testículos dos indivíduos imaturos de outras espécies de lagostas apresentam a mesma localização (região dorsal do cefalotórax) e estrutura anatômica observada nos indivíduos maduros, apenas diferenciados pelo diâmetro e ausência de coloração, apresentando-se totalmente transparentes.

Paterson (1969) organizou diversas informações acerca das lagostas de rocha, como comportamento, reprodução e ciclo de vida. Estudando o sistema reprodutor de *Jasus*

*novaehollandiae* o autor descreveu o testículo como um órgão tubular enrolado diferenciando-se extremamente do vaso deferente. O vaso deferente desta espécie foi dividido em três regiões: proximal, mediana e distal, de acordo com as características anatômicas e histológicas.

O sistema reprodutor masculino dos caranguejos *Chionoecetes opilio* e *Chionoecetes bairdi* foi descrito por Sapelkin & Fedoseev (1982). O sistema é constituído por órgãos pares, consistindo de testículo, apêndice e ducto ejaculatório. Os autores relataram que o testículo aparece como um túbulo longo compactado permanecendo na parte anterior do cefalotórax. Beninger *et al.* (1988) descreveram a anatomia funcional do sistema reprodutor masculino e a espermateca da fêmea do caranguejo *Chionoecetes opilio*. Os autores utilizaram diversos meios de investigações: distintas técnicas histológicas, com utilização de microscopia óptica e eletrônica e análise de material fresco.

Bond-Buckup *et al.* (1991) realizaram uma descrição anatômica do caranguejo estuarino *Chasmagnathus granulata*. Para o sistema reprodutor os autores descreveram o testículo como um par de túbulos enovelados semitransparentes e esbranquiçados que se estendem por entre o hepatopâncreas e a epiderme. Cada testículo dá origem a um vaso deferente que se liga ao canal ejaculatório e desemboca na papila peniana localizada no esternito do oitavo segmento torácico.

Manjón-Cabeza & Raso (2000) analisaram os aspectos morfológicos ligados à reprodução do caranguejo anomura *Diogenes pugilator*. Foram descritos os diferentes estágios das células germinativas e as regiões do vaso deferente, de acordo com a anatomia e a formação do espermátóforo.

Leite (2002) estudou o sistema reprodutor masculino do caranguejo-uçá *Ucides cordatus*. O autor afirmou que os componentes do sistema reprodutor localizam-se na região dorso-mediana do cefalotórax, encoberto pelo hepatopâncreas; consistem de estruturas tubulares pares, morfológicamente diferenciadas em dois testículos, dois vasos deferentes que desembocam no gonóporo à altura do quinto par de pereiópodos, comprovando o modelo básico descrito para os Decapoda.

A anatomia e histologia do sistema reprodutor masculino do siri *C. sapidus* foi estudada por Cronin (1947). O autor descreve o sistema reprodutor do macho adulto consistindo de testículos pares, vaso eferente, vaso deferente (divididos em porções anterior, mediana e posterior), pênis externo e o primeiro e segundo apêndices abdominais (pleópodos) extremamente modificados.

Jonhson (1980) descreve detalhadamente o sistema reprodutor masculino e

feminino de *Callinectes sapidus*. O sistema reprodutor do macho desta espécie é bilateral e possui forma de H. Os testículos e vasos deferentes dos indivíduos imaturos são finos, brancos, relativamente inconspícuos e de difícil visualização durante a dissecação. O autor dividiu o vaso deferente em três regiões, anterior, média e posterior, de acordo com as características histológicas.

King (1948) estudou os órgãos do sistema reprodutor do camarão marinho *Penaeus setiferus*, observando que o sistema reprodutor do macho é composto por testículos e vaso deferentes pares e petasma. Os testículos são órgãos translúcidos localizados na cavidade central do corpo, mesma região ocupada pelos ovários na fêmea.

### 2.2.1.1. TESTÍCULO

A histologia das gônadas de machos e fêmeas de *P. argus* foi estudada por Mota & Tomé (1965). Os autores descreveram os estágios celulares da espermatogênese e caracterizaram a gônada masculina em três etapas de desenvolvimento.

Berry (1969) estudou a biologia da lagosta *Nephrops andamanicus*. Quanto à morfologia do sistema reprodutor o autor descreveu a gônada do macho comparando-a com a forma de um “H” alongado e os lados direito e esquerdo são unidos por uma ponte transversal na altura da região pilórica anterior e mediana.

Os testículos da lagosta *P. laevicauda* são dois tubos alongados unidos um ao outro por uma ponte transversal mais ou menos à altura da região pilórica do estômago (Mota Alves & Tomé, 1966). Lima (1995) estudando a mesma espécie dividiu o testículo em três regiões: anterior, mediana e posterior. Esta autora afirmou que os testículos surgem logo abaixo da região dos pedúnculos oculares dirigindo-se para a porção posterior do animal ladeando o estômago e posteriormente o intestino.

Mota Alves (1975) em seu trabalho sobre a reprodução do caranguejo-uçá *Ucides cordatus*, descreveu a morfologia do sistema reprodutor de ambos os sexos, determinando estágios de desenvolvimento maturativo com observações macro e microscópicas do aparelho reprodutor. Segundo esta autora os testículos encontram-se revestidos pelos tecidos do hepatopâncreas, e as suas dimensões variam com os estágios de maturidade. São transparentes nos indivíduos imaturos, tornando-se esbranquiçados quando progride o processo maturativo.

As gônadas do macho de *Parastacus defossus* são formadas pela parede testicular, pelos ácidos testiculares, no interior dos quais se encontram as espermatogônias,

espermátocitos, espermátides e espermatozóides, e tubos coletores longitudinais, que conduzem os espermatozóides dos ácinos até os vasos deferentes (Almeida e Buckup, 1999).

Nagao & Munehara (2003) acompanharam maturação do testículo do caranguejo ermitão *Telmessus cheiragonus* durante o período de um ano. Os autores concluíam que o testículo é composto por túbulos seminíferos e muitos lobos testiculares. O desenvolvimento dos lóbulos foi dividido em seis estágios: fase de proliferação de espermatogônias, fase de espermátocitos primários, fase de redução nas divisões, estágio de espermátides, fase de espermiogênese e de espermatozóides livres.

Garcia e Silva (2006) estudaram a morfologia do testículo e vaso deferente do caranguejo vermelho do mangue *Goniopsis cruentata*. O testículo foi dividido em três regiões e o vaso deferente em duas, de acordo com as variações do epitélio de revestimento e modificações das células sexuais. Os autores sugeriram também que o vaso deferente participa do processo de maturação dos espermatozóides já que foram encontrados espermatóforos nesta região.

Ryan (1967) estudou histologicamente a gônada masculina do siri *Portunus sanguinolentus*, assim como a estrutura e função do sistema reprodutor como um todo. O autor afirmou que o segundo par de pleópodos é utilizado na transferência do espermatóforo para dentro do receptáculo seminal da fêmea.

A estrutura do testículo, vaso deferente e espermatóforo, o acasalamento, ovulação e interação do ovócito e espermatozóide foram observados no camarão *Macrobrachium rosenbergii* por Chow *et al.* (1982). Os testículos desta espécie unem-se na região anterior do animal e assumem a forma de V, estendem-se para a região antero-ventral do estômago ficando sobre o hepatopâncreas e abaixo do coração.

Verdi & Delgado (1998) investigaram a histologia do aparelho reprodutor masculino do camarão *Macrobrachium borellii*, relatando que os testículos apresentam-se recobertos por uma parede do conjuntivo, envoltos pelo epitélio pavimentoso com núcleos achatados e o vaso deferente está formado por um epitélio colunar glandular.

#### **2.2.1.2. VASO DEFERENTE**

Mota Alves & Tomé (1966) descreveram o sistema reprodutor de *P. laevicauda* e observaram que os vasos deferentes desta espécie surgem da região mediana de cada testículo. Depois de perfazerem numerosas curvas, seguem mais ou menos em linha reta, aumentando de calibre, até alcançarem a base do quinto par de pereiópodos. Lima (1995)

estudou mais detalhadamente o vaso deferente de *P. laevicauda* e afirmou que estes surgem logo abaixo da comissura transversal do testículo como um túbulo altamente convoluto, passando para um tubo reto que segue anteriormente, formando uma alça ascendente. Posteriormente, volta a ser um tubo menos alargado que segue uma trajetória reta entre os músculos do cefalotórax abrindo-se para o exterior através do gonópore.

Hinsch & McKnight (1988) descreveram o trato reprodutor da lagosta espanhola *Scyllarus chacei*, dando atenção maior à estrutura do vaso deferente. O sistema reprodutor desta espécie é composto por testículos pareados e vaso deferente que conduz espermatozoides através do espermatóforo até o poro genital. Os autores dividiram o vaso deferente em três regiões: anterior, mediana e posterior e a porção final foi denominada de ducto ejaculatório, responsável pela expulsão do espermatóforo para o esterno da fêmea durante a cópula.

O sistema reprodutor do caranguejo *Libinia emarginata*, com principal enfoque na caracterização do vaso deferente, foi descrito por Hinsch & Walker (1974). O vaso deferente é uma estrutura par, formada por túbulos longos que começam na porção posterior dos testículos e continuam em direção a parte posterior do corpo até um apêndice peniano. O autor dividiu o túbulo que forma o vaso deferente em três regiões principais: anterior, mediana e posterior e as subdividiu de acordo com as características histológicas de cada porção.

A estrutura e funcionamento do vaso deferente posterior do caranguejo *Chionoecetes opilio*, utilizando-se de microscopia de luz e eletrônica, foi estudado por Benhalima & Moriyasu (2000). Foi reconhecido que uma das funções do vaso deferente posterior é de destruição e reabsorção dos espermatóforos e espermatozoides. Esta característica não havia sido reportada em outros decápodes.

O vaso deferente do siri *C. sapidus* possui três regiões distintas diferenciadas anatomicamente e fisiologicamente, podendo ocupar uma grande parte da cavidade central do corpo (Cronin, 1947). Esta mesma espécie foi estudada por Johnson (1980) caracterizando macroscopicamente e histologicamente as três regiões do vaso deferente por ele definidas.

O vaso deferente do camarão *Caridina laevis* é composto de três camadas: uma cobertura fibrosa externa, uma camada circular de fibras musculares e um epitélio glandular interno formado por células colunares (Pillai, 1960).

Chow *et al.* (1982) afirmam em suas análises que o vaso deferente de *Macrobrachium rosenbergii* é um longo túbulo surgindo de cada lado na porção mediana do testículo e abrindo-se no poro genital localizado na base do quinto par de pereiópodos.

### 2.2.1.3. GLÂNDULA ANDROGÊNICA

Charniaux-Cotton, (1954), estudando o amphipoda *Orchestia gammarellus*, observou pela primeira vez uma glândula endócrina na qual o hormônio produzido por esta é responsável pela diferenciação dos caracteres sexuais primários e secundários dos machos sendo denominada de glândula androgênica. Adiyodi & Adiyodi (1969) realizaram uma ampla discussão sobre o papel da glândula androgênica na reprodução de crustáceos Decapoda.

A compreensão do controle endócrino da diferenciação sexual e reprodução requerem conhecimento de ambas as características sexuais primárias e secundárias e da gametogênese (Charniaux-Cotton & Payen, 1988).

Segundo Lima (1995), que descreveu o sistema reprodutivo de macho da lagosta verde *P. laevicauda*, a glândula androgênica desta espécie localiza-se na região subterminal do vaso deferente, sendo formada por uma massa celular que se prende ao vaso deferente distal através de um envoltório de tecido conjuntivo. Estas observações também estão de acordo com Charniaux-Cotton e Payen (1985) para outros decápodes. Segundo estes autores, a glândula androgênica, localizada na região subterminal do vaso deferente, é a 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. Assim sendo, controla a expressão das características sexuais primárias e secundárias desses animais. As características primárias são a diferenciação do sexo e as secundárias são o desenvolvimento dos pleópodos e pereiópodos (Philips *et al.*, 1980).

Lima (1995) reporta que a glândula androgênica de *P. laevicauda* é composta por dois tipos de células, A e B. As células do tipo A são mononucleadas e multinucleadas, apresentando de um a três núcleos e citoplasma homogêneo. Em certas regiões, as células da glândula androgênica apresentaram sinais de degeneração. A estas células foi dado o nome de células B. Garcia (2003) também diferenciou dois tipos celulares constituintes da glândula androgênica de *Goniopsis cruentata*. Células do tipo A, com núcleos de aproximadamente 5µm de diâmetro, cromatina compactada, fortemente corada com hematoxilina e citoplasma claro e homogêneo, e células do tipo B, com núcleo maior, com aproximadamente 10µm de diâmetro, grânulos de cromatina periféricos e nucléolo bem evidente.

A glândula androgênica do lagostim *Procambarus clarkii* foi estudada por Taketomi (1986), demonstrando sua localização, ligada à porção final do ducto espermático na altura do coxopodito do último par de patas. A autora observou e caracterizou dois tipos de células na glândula, chamando de células A e B. As células do tipo A possuem uma matriz celular de alta eletro-densidade enquanto que as células do tipo B possuem uma baixa eletro-densidade. Murakami *et al.* (2004) fizeram um relato para a mesma espécie sobre a anatomia e histologia da glândula androgênica e os tecidos que a circundam.

O desenvolvimento do testículo e da glândula androgênica do lagostim *P. clarkii* foi descrita por Taketomi *et al.* (1996a), relacionando as mudanças ocorridas nos órgãos do sistema reprodutor ao desenvolvimento dos caracteres sexuais externos. Taketomi *et al.* (1996b) analisando a ultraestrutura da glândula androgênica, da mesma espécie, observaram alterações na estrutura celular de acordo com a ocorrência de mudanças sazonais no decorrer de um ano.

Para o lagostim *Cherax destructor*, a estrutura e funcionamento da glândula androgênica foi descrita por Fowler & Leonard (1999). Os autores chegaram à conclusão que a glândula assemelha-se a de outros grupos de crustáceos, tendo um possível papel na diferenciação sexual secundária.

King (1964) descreveu a ultraestrutura da glândula androgênica do caranguejo *Pachygrapsus crassipes*. O autor sugere que o hormônio androgênico, produzido pela glândula, pode ser de natureza protéica ou polipeptídica. Payen (1972) registraram a existência de degeneração das células da glândula androgênica no caranguejo *Ocypode quadrata*.

A glândula androgênica do caranguejo fantasma *Ocypode platytarsis* foi estudada por Thampy e John (1970). Os autores afirmaram que o crescimento da glândula está diretamente relacionado ao desenvolvimento do sistema reprodutor do animal. Thampy e John (1972) descreveram a glândula androgênica do camarão *Palaemon dayanus*, e afirmaram que o órgão é formado por numerosos corpos compactos, justapostos, localizado longitudinalmente ao epitélio glandular do vaso deferente distal. Assim sendo o autor postula que a glândula difere em morfologia e anatomia de todos os outros decápodes natantes conhecidos.

Sagi *et al.* (1990), analisaram os efeitos da ablação da glândula androgênica nas características sexuais do camarão de água doce *M. rosenbergii* e confirmaram que essa glândula é responsável pelo controle da diferenciação das características sexuais secundárias

do macho. Sagi *et al.* (1997) realizaram uma ampla revisão sobre o papel da glândula androgênica na diferenciação sexual secundária em crustáceos Decapoda.

Diversos experimentos envolvendo masculinização de fêmeas e descrições da glândula androgênica foram realizados em várias espécies de decápodes, dentre eles Nagamine *et al.* (1980) com *Macrobrachium rosenbergii* e Nagamine & Knight, (1987b) para o lagostim *Procambarus clarkii*.

Trabalhos foram realizados mais recentemente como o de Khalaila *et al.* (2001) com o lagostim *Cherax quadricarinatus*, que analisou os efeitos fisiológicos da implantação da glândula androgênica no sistema reprodutor e no desenvolvimento de características sexuais em fêmeas. Khalaila (2002) realizou um experimento relacionando aspectos fisiológicos do pedúnculo ocular, glândula androgênica e testículo, através da ablação do pedúnculo ocular. Cui *et al.* (2005) analisou os efeitos inibitórios da implantação da glândula no desenvolvimento do ovário do caranguejo *Scylla paramamosain* e Barki *et al.* (2006) realizaram experimentos da mesma natureza dos acima citados com espécies de lagostins.

#### **2.2.1.4. ESPERMATOZÓIDE E ESPERMATÓFORO**

Dentre os Malacostraca, o espermatozóide dos decapoda apresenta consideráveis modificações e perda de organelas. O típico espermatozóide de muitos decápodes é caracterizado pelo número de braços imóveis circundando a região central (Adiyodi, 1985).

Adiyodi (1988) que estudou a biologia reprodutiva de caranguejos terrestres afirma que informações sobre a composição do sêmen dos caranguejos terrestres são limitadas a poucas espécies. Os espermatozóides são geralmente transferidos para a fêmea em pequenos pacotes conhecidos como espermatóforos. O espermatóforo é uma cápsula formada no trato reprodutor masculino que contém espermatozóides e os protege durante a transferência para a fêmea (Krol *et al.*, 1992).

A ultraestrutura da espermatogênese foi analisada nos caranguejos do gênero *Cancer* por Langreth (1969), na lagosta *Homarus americanus* por Talbot & Chanmanon (1980), na lagosta vermelha havaiana *Enoplometopus occidentalis*, por Haley (1986) e no caranguejo *Uca tangeri* por Medina e Rodriguez (1992), enfocando principalmente a diferenciação do acrossoma.

Um estudo comparativo entre os espermatóforos das lagostas *Parribacus antarcticus*, *Scyllarides squammosus* e *Scyllarus martensii* foi realizado por Matthews (1954).

O autor afirma que a tiflosole é a grande responsável pela secreção de matriz espermatofórica, que circunda o espermatóforo, nas três espécies estudadas.

O espermatozóide de lagostas espinhosas do gênero *Panulirus* foi estudado por Talbot & Summers (1978), enfocando especialmente a região do acrossoma.

Wielgus-Serafinska (1976) analisou as mudanças morfológicas e histológicas na gônada do macho do lagostim *Orconectes limosus* durante o ciclo anual. A autora descreveu os estágios das células germinativas e analisou o processo de espermatogênese da espécie relacionando a época do ano.

De acordo com Chow *et al.* (1982), que estudaram o sistema reprodutor masculino do camarão palemonídeo *Macrobrachium rosenbergii* o espermatóforo desta espécie consiste em uma massa de espermatozóides emparelhados e uma matriz protetora e adesiva. Essas matrizes são gelatinosas e secretadas pelo epitélio do vaso deferente.

O espermatozóide do lagostim *Pacifastacus leniusculus* foi analisado através de microscopia eletrônica por Dudenhausen & Talbot (1982). Os autores postularam que o espermatozóide de *P. leniusculus* é composto por acrossoma, região subacrossomal, núcleo, complexa membrana lamelar e espinhos radiais desde o compartimento nuclear.

Talbot & Beach (1989) analisaram o papel do vaso deferente na formação do espermatóforo do lagostim *Cherax albidus*. Os autores afirmaram que o vaso deferente desta espécie é composto por um epitélio secretor, rodeado por tecido conectivo e musculatura circular estriada e concluíram que a síntese final do espermatóforo e a secreção da camada espermatofórica secundária ocorre na região distal do vaso deferente.

Binford (1913) descreveu as células germinativas e o processo de fertilização do caranguejo *Menippe mercenaria*. O autor descreve o processo de espermatogênese, cópula e fertilização, assim como relata outros aspectos inseridos neste contexto como a descrição dos órgãos reprodutores do macho e fêmea. Mouchet (1931) realizou um amplo estudo sobre o espermatóforo de diversos representantes dos grupos Anomura e Brachyura.

A ultraestrutura da espermatogênese da lagosta vermelha havaiana *Enoplometopus occidentalis* foi estudada por Haley (1986). Lohrmann & Raineri (1995) analisaram a ultraestrutura do espermatozóide do caranguejo *Cervimunida johni*. Demestre *et al.* (1997) descreveu a ultraestrutura do espermatozóide do camarão *Aristeus antennatus*. Tudge *et al.* (1998) realizaram o mesmo tipo de trabalho com o espermatozóide do caranguejo *Lithodes maja* para confirmar o parentesco desta espécie com os Pagurideos.

Felgenhauer e Abele (1991) estudaram a diversidade morfológica dos espermatozóides dos Decapoda. Os autores postularam que o espermatozóide dos decápodes

Reptantia são células com braços radiais em forma de estrela, onde a origem, morfologia e número destes braços variam entre as espécies.

Tudge *et al.* (1998) estudando o espermatozóide da lagosta espinhosa *Jasus novaehollandiae* registraram que a ultraestrutura do espermatozóide de *J. novaehollandiae* é similar a de outros palinurídeos investigados e, em particular, o espermatozóide de espécies de *Panulirus*.

A ultraestrutura do espermatozóide do caranguejo *Ocypode quadrata* foi descrita por Matos *et al.* (2001), apresentando um acrossoma subesferoidal, com região opercular e porção apical livres.

Moriyasu & Benhalima (1998) analisaram o espermatóforo do caranguejo *Chionoecetes opilio*, e relataram dois diferentes tipos morfológicos. Anilkumar *et al.* (1999) observaram a estrutura do espermatozóide do caranguejo *Metopograpsus messor* e o processo de transferência do espermatóforo.

O espermatóforo de *Scylla serrata* é protegido exteriormente por uma grossa camada de quitina e mais internamente por uma camada não quitinosa. Ambas são ricas em mucopolissacarídeos ácidos contendo sulfato (camada exterior) e grupamentos carboxílicos (camada interna) (Uma e Subramoniam, 1979).

El-Sherief (1991) estudou a ultraestrutura do espermatozóide e do espermatóforo do siri *Portunus pelagicus*. O autor observou que o acrossoma desta espécie consiste de duas porções principais de diferentes elétrons-densidades.

Bauer & Min (1993) caracterizaram o espermatóforo do camarão marinho *Trachypenaeus similis* e também a organização do trato reprodutor do macho e disposição para inseminação da fêmea. Os espermatozoides são empacotados dentro de muitos espermatóforos, de variados tamanhos na região do vaso deferente mediano do macho.

A morfologia do espermatóforo de onze espécies de caranguejos-ermitões das famílias Paguridae e Parapaguridae foi descrita e ilustrada macro e microscopicamente por Tudge (1999).

Os aspectos reprodutivos do caranguejo *Chionoecetes opilio* foram analisados por Sainte-Marie & Sainte-Marie (1999). Os autores priorizaram a observação da espermatogênese e formação do espermatóforo. Benhalima e Moriyasu (2000) estudaram essa mesma espécie e concluíram que o espermatóforo de *C. opilio* é formado no vaso deferente anterior, são transferidos para o vaso deferente mediano e são armazenados pelo fluido seminal.

Ceballos-Vázquez *et al.* (2004) analisaram a qualidade do espermatozóide e a sucessiva regeneração do espermatóforo do camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei*.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. COLETA DOS ANIMAIS

Indivíduos machos de lagosta da espécie *Panulirus argus* foram adquiridos junto aos pescadores de barcos de pesca artesanal no litoral leste e oeste do estado do Ceará, mais precisamente nos municípios de Cascavel (Praia do Balbino), Beberibe (Praia de Morro Branco), Trairi (Praias de Fleixeiras e Mundaú), Caucaia (Praia de Iparana) no período de dezembro de 2005 a novembro de 2006 (Figura 04), totalizando oito campanhas.

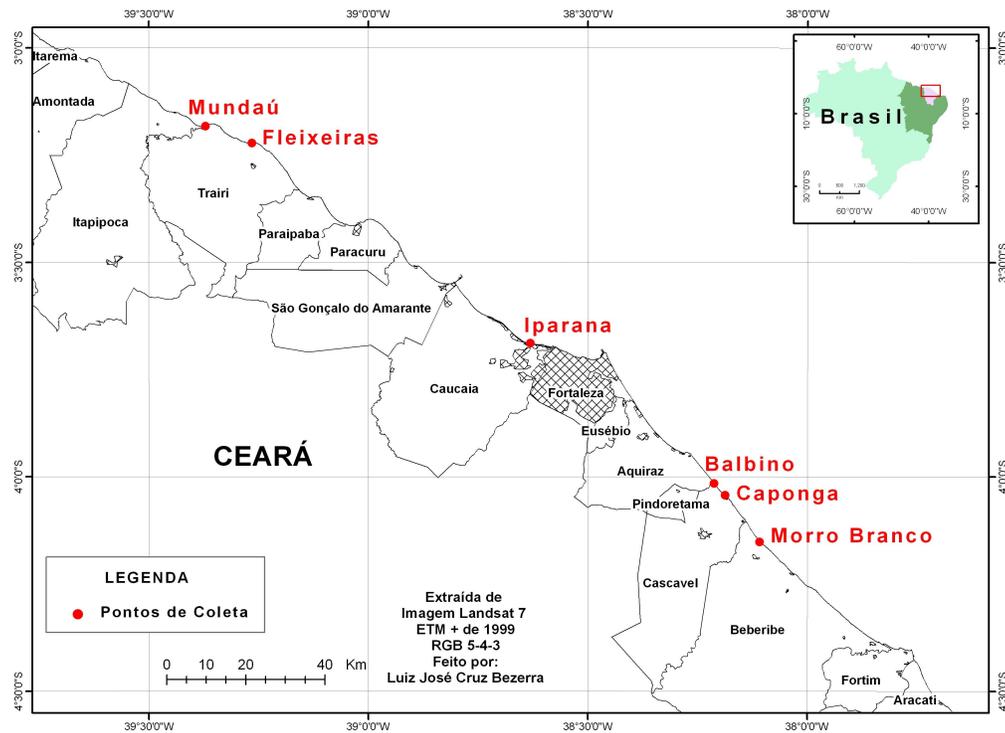


Figura 4. Mapa localizando os pontos de coleta da lagosta *Panulirus argus*.

Fonte: extraída de imagem Landsat 7 ETM por Luiz Bezerra - LABOMAR

Os exemplares coletados foram reconhecidos através da descrição realizada por Melo (1999) para espécies do gênero *Panulirus*. Para os machos observaram-se a morfologia dos pleópodos, localização do poro genital e características anatômicas dos pereiópodos.

### **3.2. ESTUDOS BIOMÉTRICOS**

Após a caracterização específica e sexual dos animais foram realizadas, utilizando um paquímetro de aço com aproximação decimal do milímetro, as seguintes medidas:

1. Comprimento total (CT): distância da margem anterior do cefalotórax, entre o entalhe dos espinhos rostrais, até a extremidade posterior do telson aberto.
2. Comprimento do cefalotórax (CC): distância da margem anterior do cefalotórax, entre o entalhe dos espinhos rostrais, até a extremidade posterior do cefalotórax (Figura 05).
3. Comprimento do abdômen (CA): distância da parte anterior do primeiro segmento abdominal até a extremidade posterior do télson aberto.



Figura 5. Aferição do comprimento do cefalotórax (CC)

Ainda em campo, os animais foram dissecados para a retirada do sistema reprodutor (testículos e vasos deferentes) através de uma abertura na região dorso-mediana do cefalotórax (Figura 06). Antes da dissecação, os animais foram colocados em refrigerador com temperatura média de 4 °C, em média por 15 minutos, para que ocorresse uma diminuição no metabolismo dos mesmos. Essa metodologia tem como objetivo dissecar os animais ainda vivos, para garantir a boa qualidade do material histológico, impedindo a autólise celular.

Os órgãos de cada animal foram separados em histocassetes, etiquetados e armazenados em recipientes de vidro, contendo fixador de Davidson (segundo Bell & Lightner, 1988).



Figura 6. Animal dissecado - abertura da região dorsal do cefalotórax.

### **3.3. PROCESSAMENTO E ANÁLISE HISTOLÓGICA**

Os trabalhos de processamento do material coletado foram realizados no CEDECAM (Centro de Diagnóstico de Enfermidades de Camarão Marinho) do LABOMAR e no Laboratório de Embriologia e Histologia Animal do Departamento de Biologia – UFC.

Os sistemas reprodutores dos animais coletados permaneceram por um período de 24h em solução de Davidson. Após esta permanência, foram lavados em água corrente para a retirada do excesso de fixador e finalmente conservados em álcool 70%.

Os órgãos passaram pelos procedimentos de rotina histológica que consiste na desidratação em uma série gradual etílica (80-100%), diafanização em xilol, impregnação em

parafina em estufa a 60° C e emblocamento através de dispensador de parafina da marca Tissue Tek II. Cortes de 5 a 6µm foram obtidos em micrótomo manual marca American Optical, para posterior coloração.

Para a caracterização dos componentes celulares e teciduais do sistema reprodutor foram utilizados vários corantes. O método Hematoxilina-Eosina-HE (adaptado de Junqueira e Junqueira, 1983) foi utilizado para observar aspectos gerais do sistema, evidenciando componentes basofílicos e acidofílicos. Além desse método, foram utilizados corantes que indiquem a natureza química do material presente: Ácido Periódico de Schiff - PAS (adaptado de McManus, 1946) para detecção de carboidratos, principalmente glicoproteínas, combinação Azul de Alcian-PAS para mucopolissacarídeos ácidos e polissacarídeos neutros, Azul de Bromofenol (adaptado de Pearse, 1960) evidenciando proteínas totais corando-se em azul intenso e Tricrômico de Gomori (Tolosa *et al.*, 2003) para diferenciação do tecido conjuntivo, fibras colágenas e fibras musculares.

Para determinação do estágio de maturação foram observados caracteres macroscópicos como coloração e espessamento da gônada. Sob o ponto de vista microscópico, o indivíduo foi considerado fisiologicamente maduro quando observada a presença de espermátóforo, contendo espermatozóides, no vaso deferente seguindo o critério adotado por Hartnoll (1968), que estudou a maturação em diversas famílias de Brachyura, por Haley (1969), Minagawa & Higuchi (1997), Gochima *et al.* (2000), Liu & Li (2000), Gardner & Williams (2002) e Leite (2005) para as espécies *Ocypode quadrata*, *Panulirus japonicus*, *Hapalogaster dentata*, *Candidiopotamon rathbunae*, *Pseudocarcinus gigas* e *Ucides cordatus*, respectivamente.

As observações e registro fotográfico foram realizados em microscópio de luz da marca Leica com câmara digital acoplada.

Para a análise estatística dos dados, os animais foram divididos em 10 classes de tamanhos com variação de 10 mm. Os cálculos foram feitos com o auxílio do programa Microsoft Excel.

#### 4. RESULTADOS

Foram utilizados 59 exemplares machos da lagosta *P. argus*, com a média de comprimento total de 127,49 mm, variando de 123,00mm a 215,00mm. A maior quantidade de indivíduos analisados, 77,97%, está inserida nas classes de tamanho entre 153,00mm a 193,00mm de comprimento total (Figura 7).

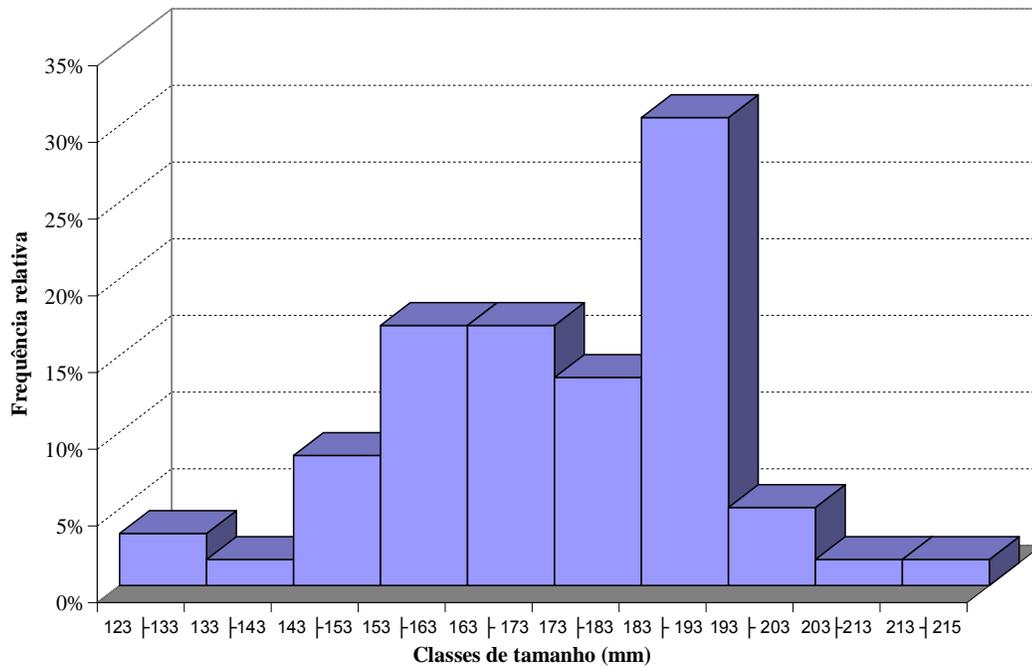


Figura 7. Histograma evidenciando frequência relativa por classe de tamanho dos exemplares de lagosta *P. argus* coletados.

Os animais analisados variaram de 41,00mm a 80,00mm de comprimento do cefalotórax, com média de 62,25 mm. A média de comprimento do abdômen foi de 109,93 mm, variando de 80 mm a 135 mm (Tabela 1).

Tabela 1. Variação das medidas morfométricas dos exemplares machos de *P. argus* por classes de tamanho. CT – Comprimento total, CC – comprimento do cefalotórax, CA – comprimento do abdômen.

Classes de tamanho (CT-mm)	Varição CC (mm)	Varição CA (mm)
123 - 133	41 - 52	80 - 82
133 - 143	50 - 50	90 - 90
143 - 153	52 - 55	90 - 98
153 - 163	53 - 59	95 - 106
163 - 173	60 - 66	103 - 111
173 - 183	62 - 67	110 - 116
183 - 193	64 - 70	114 - 123
193 - 203	70 - 75	122 - 130
203 - 213	74 - 74	129 - 129
213 - 215	80 - 80	135 - 135

#### 4.1. RECONHECIMENTO DA ESPÉCIE *Panulirus argus*

Os indivíduos da espécie *P. argus* são facilmente reconhecidos pela sua coloração vermelha alaranjada e pela presença de espinhos no cefalotórax e na base das antenas. Os espinhos dispõem-se em linhas longitudinais mais ou menos regulares, comprimidos e curvados para cima e para frente. Evidenciam-se também dois grandes espinhos rostrais, localizados acima dos pedúnculos oculares. Observa-se a presença de grandes antênulas medindo quase 2/3 do comprimento do corpo. Os animais apresentam abdômen liso, com presença de sulcos transversais, interrompidos ao meio, em cada somito. Manchas ocelares amareladas, duas delas maiores, presentes no segundo segmento abdominal e as demais menores, presentes na região dorso-lateral dos demais segmentos, em média cinco por segmento (Figura 09).

A identificação de indivíduos machos foi feita pela localização do gonóporo, na coxa do quinto par de pereiópodos, por apresentarem pleópodos unirremes e ausência de uma pequena sub-quela na extremidade do quinto pereiópodo (dátilo), a qual está presente na fêmea (Figura 10A1, 2 e 3).

## **4.2. MORFOLOGIA DO SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO**

### **4.2.1. ASPECTOS MACROSCÓPICOS**

Analisando macroscopicamente o sistema reprodutor do macho da lagosta *P. argus* observou-se que este é bilateral e localiza-se na região dorso mediana do cefalotórax. Levando-se em consideração a morfologia (espessura e extensão) e coloração das distintas regiões do sistema reprodutor, foi possível diferenciar dois componentes básicos: as gônadas (testículos), constituídos de lobos pares, e vasos deferentes, também como estruturas pareadas (Figura 11A, 11B1 e B2). Os vasos deferentes desembocam em dois gonóporos localizados na extremidade do quinto par de pereiópodos posicionados na região ventral do animal (Figura 10A, 10A1).

De acordo com a localização no cefalotórax, os dois lobos testiculares foram divididos em três regiões: anterior, mediana e posterior (Figura 11A). A região anterior localiza-se na altura dos pedúnculos oculares e segue ladeando o tubo digestório, em direção à região posterior do animal, posicionando-se abaixo do coração e sobre a glândula digestiva (hepatopâncreas). A porção logo abaixo do coração foi denominada de região mediana, onde ocorre a ligação com o vaso deferente. A seguir, em direção à região abdominal os lobos ainda paralelos ao tubo digestório constituem a região posterior (Figura 11A; B1 e B2). A extensão do testículo posterior variou nos diversos exemplares analisados, alcançando o primeiro segmento abdominal nos animais que apresentaram comprimento do cefalotórax (CC) a partir de 155mm.

Os dois lobos testiculares dos animais analisados não apresentaram conexão ou comissura interligando um ao outro. Além disso, a espessura entre os lobos esquerdo e direito foi semelhante, embora estes lobos tenham apresentado comprimento diferenciado (Figura 11A; B1 e B2).

As gônadas apresentaram-se brancas ou transparentes; esta última, muitas vezes de difícil visualização e dissecação (Figura 11B1 e B2). Os exemplares entre os tamanhos 123 mm e 158 mm de comprimento total apresentaram gônada transparente, com exceção de um único exemplar com 144 mm. Nos animais a partir de 159 mm foram encontradas gônadas transparentes e brancas.

Na região mediana do testículo, surge um tubo altamente enovelado, denominado de vaso deferente, de coloração branca opaca, diferenciando-se significativamente da gônada, por sua sinuosidade, espessura e coloração branca. O vaso

deferente ladeia o testículo e distancia-se penetrando entre os músculos do cefalotórax até o quinto par de pereiópodos, onde se abre para o exterior através do gonoporo (Figura 11A).

O vaso deferente foi dividido em três regiões, baseando-se na localização e diferenças anatômicas.

A região do vaso mais próxima do testículo foi denominada vaso deferente proximal (VDP), apresentando-se como um tubo altamente convoluto, com numerosas curvas ao longo de seu trajeto. Inicialmente o VDP se estende paralelo ao testículo e forma um ângulo reto, se afastando da porção mediana deste em direção à região lateral da carapaça, tornando-se menos convoluto (Figura 11A).

A região mediana do vaso deferente denominada vaso deferente mediano (VDM), caracteriza-se por apresentar um túbulo reto e sem curvas (Figura 11A).

A região mais alargada do vaso, e que penetra na musculatura do cefalotórax, foi denominada vaso deferente distal (VDD). Este segue mais ou menos em linha reta, entre os músculos do cefalotorax, até alcançar a coxa do quinto par de pereiópodos (Figura 11A).

Em nenhuma das extensões do vaso deferente foi possível identificar macroscopicamente uma estrutura aderida que poderia ser caracterizada como glândula androgênica.

#### **4.2.2. ASPECTOS MICROSCÓPICOS**

Neste trabalho, utilizou-se como parâmetro microscópico para determinar a maturidade dos animais a presença ou ausência de espermatóforo no vaso deferente. Os exemplares com comprimento total (CT) entre 123 mm a 153 mm não apresentaram espermatóforo no vaso deferente. A partir do exemplar de 155 mm de CT, observou-se esse componente (Figura 08).

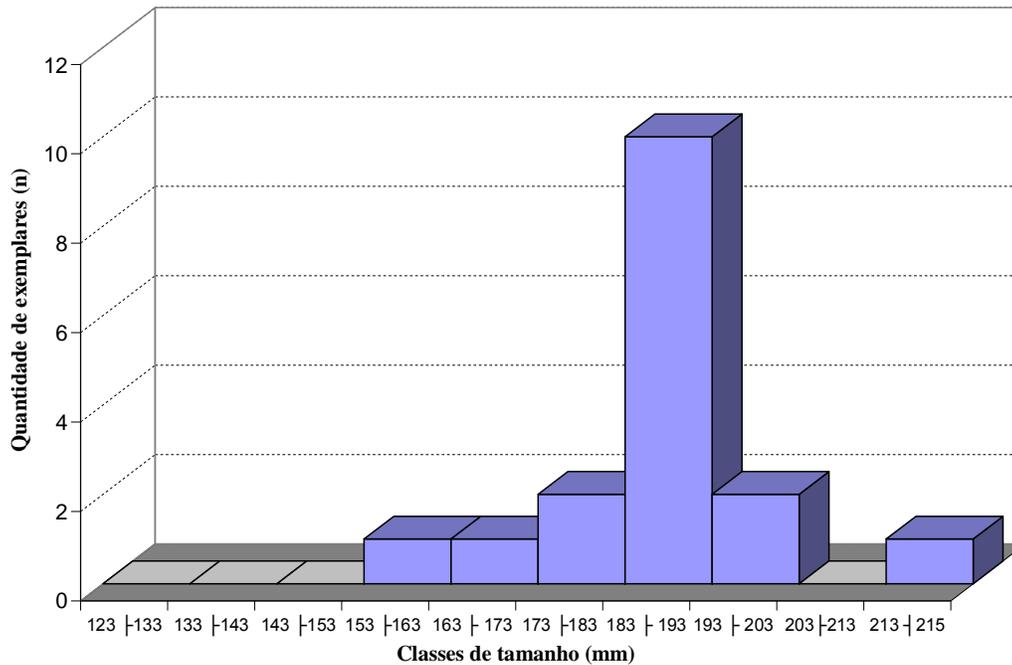


Figura 8. Histograma evidenciando a quantidade de indivíduos machos de *P. argus* que apresentaram espermatozóide no vaso deferente.

#### 4.2.2.1. TESTÍCULO

Os testículos de *P. argus* são revestidos por uma delgada camada de material fibroso. Abaixo desta observam-se secções de um extenso túbulo seminífero altamente enovelado. Por entre as secções, preenchendo os espaços externos aos túbulos, são encontrados vários elementos, como vasos e seios hemais (Figura 12A, B).

Nas secções transversais e longitudinais das regiões anterior, mediana e posterior do testículo foram evidenciados vários tipos celulares no interior do túbulo seminífero. Esses tipos celulares são as células germinativas e as células acessórias (Figura 12B).

Da periferia para a porção mais interna do túbulo seminífero foi possível observar o revestimento formado por epitélio simples pavimentoso (Figura 12B). As células do epitélio de revestimento apresentam núcleos achatados, de formato irregular. Frequentemente estas células aparecem contornando toda a parede do túbulo seminífero. A este conjunto de células foi dado o nome de células acessórias (Figura 12B).

Em algumas secções do testículo, foi possível identificar um acúmulo de material acelular PAS-positivo no lúmen do túbulo seminífero, assim como uma reação positiva ao Azul de Bromofenol. Na luz do túbulo seminífero de quaisquer regiões do testículo, encontram-se também cavidades, grânulos e espermatozóides dispersos (Figura 12C, D).

Na luz do túbulo seminífero observa-se uma secreção, corada em verde pelo Tricrômico de Gomori, que envolve os espermatozóides (Figura 12B). Essa substância também reagiu positivamente à combinação Alcian-PAS (Figura 12C) e corou-se em roxo na coloração HE, tendo assim caráter basofílico (matriz basofílica) (Figura 15C). Na luz do túbulo também são encontrados espaços não corados, envolvidos por uma membrana com aspecto de uma célula em degeneração. Estas estruturas foram denominadas cavidades (Figura 15A, B). As cavidades são individualizadas pela matriz basofílica, corada em verde, apresentando uma substância fortemente corada pela hematoxilina, disposta internamente, podendo ser resquícios do núcleo ou do citoplasma regredido das células germinativas ou grânulos protéicos produzidos pelas células secretoras do epitélio (Figura 13B, 15B). Os grânulos encontrados no interior das cavidades e envoltos pela matriz espermatofórica no lúmen do túbulo seminífero e do vaso deferente possuem natureza basofílica e apresentam-se de variados tamanhos e formas.

As três regiões testiculares, anterior, mediana e posterior, macroscopicamente definidas, apresentaram organização histológica semelhante. Diferentes estágios das células germinativas foram definidos a partir do aspecto do núcleo e de sua relação com o diâmetro total da célula.

As diversas reações aos corantes utilizados permitiram uma maior definição dos estágios das células germinativas. Através desses critérios foram definidos cinco diferentes tipos celulares:

- Espermatogônias (Epg): localizam-se próximas ao epitélio de revestimento, são as maiores células da linhagem germinativa apresentando tamanho médio de 14  $\mu\text{m}$ , com núcleos esféricos medindo cerca de 10  $\mu\text{m}$ . Apresentam cromatina dispersa em toda a extensão do núcleo. O citoplasma é reduzido, apresentando-se como uma estreita faixa ao redor do núcleo, e de difícil visualização pelas colorações utilizadas (Figuras 12B, C D; 13A, B).

- Espermatócitos I (Epc I): células com núcleos de formato circular, com tamanho médio de 7 $\mu$ m. Cromatina condensada preenchendo quase que totalmente o espaço nuclear. Núcleos medindo cerca de 5 $\mu$ m (Figura 13A).
- Espermatócitos II (Epc II): bastante semelhantes ao espermatócito I, diferenciando-se apenas na conformação da cromatina, que se apresenta disposta próximo ao envoltório nuclear interno. Núcleos medindo cerca de 5 $\mu$ m (Figura 13A).
- Espermátides (Ept): são células com núcleo reduzido e esférico, cromatina bastante condensada. São menores que as espermatogônias e os espermatócitos, com núcleos medindo cerca de 3 $\mu$ m. São encontradas nas regiões próximas ao lúmen e no lúmen do túbulo seminífero, dando evidências de que estas células tornar-se-ão espermatozóides no lúmen do túbulo seminífero ou do vaso deferente (Figura 13A).
- Espermatozóides (Epz): estágio final de maturação das células germinativas. São as células de menor tamanho, geralmente encontradas na região do lúmen do túbulo seminífero do testículo anterior, mediano e posterior ou encapsulado na forma de espermatóforo no lúmen do vaso deferente. O núcleo apresenta-se bastante volumoso em relação ao citoplasma medindo cerca de 2 $\mu$ m. São células de difícil visualização, possuem formato esférico, com uma região mais evidente, corada mais fortemente pela hematoxilina (Figura 12C; 13A).

As células germinativas em seus diferentes estágios encontram-se distribuídas por todas as regiões do túbulo seminífero, não existindo assim uma região específica de localização para estas células. Exceção apenas para os espermatozóides, os quais são observados apenas no lúmen do túbulo em toda a sua extensão (Figura 12B, C; 13A, B). Também não foram observadas diferenças significativas em relação aos estágios de maturação das células germinativas nas três regiões testiculares, macroscopicamente definidas, ou seja foram encontrados espermatogônias, espermatócitos, espermátides e espermatozóides nas regiões anterior, mediana e posterior do testículo.

O espaço entre a camada de fibras que envolvem o testículo e o túbulo seminífero é preenchido por tecido conjuntivo frouxo, constituído por fibras colágenas, onde são encontrados: vasos hemais contendo hemolinfa, hemócitos dispersos, seios hemais e fibras em diversas orientações (Figura 12A, B; 14A, B).

O tecido conjuntivo frouxo é corado em verde pelo Tricrômico de Gomori, assim como as fibras colágenas basofílicas, fortemente coradas pelo verde luz ou “fast green”. As

fibras e substância amorfa também reagiram positivamente ao Azul de Bromofenol (Figura 12A, B; D).

Os vasos hemais são caracterizados por possuírem uma membrana de revestimento lisa e delgada, e em seu interior encontra-se uma substância de natureza granular, a hemolinfa (Figura 14A, B). Esta membrana cora-se em verde pelo Tricrômico de Gomori (Figura 14B), reagindo moderadamente à combinação Alcian-PAS (Figura 14A). Os seios hemais aparecem como espaços preenchidos por hemolinfa localizados entre as fibras do testículo e no vaso deferente (Figura 12B) e não são revestidos pela membrana que delimita os vasos hemais.

Em um dos lados da região do lúmen do túbulo seminífero observa-se um espessamento do núcleo das células acessórias que se localizam na periferia do túbulo, formando um epitélio simples cúbico (Figura 12B; 13B). O epitélio é formado por células com núcleos bastante evidentes e fortemente corados com hematoxilina utilizada na composição do Tricrômico de Gomori (Figura 12B).

#### **4.2.2.2. VASO DEFERENTE**

A partir da análise macroscópica do vaso deferente e das análises histológicas, como o tipo e espessura dos tecidos, e características como: deposição de secreção no lúmen do vaso deferente e disposição das camadas musculares, foi possível diferenciar três regiões no vaso deferente de *P. argus*: vaso deferente proximal (VDP), vaso deferente mediano (VDM) e vaso deferente distal (VDD).

##### **4.2.2.2.1. VASO DEFERENTE PROXIMAL (VDP)**

O vaso deferente proximal (VDP) liga-se à porção mediana do testículo, funcionando como um túbulo coletor de espermatozoides, substância acelular e cavidades produzidos nas regiões testiculares (Figura 14A, B; C).

O epitélio do VDP consiste de uma camada simples de células colunares altas e secretoras com núcleos basofílicos de 6-7 $\mu$ m de diâmetro, fortemente corados com hematoxilina (Figura 14C; 15C). O epitélio está apoiado numa membrana basal, apresentando grande quantidade de fibras, coradas fortemente em verde pelo verde luz, componente do Tricrômico de Gomori (Figura 15A, B). Externamente à camada de células epiteliais, há uma

camada de fibras colágenas e uma considerável quantidade de núcleos basofílicos dispersos de tecido conjuntivo (Figura 15C, D).

As células epiteliais secretoras presentes no vaso deferente proximal (VDP) provavelmente são responsáveis pela deposição de uma substância acelular denominada matriz espermatofórica. A matriz espermatofórica envolve a massa de espermatozóides oriunda do túbulo seminífero (Figura 15A, C).

No VDP observa-se a presença de espermátóforo com muitas cavidades e pouca deposição de matriz espermatofórica acidofílica em volta do espermátóforo e cavidades. Em algumas secções e colorações não se observou a presença de matriz espermatofórica acidofílica envolvendo o espermátóforo (Figura 14B; 15B, D), entretanto a matriz basofílica foi observada nas secções onde observou-se espermátóforo (Figura 15A, B, C e D). Em outras foi observada uma substância homogênea e eosinofílica dispersa no lúmen do vaso sem espermátóforo e espermatozóides, também chamada de matriz espermatofórica acidofílica (14A, C).

No lúmen do VDP, foram observados espermatozóides e grânulos escuros dispersos e uma substância corada em azul-rosa pelo Azul de Alcian utilizado na combinação Alcian-PAS, indicando assim a presença de polissacarídeos ácidos nesta substância (Figura 15D).

#### **4.2.2.2. VASO DEFERENTE MEDIANO (VDM)**

O vaso deferente mediano (VDM) difere do VDP por apresentar um diminuto espessamento e por tornar-se um tubo reto circundado por fibras musculares. Nesta região observa-se um pronunciado sulco na forma de invaginação em um dos lados da camada epitelial secretora em direção ao lúmen. À estrutura formada por este sulco deu-se o nome de tiflossole (Figura 16A, C, D).

A parede interna do vaso deferente mediano consiste de um epitélio simples colunar alto, apresentando pronunciáveis dobramentos formando diversas regiões secretoras e com alto grau de deposição de matriz espermatofórica.

O epitélio colunar repousa sobre uma espessa camada de fibras colágenas dispostas longitudinalmente ao epitélio e fortemente corada em verde pelo Tricrômico de Gomori (Figura 16B). Estas fibras são envolvidas por musculatura longitudinal (Figura 16B, E).

#### **4.2.2.2.3. VASO DEFERENTE DISTAL (VDD)**

Esta última porção do vaso deferente é bastante espessa em relação às outras duas regiões, formado internamente por um epitélio simples colunar alto e externamente rodeado por uma espessa camada de músculos (Fig. 17A, B).

Em secções transversais e longitudinais, as diversas colorações utilizadas evidenciaram duas camadas de músculos espessos, uma mais interna, logo abaixo da membrana basal do epitélio, formada por musculatura estriada longitudinal e outra adjacente a esta, de musculatura circular também estriada (Figura 17B).

O tecido epitelial que reveste o lúmen do vaso é formado por células altas, secretoras, medindo cerca de 20µm, com núcleo basal fortemente corado com hematoxilina, medindo cerca de 5µm (3-5µm), semelhantes às aquelas encontradas na região mediana do vaso deferente e diferenciando-se daquelas descritas no VDP pela presença de prolongamentos na região apical, aqui considerados como cílios (Figura 17C, D).

A camada formada pela matriz espermatofórica acelular torna-se mais espessa à medida que se aproxima do poro genital. Esta apresenta forte acidofilia, comprovada pela forte coloração em vermelho pela coloração HE (Figura 18C).

#### **4.2.2.3. GLÂNDULA ANDROGÊNICA**

Nas secções histológicas, foi possível observar um aglomerado de células ladeando a região subterminal, mais alargada, do vaso deferente distal (VDD).

Este aglomerado de células foi identificado como glândula androgênica. A glândula é formada por uma massa celular que se prende ao vaso deferente através de um envoltório de tecido conjuntivo (Figura 18A). Não foram visualizadas ligações anatômicas entre o vaso e a glândula androgênica, sendo, portanto uma estrutura individualizada.

Identificou-se somente uma categoria celular constituinte da glândula androgênica. Células com núcleos basofílicos de formato elíptico ou oval medindo cerca de 5µm, citoplasma de difícil visualização e cromatina apresentando-se como pontos dispersos pela região do envoltório nuclear e nas demais regiões do núcleo.

#### **4.2.2.4. ESPERMATÓFORO**

O espermatóforo apresenta-se como uma massa de espermatídes e espermatozóides que se aglomeraram com grânulos e cavidades envoltos por uma matriz basofílica e mais externamente rodeados por matriz espermatofórica eosinofílica, preenchendo quase toda a luz do vaso deferente na região final do vaso (VDD) (Figura 18B, C).

A matriz espermatofórica mais interna do espermatóforo reagiu positivamente à combinação Alcian-PAS (Figura 15D) corando-se em azul pelo Azul de Alcian, comprovando ser rica em polissacarídeos ácidos. A substância corou-se também em verde pelo verde luz do Tricrômico de Gomori e roxo pela hematoxilina, mostrando caráter basófilo, sendo portanto denominada matriz basofílica (Figura 15B, C).

O aparecimento dos grânulos não foi constante em todos os indivíduos observados, assim como registrou-se a presença destes dispersos no lúmen do vaso deferente sem a presença de matriz, cavidades e espermatozóides (Figura 17C, D).

A massa de espermatozóides juntamente com a matriz espermatofórica que formam o espermatóforo são eliminados durante a cópula pela contração peristáltica da porção distal do vaso deferente.

Figura 9. Visão da região dorsal de um exemplar macho da lagosta espinhosa *Panulirus argus* medindo 203 mm de comprimento total.

- Caracteres diagnósticos da espécie:
  1. Espinhos no cefalotórax e na base das antenas
  2. Manchas ocelares
  3. Sulcos transversais



Figura 10. Vista ventral de um exemplar macho de *P. argus*.

A. Caracteres de determinação do sexo.

1. Gonoporo na coxa do quinto par de pereiópodo.
2. Ausência de sub-quela no dácilo do quinto pereiópodo.
3. Pleópodos unirremes.

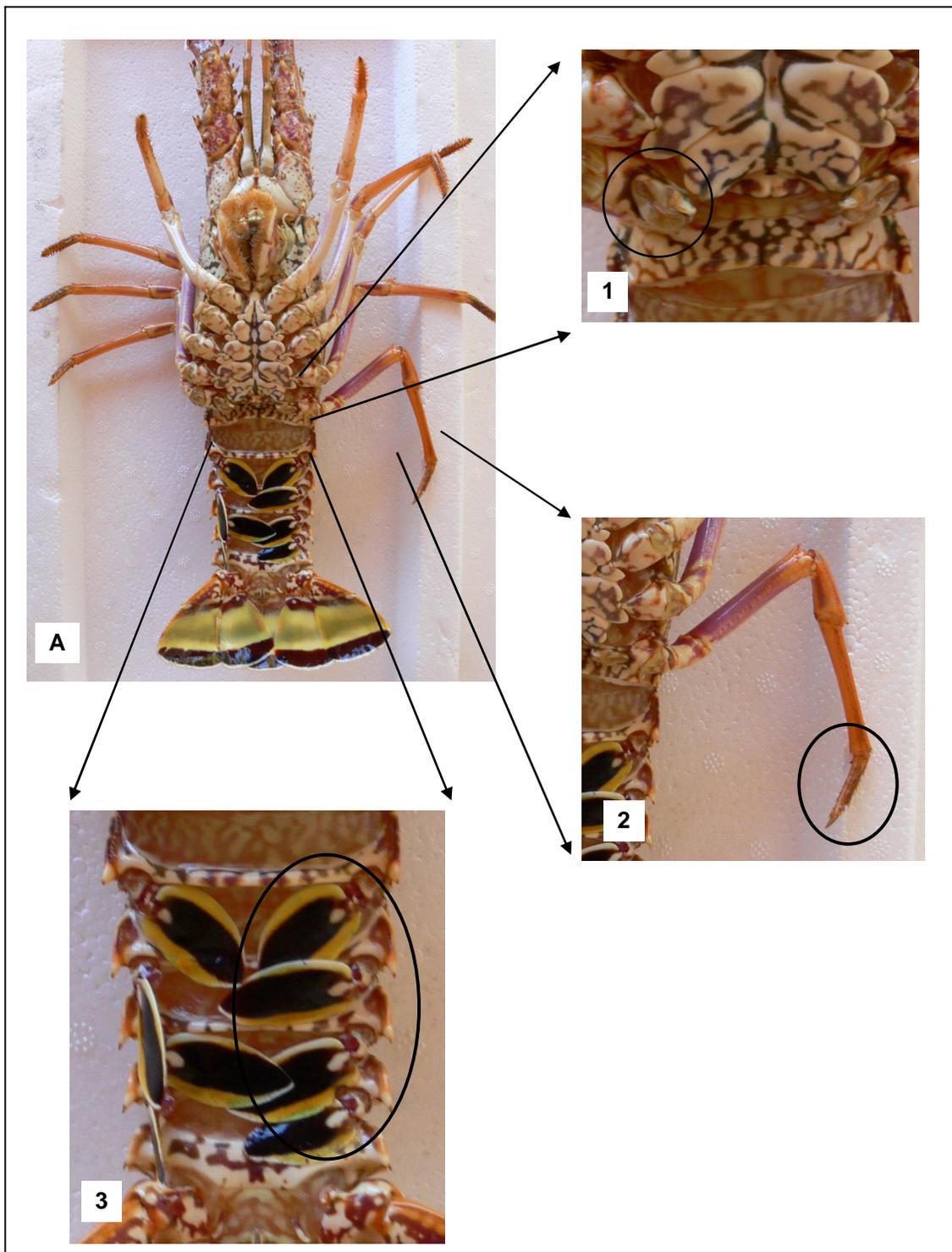


Figura 11. Aspectos gerais da região dorsal do macho de *P. argus*.

A. Desenho esquemático evidenciando o sistema reprodutor:

TA – Testículo anterior

TM – Testículo mediano

TP – Testículo posterior

VDP – Vaso deferente proximal

VDM – Vaso deferente mediano

VDD – Vaso deferente distal

Escala: 1 cm

B. Visão da região dorsal após retirada da carapaça e do coração (círculo pontilhado), evidenciando diversos órgãos.

- B1. Testículo (T) transparente de um exemplar com 172 mm de comprimento total.
- B2. Testículo (T) de coloração esbranquiçada de um exemplar de 193 mm de comprimento total.

Observa-se: hepatopâncreas (H), trato digestório (TDg), musculatura (M) e câmara branquial (CB).

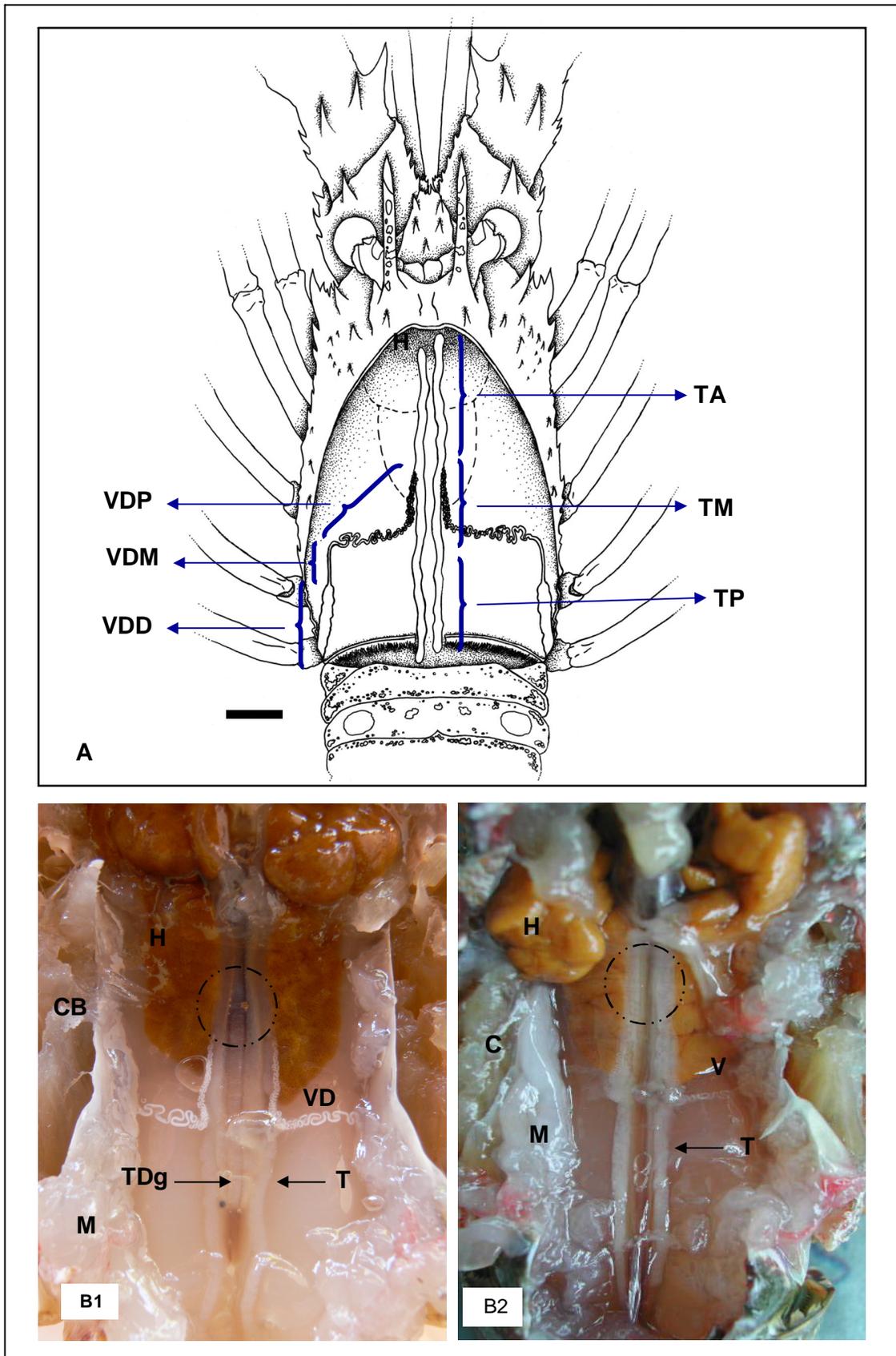


Figura 12. Fotomicrografia de secções do testículo anterior de *P. argus*.

- A. Secção do túbulo seminífero enovelado (TS), revestimento fibroso (RF) que contorna todo o órgão e tecido conjuntivo (TC) que preenchem os espaços intersticiais. Coloração: Tricrômico de Gomori. Escala 50µm
  
- B. Detalhe de secções do túbulo seminífero (TS) evidenciando epitélios de revestimento: epitélio pavimentoso (Epv) formado por células acessórias (CA), epitélio cúbico (Ecb). Espermatogônia (Epg) Seio hemal (SH) preenchido por hemolinfa (h). Coloração: Tricrômico de Gomori. Escala 20µm
  
- C. Fotomicrografia mostrando cavidades (C), lúmen do túbulo seminífero (L), e células germinativas: espermatogônia (Epg), espermatozóide (Epz). Coloração Alcian-PAS. Escala 20µm
  
- D. Fotomicrografia evidenciando substância de natureza protéica (SNP) secretada no lúmen (L) do túbulo seminífero, epitélio pavimentoso (Epv), epitélio cúbico (Ecb), espermatogônia (Epg). Coloração Azul de Bromofenol. Escala 20µm

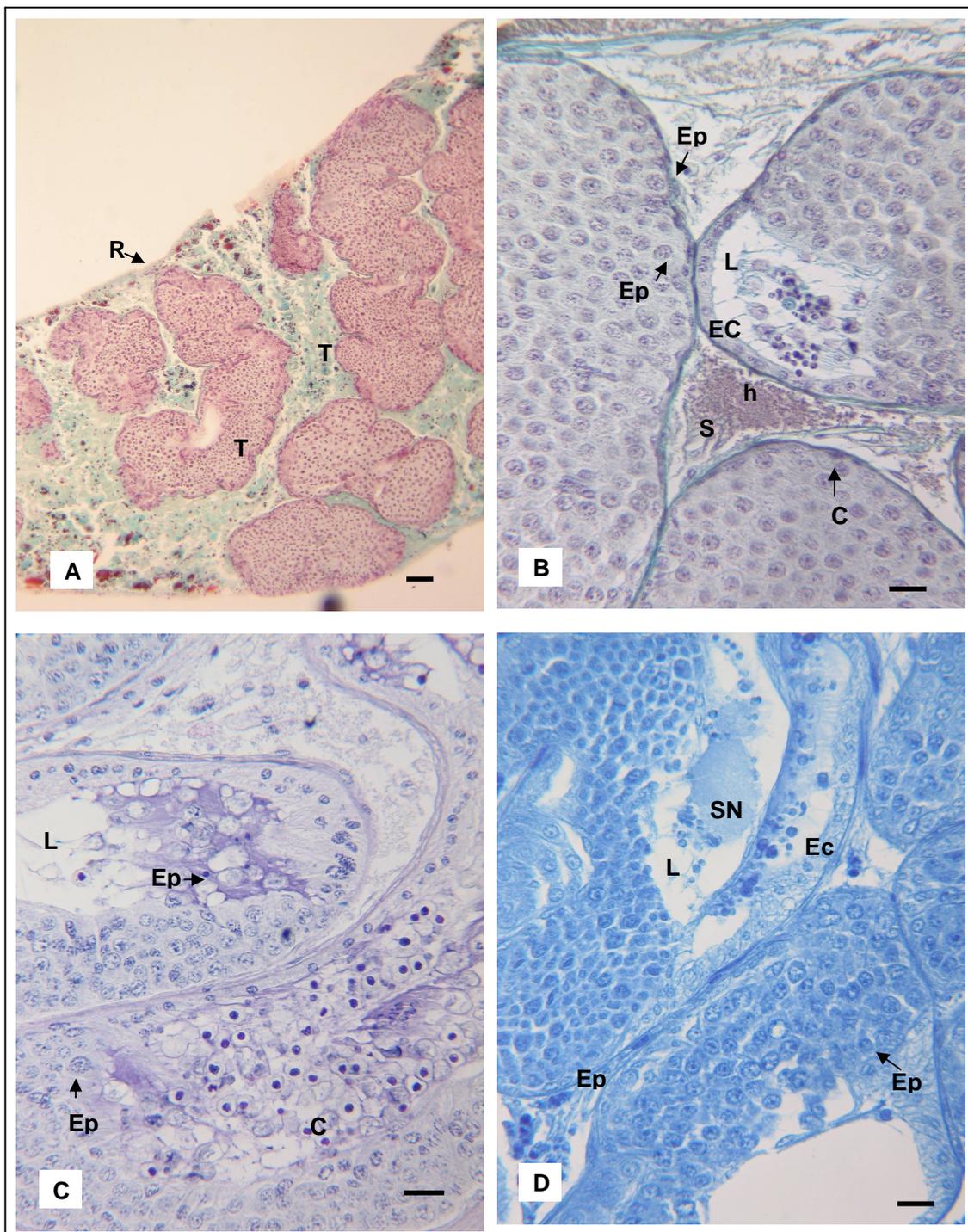


Figura 13. Fotomicrografia da região posterior do testículo de *P. argus*.

- A. Secção do túbulo seminífero (TS) evidenciando células germinativas: espermatogônia (Epg), espermatócito I (Epc I), espermatócito II (Epc II), espermatíde (Ept), espermatozóide (Epz). Coloração Alcian-PAS. Escala 20 $\mu$ m
  
- B. Detalhe da secção do túbulo seminífero (TS) evidenciando células germinativas nos diferentes estágios: espermatogônia, espermatogônias em divisão (Epg d), cavidades (C), espermatozóides (Epz) e grânulos (G). Coloração Alcian-PAS. Escala 10 $\mu$ m

Obs.: Detalhes das células germinativas – escala: 6 $\mu$ m

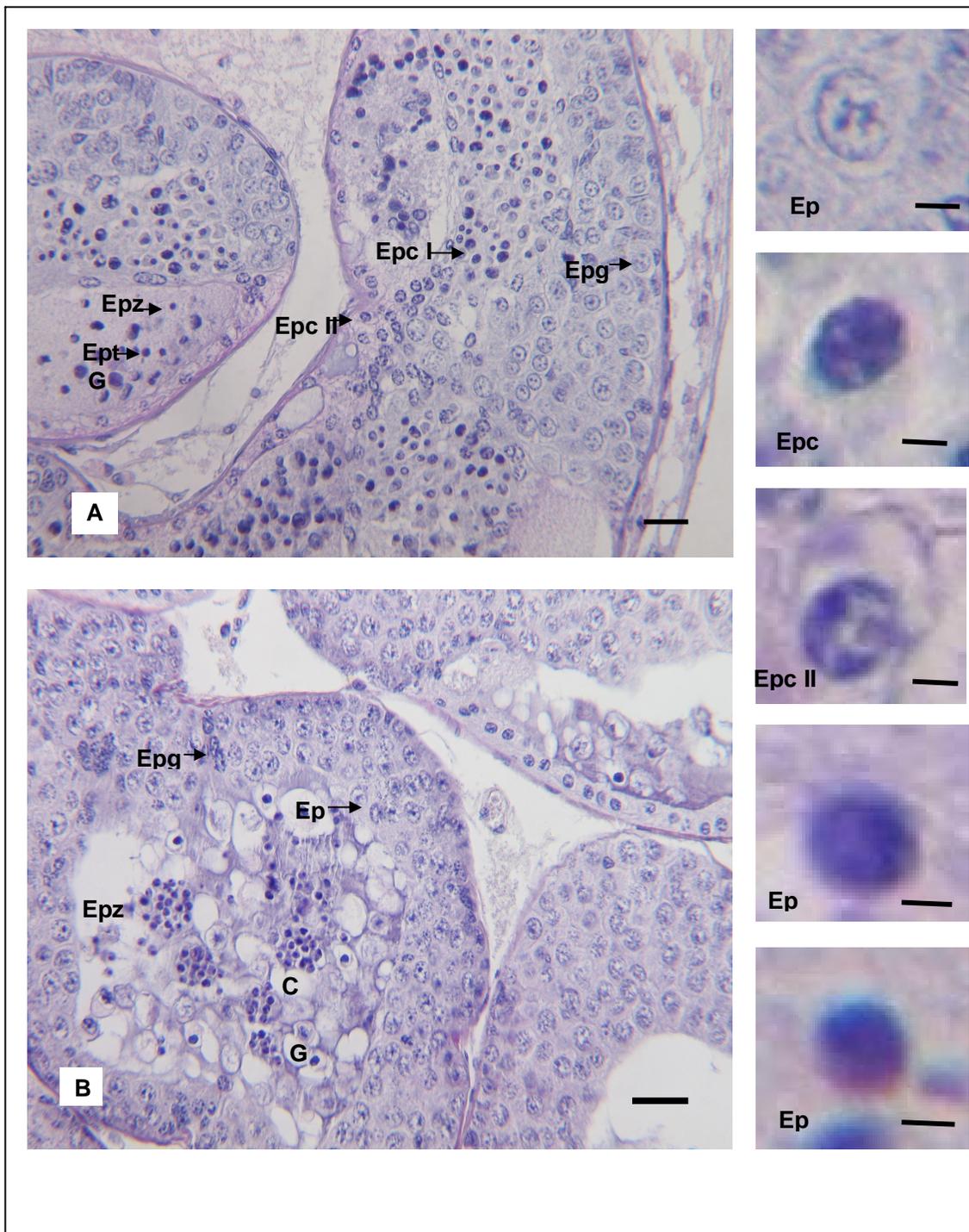


Figura 14 - Fotomicrografia da região de transição entre o testículo mediano e o vaso deferente proximal.

- A. Deposição de matriz espermatofórica acidofílica (MEA) no vaso deferente proximal (VDP) constituído por epitélio simples colunar (Ecl). Coloração: Alcian-PAS. Escala 100 $\mu$
- B. Espermatóforo (E) circundado por matriz espermatofórica basofílica (MEB) e mais externamente por matriz espermatofórica acidofílica (MEA) no lúmen (L) do vaso deferente proximal (VDP). Coloração: Tricrômico de Gomori. Escala 100 $\mu$ m
- C. Detalhe do vaso deferente proximal (VDP) e do testículo mediano (T). Evidenciando epitélio simples colunar (Ecl), matriz espermatofórica acidofílica (MEA), tecido conjuntivo (TC) e vaso hemal (VH). Coloração HE. Escala 20 $\mu$

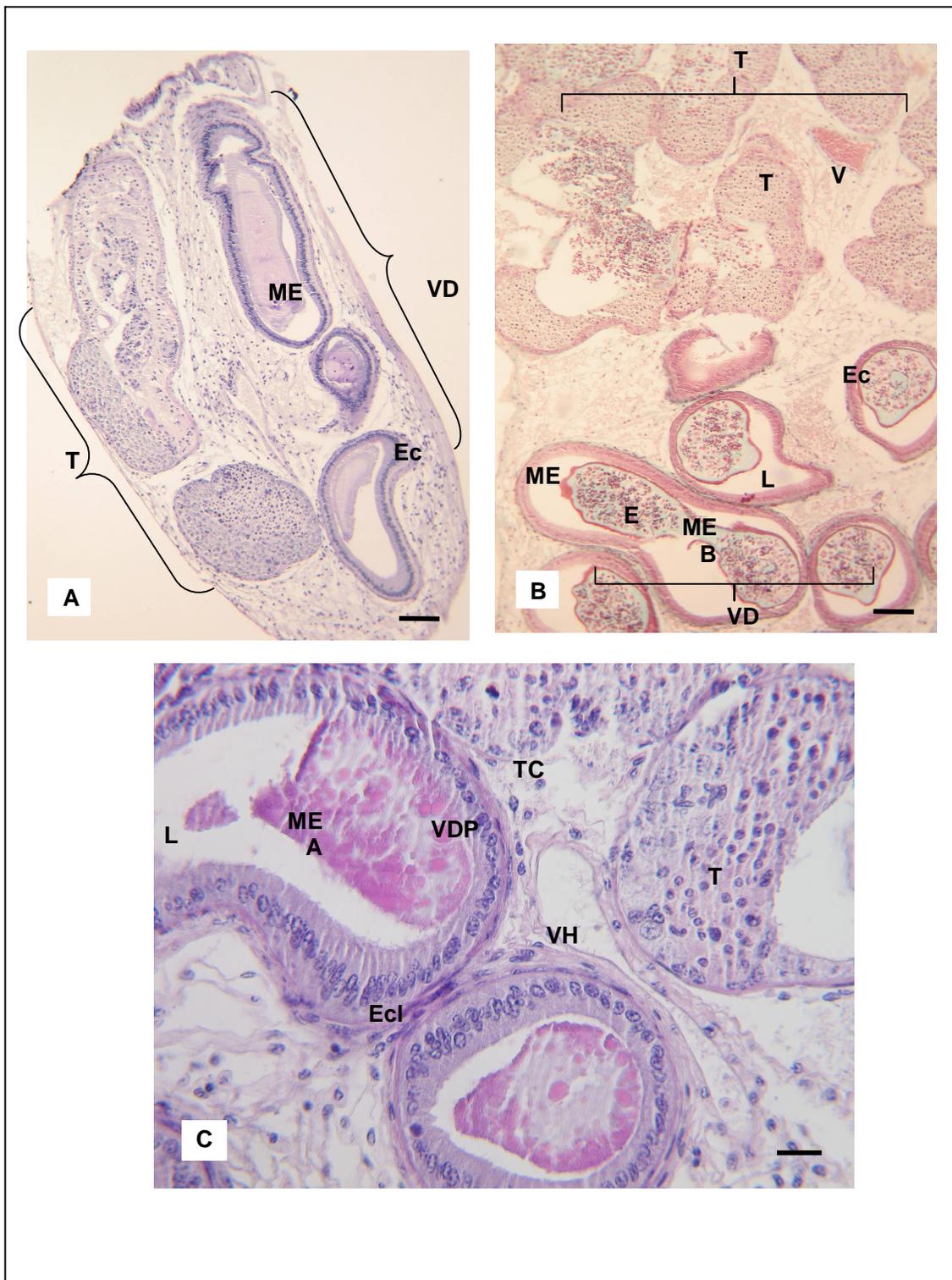


Figura 15. Fotomicrografia da região proximal do vaso deferente (VDP) de *P. argus*.

- A. Aspecto do vaso deferente contendo espermátóforo (E) no lúmen (L) contendo matriz espermatófórica basofílica (MEB) e uma fina camada de matriz espermatófórica acidofílica (MEA). Epitélio simples colunar alto (Ecl), fibras do conjuntivo (FC). Coloração Tricrômico de Gomori. Escala 20 $\mu$
- B. Espermátóforo (E) no lúmen (L), cavidades (C), grânulos (G), observa-se ausência de matriz espermatófórica. Epitélio simples colunar alto (Ecl) repousando sobre um fino feixe de fibras do conjuntivo (FC). Coloração Tricrômico de Gomori. Escala 20 $\mu$ m
- C. Espermátóforo (E) no lúmen (L), cavidades (C), grânulos (G), espermatozóides (Epz) envoltos por matriz espermatófórica basofílica (MEB) e uma fina camada de matriz espermatófórica acidofílica (MEA), epitélio simples colunar alto (EC) que repousa sobre um fino feixe de fibras do conjuntivo (FC) Coloração HE. Escala 20 $\mu$ m
- D. Espermátóforo (E) no lúmen (L), cavidades (C), grânulos (G), espermatozóides (Epz) envoltos por matriz espermatófórica basofílica (MEB), epitélio simples colunar alto (Ecl) repousando sobre um fino feixe de fibras do conjuntivo (FC). Observa-se ausência de matriz espermatófórica acidofílica. Coloração alcian-PAS. Escala 20 $\mu$ m

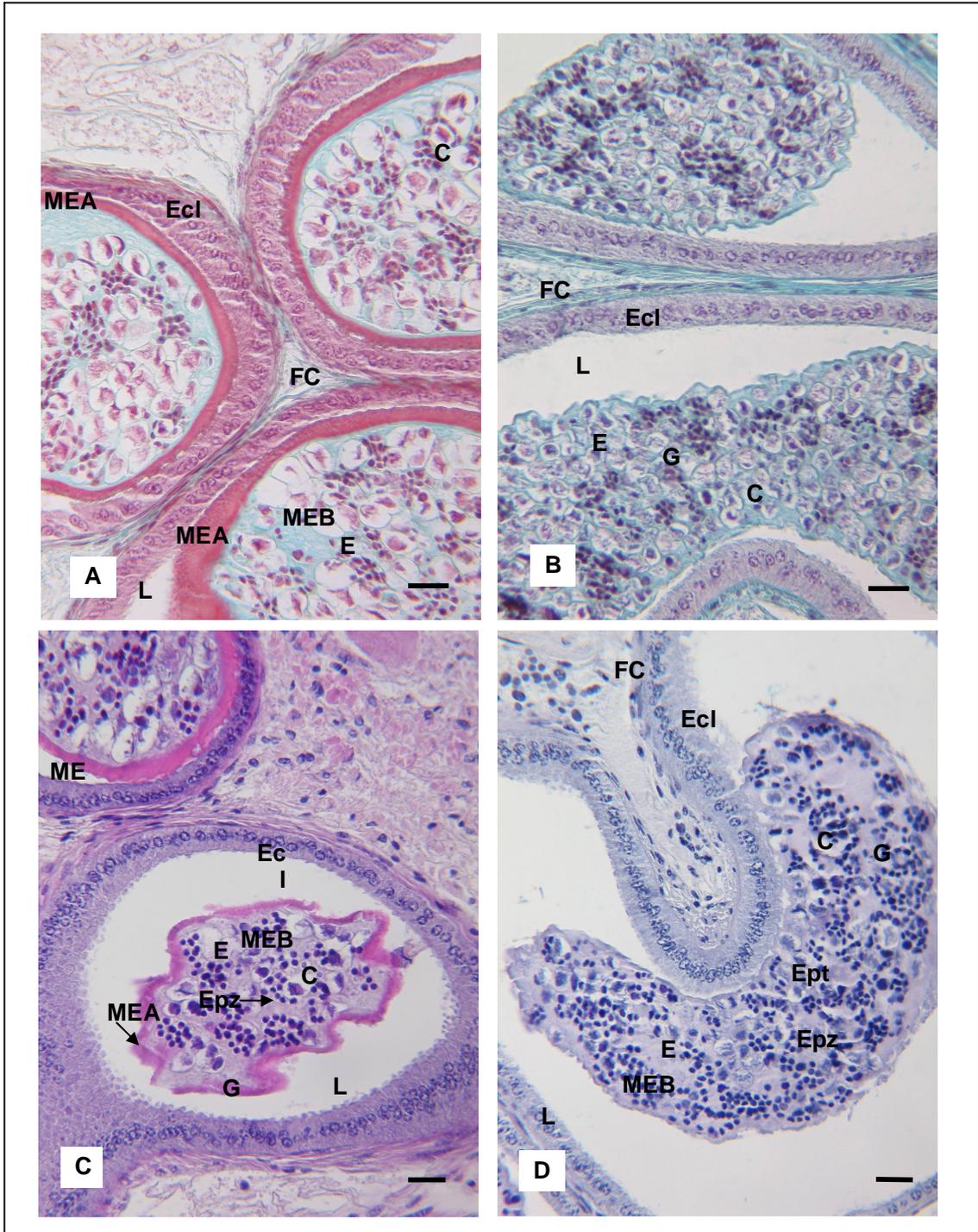


Figura 16. Secções transversal e longitudinal do vaso deferente mediano (VDM) de *P. argus*

- A. Detalhe da tiflossole (T), mostrando camada muscular (CM), camada espessa de fibras (FC) onde repousa o epitélio colunar secretor (Ecl). Coloração Tricrômico de Gomori. Escala 20µm
- B. Epitélio colunar simples com células altas secretoras (Ecl), apoiado sobre diversos feixes de fibras (FC), camada muscular longitudinal (CML) e lúmen (L). Coloração Tricrômico de Gomori. Escala 20µm
- C. Detalhes das células do epitélio colunar secretor (Ecl) e da matriz espermatofórica acidofílica (MEA). Coloração HE. Escala 20µm
- D. Tiflossole (T) com espermatóforo (E) na região do lúmen (L) e camada muscular (M). Coloração HE. Escala 100µm
- E. Detalhes do espermatóforo (E) e da matriz espermatofórica acidofílica (MEA) Coloração HE. Escala 20µm

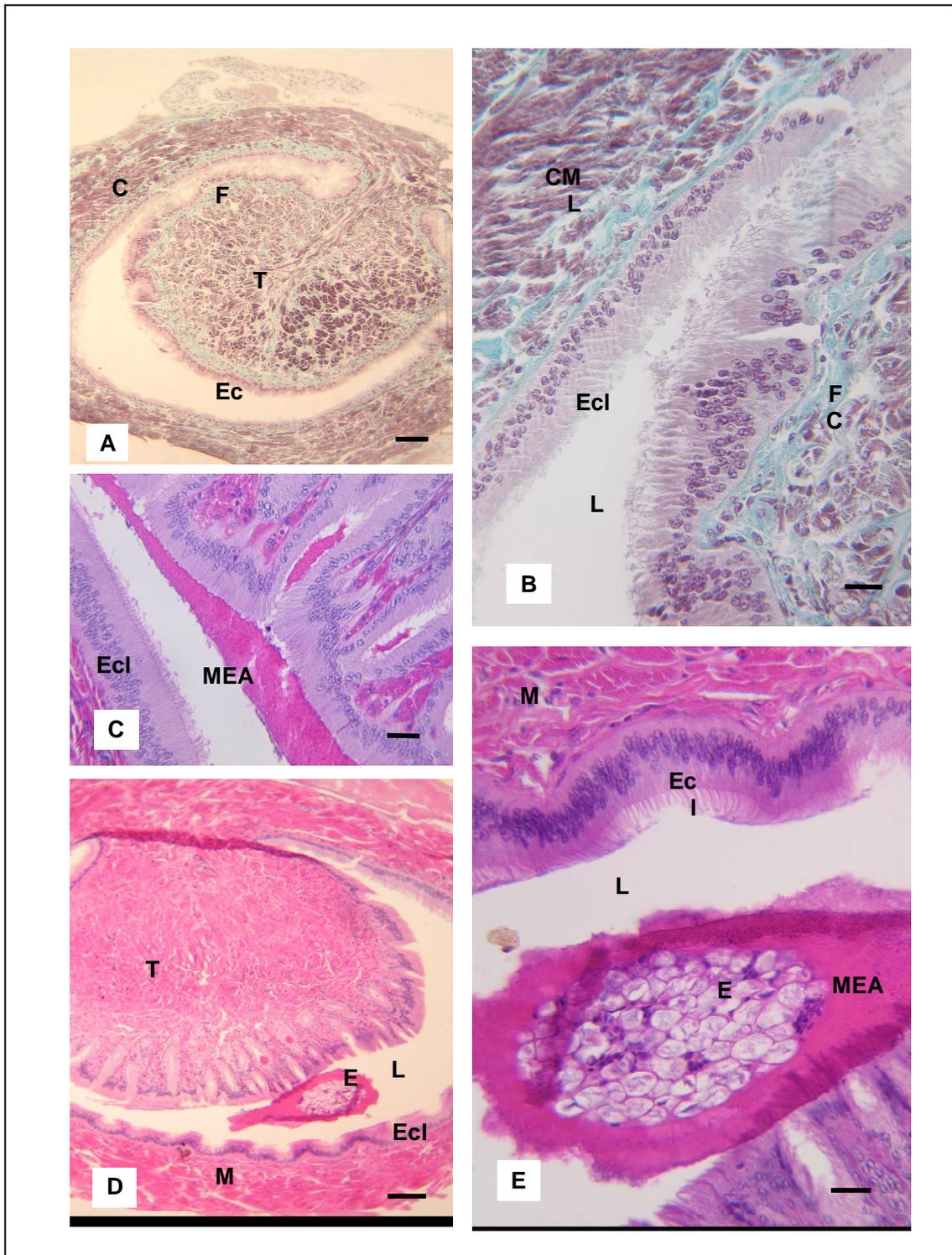


Figura 17. Fotomicrografia do vaso deferente distal (VDD) de *P. argus* seccionado longitudinalmente.

- A. Aspecto geral do VDD, mostrando lúmen (L), epitélio simples colunar (Ecl), fibras de tecido conjuntivo (FC), camada muscular longitudinal (CML), camada muscular circular (CMC) e grânulos dispersos no lúmen (G). Coloração Tricrômico de Gomori. Escala 50µm
  
- B. Detalhe do VDD, destacando epitélio simples colunar alto (Ecl), camada muscular longitudinal (CML), camada muscular circular (CMC). Coloração Tricrômico de Gomori. Escala 20µm
  
- C. Grânulos dispersos (G) no lúmen do vaso (L), epitélio simples colunar (Ecl) apoiado em redes de fibras (FC). Coloração Tricrômico de Gomori. Escala 20µm
  
- D. Detalhe do epitélio colunar secretor (Ecl) e dos grânulos (G) envoltos por uma substância de coloração azul. Coloração Tricrômico de Gomori. Escala 10µm

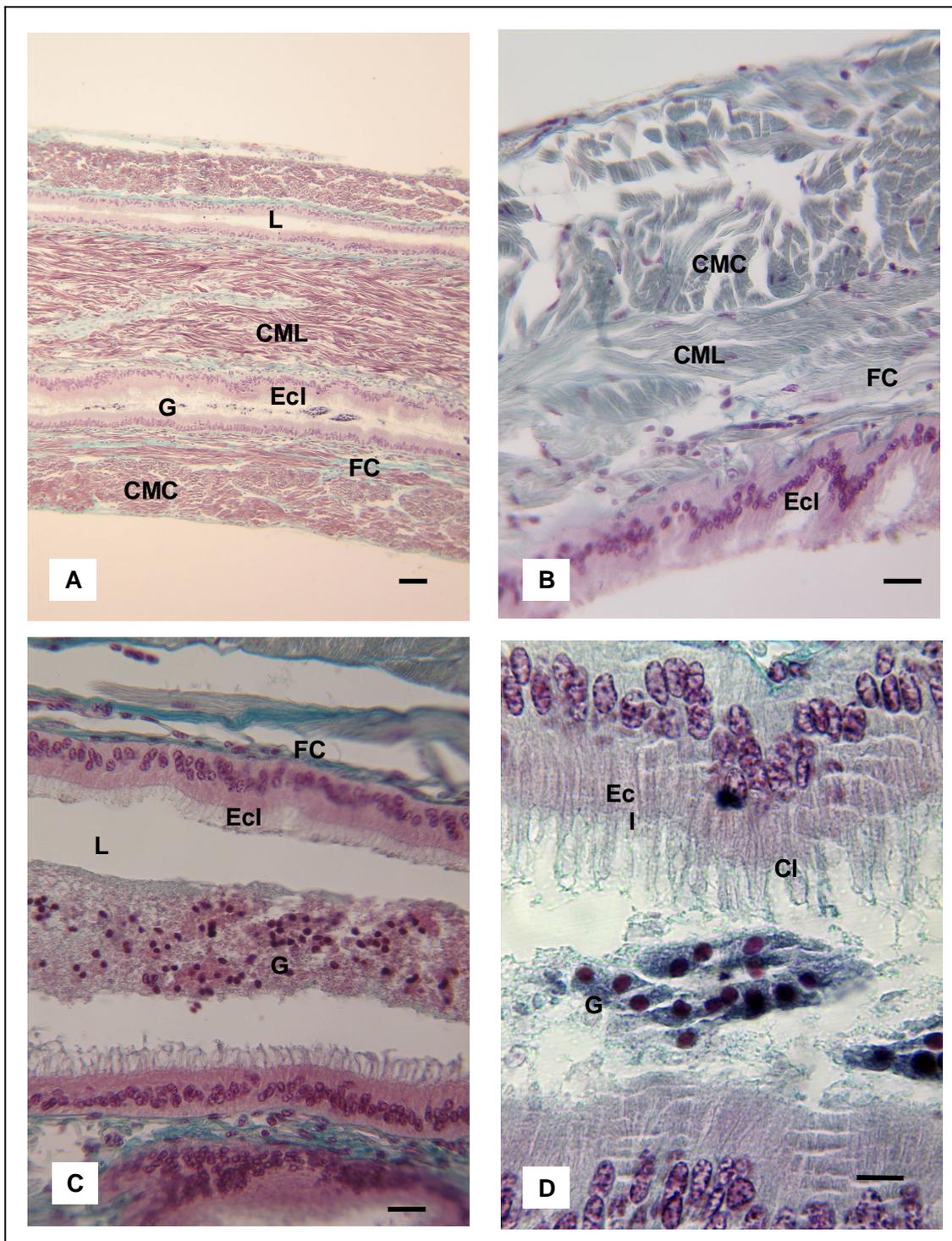
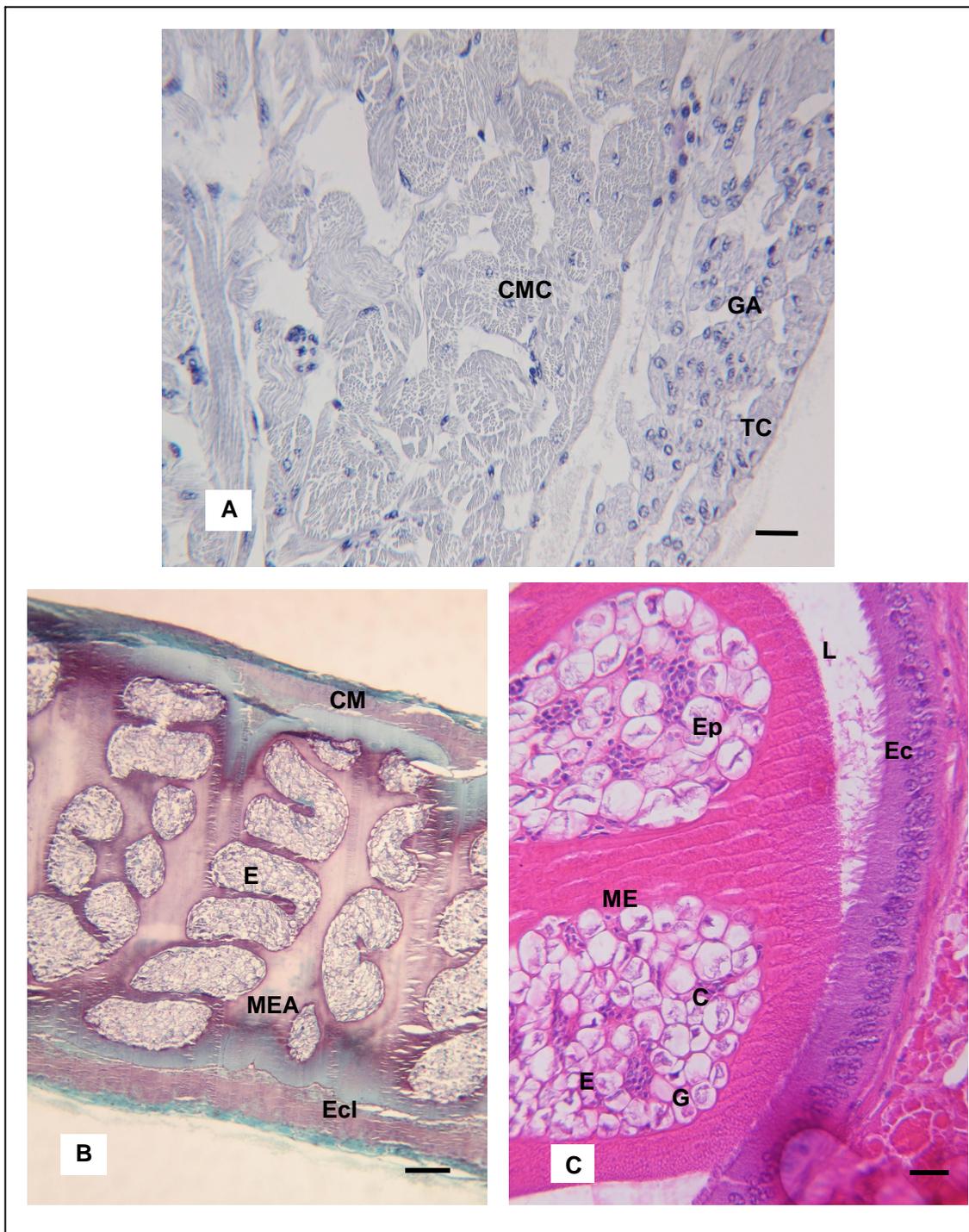


Figura 18. Fotomicrografia da região distal do VD evidenciando a Glândula androgênica e mostrando detalhes do espermátóforo de *P. argus*.

- A. Células da glândula androgênica (GA), envoltório de tecido conjuntivo (TC), camada muscular circular (CMC). Coloração Alcian-PAS. Escala 20µm
  
- B. Espermátóforo (E) rodeado pela matriz espermatofórica acidofílica (MEA), observa-se epitélio simples colunar (Ecl) e camada muscular (CM). Coloração Tricrômico de Gomori. Escala 100µm
  
- C. Espermátóforo (E), rodeado pela matriz espermatofórica acidofílica (MEA), contendo cavidades (C), grânulos (G), espermatozóides (Epz). Epitélio simples colunar (Ecl).Coloração HE. Escala 20µm



## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. ASPECTOS MACROSCÓPICOS

O sistema reprodutor masculino da lagosta vermelha *Panulirus argus* é composto basicamente por testículos e vasos deferentes pares. Esta composição está de acordo com Cronin (1947) e Johnson (1980) que utilizaram o siri azul *Callinectes sapidus* como modelo descrito para os Decapoda. Trabalhos de revisão de componentes reprodutivos de crustáceos como o de McLaughlin (1983) e Krol *et al.* (1992) afirmam que o sistema reprodutor da maioria dos malacostracos são órgãos pares e concentram-se no cefalotórax. Tal arranjo foi confirmado em *P. argus*.

Os testículos de *P. argus* são dois tubos alongados, localizados sempre na região do cefalotórax, independente do estágio de maturação. Entretanto, os lobos posteriores dos testículos, em alguns exemplares, chegaram a atingir o primeiro segmento abdominal, à medida que o animal aumenta de tamanho. A coloração da gônada variou de transparente a amarelada e a espessura sofreu pequenas alterações de acordo com o tamanho do animal. Estas características das gônadas são semelhantes ao que foi descrito por Berry (1969) para *Nephrops andamanicus*, Paterson (1969) para *Jasus lalandii*, Silva (1992) e Lima (1995) para *Panulirus laevicauda*. Para *Jasus lalandii*, Fielder (1964) reforça que os testículos de animais maduros e imaturos apresentam a mesma localização e são diferenciados pelo diâmetro e ausência de coloração, algumas vezes apresentando-se totalmente transparentes.

Ryan (1967), Johnson (1980) e Lima (1995) estudando o sistema reprodutor masculino do siri *Portunus sanguinolentus*, de *Callinectes sapidus*, e da lagosta espinhosa *P. laevicauda*, respectivamente, afirmaram que os testículos destas espécies são ligados na região mediana por uma comissura transversal com formato semelhante à letra “H”. Os autores não citaram a finalidade desta ligação entre os testículos. Pode-se supor que a comissura seja responsável pela troca de substâncias e pela sincronia do processo de maturação dos animais. A ligação entre os ramos testiculares foi observada nos testículos da lagosta *Nephrops andamanicus* (Berry, 1969), do *Ucides cordatus* (Mota Alves, 1975), na lagosta silarídea *Thenus orientalis* (Burton, 1995), e do caranguejo *Goniopsis cruentata* (Garcia & Silva, 2006). Nos indivíduos estudados no presente trabalho não se verificou nenhum tipo de ligação entre os testículos. Este aspecto foi semelhante ao encontrado por Hinsch e McKnight (1988) para a lagosta espanhola *Scyllarus chacei*, Verdi & Delgado (1998) para o camarão *Macrobrachium borelli*, Benhalima & Moriyasu (2000) para o

caranguejo *Chionoecetes opilio*, Pinheiro & Fiscareli (2001) e Leite (2005) para *U. cordatus*. Nos carídeos o formato da gônada apresenta-se bem diferente da espécie aqui estudada, como no camarão *Macrobrachium rosenbergii*, estudado por Chow (1982), onde a gônada aparece em forma de “V”, e no camarão *Macrobrachium borelli*, pesquisado por Verdi & Delgado (1998), a gônada aparece enovelada em forma de espiral na região dorso lateral do animal. Wielgus-Serafinska (1976) relatou que a gônada do lagostim *Orconectes limosus*, possui três lóbulos conectados através de hastes.

De acordo com as diferenças anatômicas, o vaso deferente de *P. argus* foi dividido em três regiões, proximal (extremamente enovelada), mediana (túbulo reto e fino), e distal (túbulo reto e espesso). Esta organização está de acordo com o que foi reportado por Ruppert e Barnes (1994), afirmando que o ducto espermático dos Decapoda varia com o grau de formação do espermatóforo; neste caso se alargando à medida que se aproxima do poro genital. Hinsch & Walker (1974), Johnson (1980), Talbot & Beach (1989), Bond-Buckup *et al.* (1991) e Burton (1995), que estudaram respectivamente o vaso deferente de *Libinia emarginata*, do siri *C. sapidus*, do lagostim *Cherax albidus*, do caranguejo estuarino *Chasmagnatus granulata* e da lagosta *Tenus orientalis*, analisando aspectos anatômicos, dividiram também o vaso deferente destas espécies em três regiões.

Talbot & Summers (1978), estudando *P. argus* e *P. guttatus*, encontraram semelhanças morfológicas dos sistemas reprodutivos e dividiram o vaso deferente em três regiões: vaso deferente proximal, segmento glandular do vaso e ducto ejaculatório ou segmento muscular, utilizando nomenclatura diferente da utilizada neste trabalho. Os autores não apresentaram maiores detalhes ou explicação para tal denominação das regiões.

Hinsch & McKnight (1988) dividiram o vaso deferente da lagosta espanhola *Scyllarus chacei* em três regiões, mas consideraram a existência de um ducto ejaculatório na porção final do vaso deferente posterior.

Para os camarões carídeos *Macrobrachium rosenbergii* e *Macrobrachium australiense* estudados por Chow *et al.* (1982) e Butcher & Fielder (1994) respectivamente, foi observado que a morfologia do vaso deferente destas espécies é bastante similar. Os autores o dividiram em quatro regiões: uma região proximal curta, outra convoluta, uma região distal alongada e uma porção terminal dilatada. No caranguejo *Chionoecetes opilio*, através de microscopia de luz e eletrônica, Benhalima & Moriyasu (2000), dividiram o vaso deferente desta espécie em três regiões principais e de acordo com as características funcionais subdividiram essas regiões.

Silva (1992) descreve quatro regiões no vaso deferente de *P. laevicauda* de acordo com o aspecto macroscópico e os chamou de proximal, mediano superior, mediano inferior, e distal. Lima (1995) para a mesma espécie também dividiu em quatro regiões, com nomenclatura diferentes: proximal I, tubo altamente convoluto, proximal II, tubo reto que segue em direção a região anterior formando uma alça ascendente. Esta alça se alarga caracterizando a região mediana e por fim a região distal, formada por um tubo menos alargado que segue em direção ao quinto par de pereiópodos. Conclui-se que o sistema reprodutor de *P. laevicauda* apresenta grandes diferenças anatômicas em relação a *P. argus* estudada neste trabalho. Vale ressaltar que os animais deste estudo apresentavam menor tamanho do que os utilizados por Lima (1995), que variaram de 11,36mm a 24,00mm de comprimento total. Entretanto, em *P. argus* de quaisquer comprimentos verificou-se organização anatômica semelhante entre os exemplares e diferentes dos de *P. laevicauda*.

Manjón-Cabeza & Raso (2000) dividiram o vaso deferente de *Diogenes pugilator* em oito regiões de acordo com a anatomia e em cinco de acordo com a formação do espermatóforo. Leite (2005) estudando o caranguejo *U. cordatus*, encontrou ramificações entre o testículo e o vaso deferente do animal e a estas deu o nome de expansões papiliformes. Este autor considerou também estas expansões como componentes do vaso deferente. O vaso deferente para esta espécie foi dividido em duas regiões morfológicamente distintas: anterior, correspondente às expansões papiliformes e uma posterior, que consiste de um delgado túbulo alongado e de aspecto translúcido que desemboca em uma papila peniana. Garcia (2003) também dividiu o vaso de *G. cruentata* em duas regiões, considerando também as expansões papiliformes como componente do vaso deferente. A estrutura chamada de expansões papiliformes não foi observada em *P. argus* e em outras espécies de lagostas como *P. guttatus* e *P. argus*, *P. laevicauda* e *T. orientalis*, estudadas respectivamente por Talbot & Summers (1978), Lima (1995) e Burton (1995)

As expansões papiliformes caracterizam-se por apresentar substâncias de natureza glicoprotéica e polissacarídica (Garcia, 2003), funcionando como local de reserva de nutrientes para as células germinativas, principalmente espermátides e espermatozóides, pelo fato de se localizarem na região terminal do testículo e inicial do vaso deferente. As expansões aumentam a área de contato e conseqüentemente de secreção nos caranguejos, que possuem órgãos do sistema reprodutor pequenos quando comparados aos das lagostas. 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).

A glândula androgênica de *P. argus* não foi visualizada macroscopicamente em *P. argus* como fez Lima (1995) para *P. laevicauda*. É importante ressaltar que os indivíduos de *P. argus* alcançam maior tamanho quando comparados à *P. laevicauda*, isso pode indicar que os indivíduos capturados no presente trabalho ainda não apresentavam a glândula androgênica desenvolvida. Leite (2002) e Garcia (2003) também não observaram macroscopicamente esta glândula em *U. cordatus* e *G. cruentata*, respectivamente.

## **5.2. ASPECTOS MICROSCÓPICOS**

No presente trabalho os indivíduos analisados foram classificados como maduro ou imaturo, utilizando-se como parâmetro microscópico a presença ou ausência de espermátóforo no vaso deferente. Mota e Tomé (1965) para a mesma espécie reportaram três estágios de maturação gonadal, não se referindo à maturidade do animal como fez Lima (1995) para *P. laevicauda*, classificando os indivíduos em pré-maduros, maduros e imaturos, utilizando como critério a organização dos folículos testiculares, de acordo com a quantidade e predominância das células germinativas. Silva (1992) para a mesma espécie classificou dois estágios de maturação, imaturo e maduro observando a espessura e coloração da gônada assim como a predominância de células germinativas. Para apresentar seus resultados o autor apresentou os dados considerando apenas o comprimento do cefalotórax (CC), onde os imaturos variaram de 1,2cm a 4,6cm de CC e os maduros 4,7 a 8,8cm de CC. Este autor reporta ainda que a presença de espermatozóides nas gônadas dos indivíduos considerados maduros é um indicativo de maturidade fisiológica.

Os exemplares de *P. argus* de comprimento total entre 123,00mm e 153,00mm não apresentaram espermátóforo no vaso deferente; conseqüentemente foram classificados como imaturos. A partir do exemplar de tamanho 155mm observou-se este componente, sendo considerado maduro. Os indivíduos da espécie *P. laevicauda*, estudada por Lima (1995), de tamanho total entre 113,60mm e 126,80mm apresentavam pequena luz folicular, presença de spermatogônias I e fluido seminal no lúmen, e foram classificados como imaturos. Os exemplares entre 137,60mm a 148,10mm de comprimento total possuíam folículos constituídos por spermatogônias I e II e outros preenchidos por spermatócitos I e II, assim como foram encontrados poucos espermatozóides e cavidades na luz dos folículos. Estes exemplares foram classificados em pré-maturação. Os animais entre 150,00mm e 240,00mm de comprimento totais foram classificados como maduros. A autora ressaltou que após alcançar a maturidade fisiológica, o indivíduo estará sempre produzindo

espermatozóides, inclusive antes, durante e após o pico reprodutivo. Neste trabalho, em alguns exemplares com tamanho total acima de 155mm, que supostamente estariam maduros, não foi visualizado espermatóforo nas secções do túbulo seminífero. Este animal, sendo maduro, poderia ter copulado recentemente, expelindo o espermatóforo, ou este se encontrava em uma região do vaso deferente que não tenha sido seccionada.

A legislação vigente que regulamenta a pesca das lagostas espinhosas *P. laevicauda* e *P. argus* estipula tamanhos mínimos de captura para lagostas de comprimento de cauda inferior a 13cm (*P. argus*) e 11cm (*P. laevicauda*) e de comprimento do cefalotórax de 7,5cm (*P. argus*) e 11cm (*P. laevicauda*). Segundo o critério adotado neste trabalho, para o reconhecimento da maturidade, os machos de *P. argus* a partir de 5,5cm de comprimento do cefalotórax e 10,0cm de comprimento do abdome apresentam-se fisiologicamente maduros. Nos termos da legislação, não são apresentados maiores esclarecimentos ou embasamento científico utilizado para determinação dos tamanhos mínimos de captura e época do defeso para estes organismos.

Outros autores também adotaram o critério da presença de espermatóforo no vaso deferente para determinar a maturidade fisiológica dos animais estudados: Hartnoll (1969), em sua revisão sobre maturação em Braquiura, Minagawa & Higuchi (1997) estudando a lagosta espinhosa *Panulirus japonicus*, Goshima *et al.* (2000) para o caranguejo *Hapalogaster dentata*, Gardner e Williams (2002) para o caranguejo *Pseudocarcinus gigas* e Leite (2005) para *U. cordatus*.

### **5.2.1. TESTÍCULO**

O presente trabalho cita como componentes básicos do testículo de *P. argus* um extenso túbulo seminífero enovelado contornado por material fibroso e espaços intersticiais contendo vários elementos. Diversos trabalhos usam termos diferentes para denominar as secções do túbulo seminífero sem justificativa aparente para tal nomenclatura, tornando difícil uma possível padronização para o termo. “Lóbulo” foi utilizado por Ryan (1967) para o caranguejo *P. sanguinolentus*, Johnson (1980) para *C. sapidus*, Manjón-Cabeza & Raso (2000) para *D. pugillator* e Nagao & Munehara (2003) para o caranguejo *Telmessus cheiragonus*. Chow *et al.* (1982) para *M. rosenbergii* e Lima (1995) para *P. laevicauda* referiram como “folículo”. Wielgus-Serafinska (1976) para o lagostin *Orconectes limosus*, Garcia (2003) e Leite (2002) estudando o caranguejo *G. cruentata* e *U. cordatus*, nesta ordem,

nomearam de “cisto testicular”. Valentim-Neto (2004) e Leite (2005) em *U. cordatus* e Burton (1995) para *T. orientalis*, denominaram de “ácino”. Em *P. argus* resolveu-se denominar basicamente de secção do túbulo seminífero, por não encontrar justificativa para adoção de quaisquer dos termos acima referidos.

Lima (1995) afirma que em *P. laevicauda* cada testículo é essencialmente constituído por um túbulo seminífero altamente convoluto e ductos coletores que atravessam todo o testículo anterior e posterior para se unirem em um único ducto coletor contorcido na região mediana do testículo. A gônada masculina da lagosta *T. orientalis* é composta internamente por duas estruturas básicas, numerosos ácinos testiculares onde ocorre a espermiogênese, correspondentes ao túbulo seminífero descrito neste trabalho, e túbulos coletores responsáveis pelo transporte das espermátides para o vaso deferente proximal (Burton, 1995). No presente trabalho não foram observadas estruturas atravessando todo o testículo com aspecto semelhante ao que foi descrito como túbulos coletores por Lima (1995) e Burton (1995).

Leite (2005) reporta que o testículo de *U. cordatus* é um órgão tubular revestido por material fibroso e internamente são observados os ácinos testiculares preenchidos por células germinativas em diversos estágios de maturação. O autor não faz referência à existência de vários ou um único túbulo seminífero, como observado em *P. argus*. As secções do túbulo seminífero de *T. orientalis*, nomeadas por Burton (1995) de ácino, variam em forma e tamanho assim como as secções dos túbulos seminíferos de *P. argus*.

A divisão do testículo de *P. argus* em três regiões: anterior, mediana e posterior teve como base apenas a localização do órgão no cefalotórax do animal, diferentemente do critério utilizado por Garcia & Silva (2006) que dividiram o testículo de *G. cruentata* em três regiões histologicamente diferenciadas, baseando-se nas variações morfológicas das células sexuais e epitélio, sem considerar características macroscópicas.

Verdi & Delgado (1998) apontam a existência de um epitélio pavimentoso limitando o testículo de *Macrobrachium borelli*. Este mesmo tipo de epitélio foi encontrado delimitando o túbulo seminífero de *P. argus*. O epitélio pavimentoso é composto de células com núcleos achatados e fusiformes, aqui denominadas de células acessórias e intituladas por Lima (1995) de células sustentaculares. A autora acrescenta que em determinado estágio de desenvolvimento do animal estas células tornam-se bem evidentes e formam uma bainha ao redor dos folículos menores e se estendem desde a lâmina basal folicular até a luz do túbulo seminífero. Para o caranguejo *O. limosus*, Wielgus-Serafínska (1976) apresentou a mesma definição apresentada para as células acessórias de *P. argus*. Entretanto, as denominou de

células nutritivas. Burton (1995) para *T. orientalis*, Leite (2002) para *U. cordatus* e Garcia (2003) para *G. cruentata*, fizeram referência a estas células como componentes do revestimento dos cistos ou ácinos testiculares, mas, não citaram nomes, como fez Manjón-Cabeza & Raso (2000) para *D. pugilator*, denominando de células nutritivas e Johnson (1980) para *C. sapidus*, denominando de células acessórias, termo usado neste trabalho, nomeadas assim pelo fato de oferecer suporte ao desenvolvimento das células germinativas.

Em muitos lóbulos onde contém espermatozóides maduros, o volume do citoplasma das células acessórias aumenta na forma de um epitélio cúbico que circunda a região da periferia do lóbulo (Johnson, 1980). Nos túbulos seminíferos de *P. argus*, foi observado semelhante alteração. O espessamento das células e conseqüente formação do epitélio cúbico ocorrem em um dos lados do lóbulo sempre próximo ao lúmen, sugerindo que essa região funciona como receptor de espermatozóides e cavidades formadas nas regiões testiculares como relatado por Lima (1995) em *P. laevicauda*. Entretanto, a autora descreveu uma estrutura específicas para essa função, os ductos coletores, presentes em toda a extensão do testículo, sendo canais independentes do túbulo seminífero.

Nos vasos hemais de *P. argus* foi possível visualizar uma membrana lisa e delgada delimitando uma substância granular, a hemolinfa. Esta descrição está de acordo com Souza (2006) para *G. cruentata*. Johnson (1980) e Lima (1995) visualizaram duas camadas constituintes dos vasos hemais: uma túnica íntima ou túnica interna basofílica e uma fibrilar externa. Os autores não descrevem a importância de tal composição. No vaso hemal da espécie estudada neste trabalho encontrou-se um revestimento fibroso corado em verde pelo Tricrômico de Gomori, podendo ser comparada à camada fibrilar externa descrita pelos autores acima.

Os espaços preenchidos por hemolinfa, localizados entre as fibras no testículo e músculos no vaso deferente, foram denominados seios hemais concordando com a descrição de Silva (1999) que estudou o sistema reprodutor feminino das espécies de lagostas espinhosas *Panulirus argus*, *Panulirus levicauda* e *Panulirus equinatus* capturadas na costa do estado do Ceará. A presença de vasos e seios hemais nos testículos é justificada pela necessidade de irrigação constante para nutrição das células em fase de desenvolvimento nesta região e pelo fato do sistema circulatório ser aberto.

No siri azul *C. sapidus*, Johnson (1980) observou a existência de um centro germinativo, contendo espermatogônias, localizados na periferia dos lóbulos e aproximando-se do ducto do túbulo seminífero encontram-se espermatócitos, espermátides e espermatozóides. Esta organização foi semelhante ao descrito para *P. argus* em todas as

regiões dos túbulos seminíferos, onde foram encontradas células germinativas em diferentes estágios nas regiões anterior, mediana e posterior do testículo. Contrariando o que foi descrito pelos autores acima, Leite (2002) e Garcia (2003) mencionam a existência de uma zona germinativa localizada restritamente na região anterior do testículo de *U. cordatus* e *G. cruentata*, respectivamente. Esta zona é caracterizada por apresentar diferentes tipos de células da linhagem germinativa e as demais regiões do testículo apresentam aparentemente células em um mesmo estágio de maturação. Em *P. laevicauda* Lima (1995) não comenta o termo zona germinativa, entretanto observou que as células germinativas descritas seguem um padrão de desenvolvimento da periferia para a luz do túbulo como observado em *P. argus*, no presente trabalho.

Vale salientar que o vaso deferente das espécies de caranguejo *U. cordatus* e *G. cruentata*, anteriormente citadas, é contínuo a porção posterior do testículo. Ao contrário o vaso deferente das espécies de lagostas *P. argus* e *P. laevicauda* se ligam na porção mediana do testículo. As regiões anterior e posterior do testículo das lagostas possuem semelhante papel na maturação das células germinativas conduzindo espermatídides e espermatozóides para a região mediana do testículo onde passarão para o vaso deferente, sendo que nos caranguejos esse processo ocorre somente na região anterior (zona germinativa) e as células são conduzidas para a região posterior, local de ligação do vaso deferente.

#### **5.2.1.1. CÉLULAS GERMINATIVAS**

O critério de comparação do diâmetro celular e nuclear e aparência do núcleo, como a forma de dispersão da cromatina, facilitou a denominação dos estágios de desenvolvimento das células germinativas em *P. argus*: espermatogônia, espermatócito I e II, espermatíde e espermatozóide. Tais parâmetros foram utilizados por Lima (1995) para definição dos estágios de maturação em *P. laevicauda*, além da observação da presença de nucléolos nas células. A autora definiu seis estágios de maturação, enquanto Burton (1995) descreveu quatro estágios básicos para as células germinativas de *Thenus orientalis*: espermatogônia, espermatócito, espermatíde e espermatozóide, não encontrando nenhum parâmetro que diferenciasse fases intermediárias dos estágios celulares. Este autor ressaltou que os espermatozóides não são encontrados no testículo e que o processo de diferenciação das espermatogônias em espermatozóides ocorrerá somente no vaso deferente.

As espermatogônias são as maiores células da linhagem germinativa e apresentam cromatina dispersa em todas as regiões nucleares. Lima (1995) visualizou

nucléolos nestas células e utilizou a quantidade de nucléolos como critério para diferenciar as espermatogônias em I e II. Segundo a autora, a espermatogônia II diferencia-se da espermatogônia I por apresentar de um a três nucléolos evidentes e centralizados. Os núcleos das espermatogônias de *P. argus*, neste trabalho, mediram cerca de 10µm, o de *P. laevicauda* (Lima, 1995) também mediu cerca de 10µm e de *C. sapidus* (Johnson, 1980) entre 10µm a 13µm. Mota e Tomé (1965), para *P. argus*, reportam que a membrana nuclear da espermátide é muito clara e a cromatina é dispersa uniformemente, com núcleos medindo 15µm. O tamanho do núcleo das espermatogônias da grande maioria das espécies de decápodes estudados sofrem pequena variação, quando comparados, e apresentam cromatina dispersa por todo o núcleo. Portanto estas células, nos decápodes, são morfologicamente semelhantes. Ressaltando que o tamanho e morfologia nuclear é um parâmetro utilizado para classificação em muitos trabalhos, incluindo Mota & Tomé (1965) em *P. argus*, Ryan (1967) em *Portunus sanguinolentus*, Johnson (1980) em *C. sapidus* e Burton (1995) para *T. orientalis*. Krol *et al.* (1992), em sua revisão sobre os componentes reprodutivos de Decapoda, afirmam que a origem das espermatogônias para este táxon ainda é desconhecida. Neste trabalho, também não foram encontradas respostas para tal questionamento.

Os espermatócitos I e II são células com tamanho médio de 7µm e núcleos com formato circular medindo cerca de 5µm. A forma de dispersão da cromatina no núcleo diferencia os dois estágios celulares. Johnson (1980) afirma que os espermatócitos são similares às espermatogônias, diferenciando-se pelo tamanho menor do núcleo e sua forte coloração. Para *P. argus*, Mota e Tomé (1965) relatam que a substância nuclear dos espermatócitos I e II é bastante condensada, formando uma espessa massa de cromatina, as duas células se diferenciam apenas pelo tamanho. Os espermatócitos I e II de *P. laevicauda*, estudada por Lima (1995), apresentam as mesmas características nucleares a nível de microscopia de luz, diferindo apenas pelo tamanho. Os espermatócitos I e II de *P. argus*, neste trabalho, apresentavam o mesmo tamanho.

Segundo Junqueira & Carneiro (1997) o mesmo tipo celular pode apresentar a cromatina com vários graus de condensação de acordo com o estágio funcional da célula. O espermatócito I de *P. argus* apresenta cromatina condensada no núcleo, mostrando-se em estado latente por se tratar de porções inativas dos cromossomos. Os espermatócitos II apresentam cromatina difusa no núcleo, portanto em fase de multiplicação celular, originando a espermatogônia.

Mota & Tomé (1965) descreveram as espermátides de *P. argus* como células esféricas de aproximadamente 6,1µm de diâmetro e núcleo de 2µm, apresentando cromatina

densamente distribuída, afirmando não ser possível distinguir elementos nucleares. Neste trabalho, as espermátides possuem forma esférica com núcleo medindo cerca de 3µm e a disposição da cromatina é similar ao descrito anteriormente por Mota & Tomé (1965).

Johnson (1980) postula que durante a transformação de espermátides em espermatozóides maduros, espermiogênese, a cromatina nuclear das espermatogônias desloca-se para um dos lados da célula, à medida que aparece um material extracelular granular no lúmen do túbulo, provavelmente excesso de citoplasma, fazendo com que a célula diminua de tamanho. Esse material granular também foi observado em *P. argus*, sendo chamado de grânulos.

Os espermatozóides de *P. argus* foram encontrados a princípio no lúmen do túbulo seminífero, apresentando-se como uma estrutura esférica com região citoplasmática imperceptível e uma região mais fortemente corada pela hematoxilina, sugerindo ser o acrossoma. Talbot & Summers (1978), estudando a ultraestrutura do espermatozóide de *P. argus* e *P. guttatus*, postularam que o espermatozóide destas espécies é composto de três partes: núcleo e espinhos nucleares, região lamelar e região do acrossoma. Neste trabalho, não foram observados espinhos nos espermatozóides, provavelmente em microscopia óptica estas estruturas não sejam observadas. Lima (1995) observou, através de análise a fresco, os espermatozóides de *P. laevicauda* liberados do espermatóforo. A autora descreveu os espermatozóides como células arredondadas, constituída por uma pequena região acrossômica e o corpo celular, constituído pelo núcleo e espinhos. Os espinhos são longos e frágeis, sendo encontrados em diferentes regiões da lâmina do preparado a fresco ou sobrepostos sobre si mesmo. A fragilidade dos espinhos pode ter dificultado sua visualização nos cortes histológicos realizados neste trabalho.

### **5.2.2. VASO DEFERENTE**

A princípio o vaso deferente de *P. argus* foi dividido em três regiões a partir das análises macroscópicas. As observações microscópicas do vaso deferente apresentaram características histológicas que diferenciaram essas três regiões. Lima (1995) para *P. laevicauda*, analisou diferenças anatômicas e funcionais do vaso para dividi-lo em quatro regiões e Talbot & Summers (1978), para *P. argus* e *P. guttatus*, dividiram o vaso destas espécies em três regiões, não apresentando justificativa para tal divisão. Ressaltando que seu trabalho tem enfoque principal na estrutura do espermatozóide destas espécies.

A porção inicial do vaso deferente de *P. argus* liga-se na porção mediana do testículo, sendo denominado de vaso deferente proximal (VDP). Estrutura semelhante ao VDP de *P. argus* foi referida por Lima (1995), para *P. laevicauda*, como ducto coletor convoluto, e a região contínua a este ducto de vaso deferente proximal I e II. A autora justificou a nomenclatura pelas diferenças anatômicas de cada porção. Cronin (1947) denominou esta região de vaso eferente em *C. sapidus* e Johnson (1980) para a mesma espécie denominou de vaso deferente anterior.

Na lagosta *Jasus lalandii*, Paterson (1969) descreve a porção proximal do vaso desta espécie como convoluta e delgada. Características semelhantes foram encontradas neste trabalho para *P. argus*. Esta região é formada por epitélio colunar simples secretor, responsável pela deposição de matriz espermatofórica acidofílica. Benhalima & Moriyasu (2000) afirmam que o vaso deferente anterior do caranguejo da neve *Chionoecetes opilio* apresenta uma camada simples de células prismáticas altas, como encontrado em *P. argus*, mas com núcleo lobado e algumas células multinucleadas. Johnson (1980) também menciona a existência de células multinucleadas no epitélio do vaso deferente anterior de *C. sapidus*, divergindo do que foi encontrado neste trabalho.

O VDP de *P. argus* funciona como receptor de espermatozóides, cavidades, grânulos e da matriz basofílica, material produzido em toda a extensão do testículo. Benhalima & Moriyasu (2000) acrescentam que nesta região os espermatozóides estão imersos no líquido seminal, denominado neste trabalho de matriz espermatofórica. O autor não diferencia a natureza das secreções encontradas na região, como foi diferenciado neste trabalho, como matriz basofílica e acidofílica.

A matriz espermatofórica basofílica e acidofílica também foram descritas para o camarão *Macrobrachium borellii* por Verdi e Delgado (1998), mas os autores não relatam a origem destas secreções. Chow *et al.* (1982) asseguram que em *M. rosembergii* a matriz espermatofórica basofílica é produzida pelo epitélio periférico e a matriz espermatofórica acidofílica pelo epitélio colunar alto, ambas na porção proximal do vaso deferente. Em *P. argus*, a matriz espermatofórica basofílica é secretada nos testículos pelas células do epitélio cúbico e a matriz espermatofórica acidofílica, no vaso deferente, pelo epitélio secretor. Lima (1995) cita somente a presença de matriz espermatofórica acidofílica em *P. laevicauda*.

O número de dobramentos na região proximal do vaso de *P. argus*, pode ser justificado pela necessidade do aumento de área secretora. Pode-se assegurar que é nesta região que se dá início a deposição de matriz espermatofórica acidofílica, pelas células epiteliais secretoras, no lúmen do vaso deferente. Chow *et al.* (1982) observaram também no

camarão *M. rosenbergii*, a deposição de matriz acidofílica pelas células do epitélio colunar alto.

Externamente à camada de células epiteliais observa-se, dispostas em diversas direções, fibras colágenas e núcleos basofílicos dispersos de tecido conjuntivo. Esta descrição foi semelhante à realizada por Lima (1995) para a porção do VDP de *P. laevicauda*.

O VDM de *P. argus* é um tubo reto, sendo um pouco mais espesso que o VDP. Nesta região, encontra-se a tiflossole, definida como um pronunciado sulco na forma de invaginação da camada epitelial secretora em direção ao lúmen. Estudando esta mesma espécie Mota e Tomé (1965) não fizeram nenhuma referência a esta estrutura. Lima (1995) faz referência a tiflossole, em *P. laevicauda*, na região denominada vaso deferente proximal II. Mota-Alves e Tomé (1966) para *P. laevicauda* e Paterson (1969) para *Jasus lalandii* fazem referência a esta estrutura na região mediana do vaso deferente destes animais.

Supostamente as inúmeras invaginações do vaso são responsáveis pelo aumento de deposição de matriz espermatofórica acidofílica no lúmen do VDM. Este fato também se deve ao aparecimento da tiflossole nesta região. No VDM, pode-se considerar que ocorre uma maior deposição de matriz espermatofórica no lúmen do vaso (Figura 9C).

A região denominada vaso deferente distal (VDD) em *P. argus*, segue o padrão de organização da lagosta *P. laevicauda* descrita por Lima (1995) funcionando como região secretora e ejaculatória do espermatóforo. Esta porção do vaso é composta de epitélio simples cilíndrico delimitando o núcleo, como nas outras duas regiões, e uma camada de músculos longitudinais e circulares responsáveis pelos movimentos de contração para expulsão do espermatóforo.

### 5.2.3 ESPERMATÓFORO

Segundo Krol *et al.* (1992), o espermatóforo é uma cápsula formada no trato reprodutor masculino que contém espermatozóide e os protege durante a transferência para a fêmea. O início do processo de formação do espermatóforo de *P. argus* se dá no túbulo seminífero do testículo pela liberação da matriz espermatofórica basofílica pelas células do epitélio cúbico, contrariando o que foi descrito para *P. laevicauda* por Lima (1995). Esta autora deixa claro que a primeira deposição de matriz espermatofórica ocorre na região do vaso deferente proximal, mas não afirma que é nesta região que se dá o processo de formação. Neste contexto, deduz-se que a formação do espermatóforo em *P. laevicauda* se dá nesta região. Benhalima e Moriyasu (2000) descrevem que o vaso deferente de *Chionoectes opilio*

é formado no vaso deferente anterior, correspondente ao VDP de *P. argus*, são transferidos para o vaso deferente mediano e posteriormente para o vaso deferente distal.

Para o camarão marinho *Trachypenaeus similis*, Bauer e Min (1993) relataram a existência de muitos espermátóforos de variados tamanhos na região do vaso deferente mediano, ao contrário do que foi observado em *P. argus*, neste trabalho e por Lima (1995) em *P. laevicauda*. As espécies de lagosta acima citadas apresentam apenas um espermátóforo, também de tamanho variado.

Em toda a extensão do vaso deferente de *P. argus* ocorre liberação de secreção (matriz espermatofórica) pelas células epiteliais secretoras, principalmente no vaso deferente mediano em decorrência da tiflossole. Tal descrição foi feita para *P. laevicauda* por Lima (1995) e para o lagostim *Cherax albidus* por Talbot e Beach (1989). Os dois últimos autores ressaltam que na região distal do vaso deferente das espécies estudadas ocorre uma segunda deposição de matriz espermatofórica. Neste trabalho, não se diferenciou quimicamente a secreção da região anterior, mediana e distal. A secreção nestas regiões apresenta a mesma natureza química. Assim sendo, não se afirmou que a deposição de matriz espermatofórica no VDD seja uma deposição secundária. Matthews (1954) já reportava a importância da tiflossole nas lagostas *Parribacus antarcticus*, *Scyllarides squamosus* e *Scyllarus martensii* como grande responsável pela secreção de matriz espermatofórica.

Chow *et al* (1982) descrevem a matriz de *M. rosebergii* como uma substância protetora e adesiva. Neste trabalho não foram realizadas análises da matriz à fresco. Uma & Subramoniam (1979) relatam que o espermátóforo do caranguejo *Scylla serrata* é protegido exteriormente por uma grossa camada de quitina e mais internamente por uma camada não quitinosa, sendo a camada exterior e interior ricas em mucopolissacarídeos ácidos, mas em diferentes concentrações, observadas pela intensidade das colorações. Neste trabalho, a camada mais interna (matriz basofílica) corou-se positivamente ao Azul de Alcian, portanto rica em polissacarídeos ácidos, contrariando o que foi relatado para o espermátóforo de *S. serrata*.

#### **5.2.4. GLÂNDULA ANDROGÊNICA (GA)**

A glândula androgênica de *P. argus* foi observada somente nos cortes histológicos na porção mais alargada do vaso deferente (VDD), confirmando o que foi descrito a respeito da localização desta glândula em Decapoda por Charniaux-Cotton (1985),

Taketomi (1986) para o lagostim *Procambarus clarkii* e Lima (1995) em *P. laevicauda*, que também visualizou macroscopicamente esta glândula.

A glândula androgênica prende-se à porção final do vaso deferente através de um envoltório de tecido conjuntivo frouxo. Este mesmo detalhe foi observado na GA de *P. laevicauda* (Lima, 1995). A autora, enfoca ainda, que aparentemente não foi visualizado ligação anatômica entre os dois, não observada também neste trabalho, sendo portanto, uma estrutura individualizada. Fawler & Leonard (1999) fazem referência à glândula androgênica de *Cherax destructor* como semelhante a de outros crustáceos decápodes, consistindo de células epiteliais com núcleos ovais, tal descrição é similar ao encontrado em *P. argus*, neste trabalho, e no camarão *Palaemon dayanus* (Thampy e John, 1972)

Somente um tipo celular foi descrito na glândula androgênica de *P. argus*, ao contrário do que observou Taketomi (1986) no lagostim *P. clarkii*, classificando as células em dois tipos. Entretanto a autora ressalta que a diferença morfológica encontrada pode ser resultado de diferentes fases secretoras de uma mesma célula. Lima (1995), para *P. laevicauda*, distingue também dois tipos celulares: células do tipo A (mononucleadas) e do tipo B (multinucleadas). Justifica-se a visualização de apenas um tipo celular pelo fato de que grande parte dos animais processados apresentavam tamanho pequeno e possivelmente as células das glândulas androgênicas analisadas ainda não haviam sofrido o processo de diferenciação ou também pela época do ano em que os animais foram coletados, fundamentando-se no que foi relatado por Taketomi (1996b) sobre a glândula androgênica do lagostim *P. clarkii*. A autora afirma que as células da glândula sofrem alterações de acordo com as mudanças sazonais no decorrer de um ano. Vale ressaltar que foram coletados animais durante um ano, mas as diferenças de amostragens durante as campanhas não favoreceram a relação dos dados com a época do ano em que os animais foram coletados.

## **6. CONCLUSÕES**

O sistema reprodutor masculino de *P. argus* constituído por testículo, vaso deferente e glândula androgênica segue o modelo básico descrito para Decapoda.

As gônadas apresentaram-se brancas (amareladas) ou transparentes. Os lobos testiculares localizados no cefalotórax não apresentam ligação, porém possuem espessura semelhante, e em alguns animais comprimento diferenciado, podendo alcançar o primeiro segmento abdominal, dependendo do tamanho e estágio de maturação.

O vaso deferente de *P. argus* é o local de formação do espermatóforo, conseqüentemente produção de secreção, armazenamento e maturação do espermatozóide.

A glândula androgênica em animais de até 215mm de comprimento total não é visualizada macroscopicamente e foi encontrada em grande parte dos exemplares pouco desenvolvida.

O espermatóforo é constituído por uma matriz basofílica, que envolve espermátides, espermatozóides e grânulos, e uma matriz acidofílica mais externamente.

Os exemplares de 155mm comprimento total apresentavam-se fisiologicamente maduros, utilizando-se como parâmetro a presença de espermatóforo no vaso deferente.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adiyodi, R. G. Reproduction and development. In: Burggren, W. W., McMahan, B. R. (eds). Biology of the land crabs. Cambridge University Press, p. 139-185.1988.
- Adiyodi, R. G. Reproduction and its control. In: Bliss, D. E., Mantel, L. (ed.). The Biology of Crustacea. V.9, New York: Academic Press, p. 147-215. 1985.
- Adiyody, K. G.: Adiyodi, R. G. Endocrine control of reproduction in Decapod Crustacea.India. 1969
- Almeida, A. O., Buckup, L. P. Occurrence of protandric hermaphroditism in a population of the neotropical freshwater crayfish *Parastacus brasiliensis* (Parastacidae). *Journal of Crustacean Biology*, v. 20, n. 2, p. 224-230, 2000
- Almeida, A. O.; Buckup, L. Caracteres sexuais primários e secundários do lagostim *Parastacus defossus* Faxon, 1898 (Crustacea, Parastacidae). *Nauplius*, Rio Grande, 7: 113-126, 1999.
- Anilkumar, G.; Sudha, K.; Subramoniam, T. Spermathophore transfer and sperm structure in the brachyuran crab *Metopograpsus messor* (Decapoda: Grapsidae). *Journal of crustacean biology* 19 (2). P. 361-370. 1999.
- Aragão, J. A.; Dias-Neto, J. Considerações sobre ordenamento pesqueiro e sua aplicação no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Fortaleza. Anais. 1988. p. 396-418. 1988.
- Barki, A.; Karplus, I.; Manor, R.; Sagi, A. Intersexuality and behavior in crayfish: The demasculinization effects of androgenic gland ablation. *Hormones and Behavior*. n. 50, p. 322-331, 2006.
- Barnes, R. D. Zoologia dos invertebrados. São Paulo. Livraria Roca LTDA. 1179p. 1984.

- Barnes, R. D.; Harrison, F. W.; Introduction to the Decapoda. In; Harrison, F. W. Microscopic Anatomy of Invertebrates. New York: Wiley-Liss, p. 1-6. 1992.
- Bauer, R. T.; Min, L. J. Spermatophores and plug substance of the marine shrimp *Trachypenaeus similis* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae): formation in the male reproductive tract and disposition in the inseminated female. Biol. Bull, v. 185, p. 174-185. 1993.
- Bell, T. A; Ligtner, D. V. A. Handbook of normal penaeid shrimp histology. Word Aquaculture Society, Boton Rouge, Luisiana, 114 p., 1988
- Benhalima, K; Moriyasu, M. Structure and function of the posterior vas deferens of the snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura, Majidae). Invertebrate Reproduction and Development , v. 37, n. 1, p. 11-23. 2000.
- Beninger, P. G., Elnor, R. W., Foyle, T. P., Odense, P. H. Functional anatomy of the male reproductive sistem and the female spermatheca in the snow crab *Chionectes opilio* (O. Fabricius) (Decapoda: Majidae) and a hyphotesis for fertization. Jornal of Crustacean Biology, Kansas, v.8, p.322-332. 1988.
- Berry, P. F. The biology of *Nephorops andamanicus* Wood-Mason (Decapoda, Reptantia). Oceanographic research institute. Investigational Report N. 22. 1969
- Binford, R. The germ-cells and the process of fertilization in the crab, *Menippe mercenaria*. *Journal of Morphology*, v. 24, n. 2, p. 147-201. 1913.
- Bond-Buckup, G., Fontoura, N. F., Marroni, N. P., Kucharski, L. C. *O caranguejo: manual para ensino prático em zoologia*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 71p, 1991.
- Brusca, R.C. & Brusca, G.J. *Invertebrates*. Sinauer associates, Inc. publishers: Sutherland, Massachussets, 2005.

- Burton, T. E. The spermatid pathway and associated reproductive structures of the squat lobster *Thenus orientalis* (Lund, 1793). *Invertebrate Reproduction and Development*, v. 28, n. 1, p. 53-61, 1995.
- Buther, A. R., Fielder, D. R. 1994. The reproductive anatomy of male freshwater prawns *Macrobrachium australiense* (Holthui, 1890) in southwest Queensland. *Invertebrate Reproduction and Development*, v. 26, n.3, p. 205-212.
- Ceballos-Vázquez, B.; Aparicio-Simón, B.; Palacios, E.; Racotta, I.S. Sperm quality over consecutive spermatophore regenerations in the Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Journal of world aquaculture society*. V. 35, n. 2, 2004.
- Charniaux-Cotton H, Payen G. Sexual Differentiation. In: Bliss DE, Mantel LH (eds). *The Biology of Crustacea*, Volume 9. Academic Press, New York. 1985; 217–299.
- Charniaux-Cotton, H. Découverte chez un Crustacé Amphipode *Orchestia gamarella* d'une glande endocrine responsable de la différenciation des caractères sexuels primaires et secondaires males. *Academia de Ciências de Paris*. p. 780-782. 1954.
- Charniaux-Cotton, H., Payen, G. Crustacean Reproduction. Endocrinology of selected *Invertebrates Types*. p. 289-303. New York. Allan R. Liss. 1988
- Charniaux-Cotton, H., Payen, G. Sexual Differentiation control in malacostracans. In: Bliss D. E., Mantel, L. (ed.). *The Biology of Crustacea*. V.9. New York: Academic Press,. Cap. 257-265. 1985.
- Chow, S., Ogasawara, Y., Taki, Y. Male reproductive system and fertilization of the palaemonid shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, Tokyo, v. 48, n. 2, p. 177-183, 1982.
- Coelho, P. A. Bases para a regulamentação da pesca da lagosta. *Bol. Est. Pesca. Recife*, v.2, n.10, pp. 3-6, 1962

- Costa, R. S. Dados sobre a frota lagosteira do estado do Ceará. *Bol. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, v.13, pp. 1-14, 1966.
- Cronin, L. E. Anatomy and Histology of the male reproductive system of the *Callinectes sapidus*, Rathbun. *Journal of Morphology*, New York, v. 81, n.2, p. 209-239. 1947.
- Cui, Z.; Liu, H.; Lo, T.S.; Chu, K.H. Inhibitory effects of the androgenic gland on ovarian development in the crab *Scylla paramamosain*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. n. 140, p. 343-348, 2005.
- Demestre, M.; Cortaadellas, N.; Durfort, M. Ultrastructure of the sperm of the deep-sea decapod *Aristeus antennatus*. *Journal of morphology*. n. 234, p. 79-87, 1997.
- Dudenhause, E. E.; Talbot, P. An ultrastructural analysis of mature sperm from the crayfish *Pacifastacus leniusculus*, Dana. *Invertebrate Reproduction and Development* , v. 5, p. 149-159. 1982.
- El-Sherief, S. S. Fine structure of the sper and spermatophores of *Portunus pelagicus* (L.) (Decapoda, *Brachyura*). *Crustaceana*. v. 61, n. 3, p. 171-179. 1991.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/fi/stat/summary/a1d.pdf>>. Acessado em 12-2006.
- FAO 1993. Guide méthodologique des interventions dans la communication sociale en nutrition, par M. Andrien. Roma. Reimpressão 1998.
- Farmer, A. S. (1974). Reproduction in *Nephrops norvegicus* (Decapoda: Nephropidae). *J. Zool.* 174, 161-183.
- Fawler, R. J. & Leonard, B. V. (1999) The structure and function of the androgenic gland in *Cherax destructor* (Decapoda: Parastacidae) *Aquaculture* 135-148

- Felgenhauer, B. E., Abele, L. G.. Morphological diversity of Decapoda spermatozoa. *In*: Bauer, R. T., Martin, J. W. (ed.) *Crustacean sexual biology*. New York: Columbia University Press, p. 322-341. 1991.
- Fielder, D. R. The spiny lobster, *Jasus lalandii* (H. Milne Edwards), in South Australia. *Australian journal of Marine and Freshwater Research*, Melbourne, v.15, p. 133-144, 1964.
- Fonteles-Filho, A.A. Biologia pesqueira e dinâmica populacional da lagosta *Panulirus laeviscauda* (Latreille), no nordeste setentrional do Brasil. *Arq. Ciên. Mar.* n. 19, p. 1-43, 1979.
- Fonteles-Filho, A, A. *Recursos pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional*. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 296p. 1989.
- Fonteles-Filho, A. A. Population dynamics of spiny lobsters (Crustacea: Palinuridae) in Northeast Brazil. *Ciên. Cult.*, v. 44, n. 2/3, pp. 192-196, 1992
- Fonteles-Filho, A. A. A Pesca Predatória de Lagostas No Ceará: Causas e Consequências.. *Boletim Técnico Científico do CEPENE*, Tamandaré, v. 2, n. 1, p. 107-132, 1994.
- Fonteles-Filho, A. A. Diagnóstico e perspectivas do setor pesqueiro artesanal do Estado do Ceará. *In*: Fonteles-Filho (Ed.). *Anais do Workshop Internacional sobre a Pesca Artesanal*. Fortaleza: Imprensa Universitária da UFC, p. 7-17, 1997.
- Fonteles-Filho, A. A.; Guimarães, M. S. S. Ciclos de produção e capacidade de carga dos estoques de lagostas do gênero *Panulirus* na plataforma continental do estado do Ceará, Brasil. *Arq. Cienc. Mar*, Fortaleza, n.32, p. 29-38, 1999
- Fonteles-Filho, A, A. Síntese sobre distribuição, abundância, potencial pesqueiro e biologia da lagosta vermelha *Panulirus argus* (Latreille) e da lagosta verde *Panulirus laeviscauda* (Latreille) do nordeste do Brasil. 2000. Projeto REVIZEE
- Fowler, R. J.; Leonard, B. V. The structure and function of the androgenic gland in *Cherax destructor* (Decapoda: Parastacidae). *Aquaculture*, v. 171, p. 135-148. 1999.

Garcia, T. M. Estudo morfológico do sistema reprodutor masculino do caranguejo-aratu *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustácea: Decapoda: Grapsidae) no manguezal do Rio Ceará (Caucaia-CE). 64p. Monografia de graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE. 2003.

Garcia, T. M.; Silva, J.R.F. Testis and vas deferens morphology of the red-clawed mangrove tree crab (*Goniopsis cruentata*) (Latreille, 1803). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. v. 49, n. 2, p. 339-345, 2006.

Gardner, C. & Williams, H. Maturation in the giant crab, *Pseudocarcinus gigas*, and the potential for sperm limitation in the Tasmanian fishery. *Mar. Freshwater. Res.* n. 53, p. 661-667. 2002.

Goshima, S., Kanazawa, M., Yoshino, K., Wada, S. Maturity in male stone crab *Hapalogaster dentata* (ANOMURA:LITHODIDAE) and its application for fishery management. *Journal of Crustacean Biology*, v. 20 (4), p. 641-646. 2000.

Goshima, S., Kanazawa, M., Yoshino, K., Wada, S. Maturity in male stone crab *Hapalogaster dentata* (ANOMURA:LITHODIDAE) and its application for fishery management. *Journal of Crustacean Biology*, v. 20 (4), p. 641-646. 2000.

Goshima, S.; Kanazawa, M.; Yoshino, K.; Wada, S. Maturity in male Stone crab *Hapalogaster dentate* (Anomura: Lithodidae) and its application for fishery management. *Journal of crustaceam biology*, 20 (4): 641-646, 2000.

Guimarães, M. S. S. Aspectos bioecológicos, infraestrutura produtiva e diagnóstico sócio-econômico da pesca de lagosta no Estado do Ceará, Brasil. 1999. 105 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

- Haley, S. R. 1986. Ultrastructure of spermatogenesis in the Hawaiian red lobster *Enoplometopus occidentalis* (Randall). *Journal of Morphology*, New York, v. 190, p. 81-92.
- Haley, S.R. Relative growth and sexual maturity of the Texas ghost crab, *Ocypode quadrata* (FABR.) (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, v. 17, p. 285 – 297. 1969.
- Hartnoll, R.G. Mating in Brachyura. *Crustaceana*, v.16, p. 161-181, 1969.
- Herrnkind, W. F. Spiny lobster: patterns of movement. In: *The biology and management of lobster*, Cobb, J. S.; Phillips, B. F. (Ed) Academic Press, v. 1, pp. 349-407, 1981
- Herrick, F. H. 1909. Natural history of the American lobster. Bull. U. S. *Bureau of Fisheries*, 29: 149-408.
- Hinsch, G. W., Walker, M. H. 1974. The vas deferens of the spider crab, *Libinia emarginata*. *Journal of Morphology*, New York, v. 143, p. 1-19.
- Hinsch, G. W., Mcknight, C. E. The vas deferens of Spanish lobster, *Scyllarus chacei*. *International Journal of Invertebrate Reproduction and Development*, v. 13, p. 267-280. 1988.
- IBAMA. Lagosta, Caranguejo-uçá e Camarão do Nordeste. Brasília: Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca, 1994a. 190p.
- IBAMA. Perfil do setor lagosteiro nacional. Coleção meio ambiente. Brasília, 1994b.
- IBAMA. Estatística da pesca 2004, Brasil grande regiões e unidades da federação. Brasília-DF. 2005
- IBAMA. Plano de gestão para o uso sustentável de lagostas, *Panulirus argus* (Latreille, 1804) e *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817) no Brasil. Tamandaré-PE. 2006

- Ivo, C. T. C. Biologia pesca e dinâmica populacional das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laeviscauda* (Latreille) (Crustacea: Palinuridae), capturadas ao longo da plataforma continental do Brasil, entre os estados do Amapá e Espírito Santo. 277p. Tese (Doutorado, departamento de Hidrobiologia) Universidade Federal de São Carlos, 1996.
- Ivo, C. T. C.; Pereira, J. A. Sinopse das principais observações sobre as lagostas *Panulirus argus* (latreille) e *Panulirus laeviscauda* (Latreille), capturadas em águas costeiras do Brasil, entre os Estados do Amapá e do Espírito Santo. *Boletim Técnico do CEPENE*. Tamandaré, v. 4, n. 1, p. 7-94, 1996.
- Johnson, P. T. 1980. Histology of the blue crab *Callinectes sapidus*.: A model for Decapoda. New York: *Praeger Publishers*, p.327-367.
- Junqueira, L. C., Junqueira, L. M. M. S. 1983. *Técnicas básicas de Citologia e Histologia*. São Paulo: Livraria e Editora Santos, 123p.
- Junqueira, L. C.; Carneiro, J. *Biologia Celular e Molecular*. 6 ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro.1997
- Khalaila, I.; Manor, R.; Weil, S. Granot, Y.; Keller, R.; Sagi, A. The eyestalk-androgenic gland-testis endocrine axis in the crayfish *Cherax quadricarinatus*. *General and Comparative Endocrinology*. n. 127, p. 147-156, 2002.
- King, D. S. 1964. Fine structure of the androgenic gland on the crab, *Pachygrapsus crassipes*. *General and Comparative Endocrinology*, v. 4, p. 533-544.
- King, J. E. A study of the reproductive organs of the common marine shrimp, *Penaeus setiferus* (Linnaeus). *Biol.Bull. Mar biol. Lab*. Woods.1948
- Krol, R. M., Hawkins,W. E., Overstreet, R. M. reproductive components. In: Harrison, F. W., Humes, A. G. (eds.) *Microscopic Anatomy of Invertebrates*, v.10: Decapod Crustacea. Wiley-Liss, Inc. 1992, p.295-343.

- Langret, S. G. 1969. Spermiogenesis in *Cancer* crabs. *Journal Cell Biology*, v. 43, p. 575-603.
- Leite, M. M. L. Estudo morfológico do sistema reprodutor masculino do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae). 66p. Monografia de graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Ceará. 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.
- Lima, A. V. P. Estudo do sistema reprodutivo de machos da lagosta verde *Panulirus laeviscauda* (LATREILLE, 1817) (DECAPODA: PALINURIDAE). 200p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 1995.
- Lipcius, R. N. & Cobb, J. S. Ecology and Fishery Biology of Spiny Lobsters. In: Phillips, B. F.; Cobb, J. S.; Kittaka, J. *Spiny Lobster Management*. Fishing News Books, Australia, 550 p. 1994.
- Liu, H.C., Li, C.W. Reproduction in the fresh-water crab *Candidiopotamon rathbunae* (Brachyura: Potamidae) in Taiwan. *Journal of Crustacean Biology*, v. 20 n.1, p. 89-99. 2000.
- Lohrmann, K.; Raineri, M. Ultrastructure of the spermatozoon of the crab *Cervimunida johni* Porter, 1903 (Galatheididae, Anomura, Crustacea). *Invertebrate Reproduction and Development*. V. 28, n. 2, p. 71-76, 1995.
- Manjón-Cabeza, M. E.; Raso, J. E. G. Morphological reproductive aspects of males of *Diogenes pugilator* (Roux, 1829) (Crustacea, Decapoda, Anomura) from southern Spain. *Sarsia*, v. 85, p. 195-202. 2000.

- Matos, E.; Santos, M. N. S.; Corral, L.; Azevedo, C. Ultra-estrutura do espermatozóide de *Ocypode quadrata* Fabricius, 1787 (Crustacea, Ocypodidae) do litoral norte do Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 36, p. 131-135. 2001.
- Matthews, D. C. (1951). The origin, development and nature of the spermatophoric mass of the spiny lobster, *Panulirus penicillatus* (Oliver). *Pac. Sci.* 5, 359 – 371.
- Matthews, D. C. A comparative study of the spermatophores of three Scyllarid Lobsters (*Parribacus antarcticus*, *Scyllarides squammosus* and *Scyllarus martensii*). *Quarterly Journal of Microscopical Science*, v. 95, part 2, pp. 205-215, June 1954.
- McLaughlin, P. A. Comparative morphology of recent crustacean. Freeman, San Francisco, California. 1980
- McLaughlin, P. A. Internal anatomy. VI. Reproductive System. In: BLISS, D. E., MANTEL, L. (ed.). *The Biology of Crustacea*. V. 5. New York: Academic Press, p. 35-36. 1983.
- McManus, J.F.A. Histological demonstration of mucin after periodic acid. *Nature*, v.158, p.202, 1946
- Medina, A.; Rodríguez, A. Spermiogenesis and sperm structure in the crab *Uca tangeri* (Crustacea, Brachyura), with special reference to the acrossome differentiation. *Zoomorphology*, v. 111, p. 161-165. 1992.
- Melo, G.A.S. *Manual de identificação dos CRUSTACEA DECAPODA do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidae, palinuridae, Astacidea*. São Paulo , Plêiade, FAPESP, 551 p., 1999.
- Mesquita, A. L. L. & Gesteira, T. C. V. Época de reprodução, tamanho e idade na primeira desova da lagosta *Panulirus laevicauda*. *Arq. Ciênc. Mar.*, Fortaleza, v.15, n.2, p.93-96, 1975

- Minagawa, M.; Higuchi, S. Analysis of size, gonadal maturation and functional maturity in the spiny lobster *Panulirus japonicus* (Decapoda: Palinuridae). *Journal of Crustacean Biology*, v. 17 n.1, p. 70-80, 1997.
- Moriyasu, M.; Benhalima, K. Snow crabs, *Chionoecetes opilio* (Crustacea: Majidae) have two types of spermatophore: hypotheses on the mechanism of fertilization and population reproductive dynamics in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada. *Journal of natural history*, 32, p. 1651-1665. 1998
- Mota Alves, M. I.; Tomé, G. S. 1966. Observações sobre origem e desenvolvimento da massa espermatofórica de *Panulirus laevicauda* (Latreille). *Arquivo da Estação de Biologia Marinha da Universidade Federal do Ceará*, v. 6. n.1, p. 99-102.
- Mota, M. I.; Tomé, G. S. On the histological structure of the gonads of *Panulirus argus* (LATREILLE) *Arq. Ciênc. Mar.*, Universidade federal do ceará, Fortaleza, V. S. n.1, p.15-20, 1965
- Mota-Alves, M. I. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá *Ucides cordatus*, em mangues do Estado do Ceará. *Arq. Cien. Mar*, v. 15, n.2, p. 85-91. 1975.
- Mota-Alves, M. I.; Tomé, G.S. Estudo sobre as gonadas da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille) *Arq. Ciênc. Mar.*, Universidade federal do ceará, Fortaleza, V.6, n.1, p.1-9, 1966.
- Mouchet, S. Spermatophores des crustacés décapodes anomures et brachyours et castration parasitaire chez quelques pagures. 199p. Tese de Doutorado em Ciências Naturais, Faculdade de Ciências de Paris. 1931.
- Moura, S. J. C. Indícios de sobre-pesca de lagostas na área do pina, Pernambuco. *Bol. Est. Pesca, Recife*, v.3, n.3, pp.7-21, 1965
- Murakami, T.; Lee, T.; Suzuki, K.; Yamazaki, F. An unidentified gland-like tissue near the androgenic gland of red swamp crayfish, *Procambarus clarki*. *Fisheries Science*. n. 70, p. 561-568, 2004.

- Nagamine C, Knight AW, Maggenti A, Paxman G. Effects of androgenic gland ablation on male primary and secondary sexual characteristics in the Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (Decapoda, Palaemonidae), with first evidence of induced feminization in a nonhermaphroditic decapod. *Gen. Comp. Endocrinol.* 1980; 41: 423–441.
- Nagamine C, Knight A. W, Maggenti A, Paxman G. Masculinization of female *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (Decapoda, Palaemonidae) by androgenic gland implantation. *Gen. Comp. Endocrinol.* 1980; 41: 442–457.
- Nagamine C, Knight A. W. Induction of female breeding characteristics by ovarian tissue implants in androgenic gland, ablated male freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (Decapoda, Palaemonidae). *Int. J. Invertebr. Reprod. Dev.*; 11: 225–234. 1987a
- Nagamine, C.; Knight, A.W. Masculinization of female crayfish, *Procambarus clarki* (Girard). *International Journal of Invertebrate Reproduction and Development.* n. 11, p.77-87, 1987b.
- Nagao, J. Munehara, H. Annual cycle of testicular maturation in the helmet crab *Telmessus cheiragonus*, *Fisheries Science*, n. 69, p. 1200-1208, 2003.
- Neto, P.A.V. Possíveis causas da mortalidade do caranguejo –Uca, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no estuário do Rio Jaguaribe-Ceará. Dissertação de mestrado em Ciências Marinhas Tropicais . Universidade Federal do Ceará, 2004.
- Paiva, M. P.; Costa, R. S. Estudos de biologia da pesca de lagostas no Ceará – Dados de 1962. *Arq. Cienc. Mar*, v.5 , n.2 pp.127-150, 1964.
- Paiva, M. P. *Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil*. Fortaleza: EUFC, 286p. 1997.

Paterson, N. F. The behavior of captive cape rock lobsters, *Jasus lalandii* (H milne Edwards) *Anais of the South African Museum*, cape Town, v.52, n.10, p.225-264, 1969.

Paterson, N. F. The behaviour of captive cape rock lobsters *Jasus lalandii* (H. Milne Edwards). *Ann S. Afr. Mus.* 52. p. 225-264. 1969.

Payen, G. Etude ultrastructurale de la dégénérescence cellulaire dans la gland androène du Crabe *Ocypode quadrata* (Fabricius). *Z. Zelforsch.* n. 129, p. 370-385, 1972.

Pearse, A. G. E. 1960. *Histochemistry theoretical and applied*. V. 2. London: Jet. Churchill Ltda, 965p.

Pereira, R.C.; Soares Gomes, A. *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. 382p.

Phillips, B.F., Cobb, J. S., George, R. W. General biology. In: cobb, J. S., Phillips, B.F. (ed.) *The biology and management of lobsters: physiology and behavior*. V.1 New York: Academic Press, 1980. p. 2-72

Pillai, R.S. Studies on the shrimp *Caridina laevis* (Heller). *J. Mar. bio. Ass. India.* v. 2, n. 2, p. 226-236, 1960.

Pinheiro, M. A. A.; Fiscarelli, A. G. *Manual de apoio a fiscalização do caranguejo-uçá (Ucides cordatus)*. Itajaí: UNESP-CEPSUL-IBAMA, 43p. 2001.

Ruppert, E. & E., Barnes, R. D. *Invertebrate Zoology*. New York: Saunders College Publishing, 6<sup>th</sup> ed., 1040p. 1994.

Ruppert, E. E.; Barnes, R. D. *Zoologia dos invertebrados*. Sao Paulo, Ed. Roca 6. ed, 1996. 1029p.

Ruppert, E. E.; Fox, R. S.; Barnes, R. D. *Zoologia dos invertebrados*. Sao Paulo. Editora Roca, 2005, 7. ed. 1145p.

- Ryan, E. P. Structure and function of system of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (BRACHYURA: PORTUNIDAE). The male system. *Proceedings of the Symposium on Crustacea of the Marine Biological Association: India*. 1967. p. 506-521.
- Sagi A, Cohen D. Growth, maturation and progeny of sexreversed, *Macrobrachium rosenbergii* males. *World Aquac.Report* 1990; **21**: 87–90.
- Sagi, A. ; Cohen, D. ; Milner, Y. Effecte of androgenic gland ablation on morphotypic differentiation and sexual characteristics of male freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. *General and Comparative Endocrinology*. n. 77, p. 15-22, 1990.
- Sagi, A.; Snir, E. Khalaila, I. Sexual differentiation in the decapod crustaceans: role of the androgenic gland. *Invertebrate Reproduction and Development*. v. 31, n. 1-3, p. 55-61, 1997.
- Sagi, A.; Snir, E.; Khalaila, I. Sexual differentiation in decapoda crustaceans: role of the androgenic gland. *Invertebrate Reproduction and Development*, v. 31, n. 1-3 p. 55-61. 1997.
- Sainte-Marie, G.; Sainte-Marie, B. Reproductive products in the adult snow crab (*Chionoecetes opilio*). I. Observations ons spermatogenesis and spermathophore formation in the vas deferens. *Canadian Journal of Zoology* , v. 77, p. 440-450. 1999.
- Sapelking, A.A.; Fedossev, V.Ya. Structure of the male reproductive system of tanner crabs. *Sov. J. Mar. Biol.* v. 7, n. 6, p. 358-365, 1982.
- Silberbauer, B. I. The biology of the South African rock lobster *Jasus lalandii* (H. Milne-Edwards) 2. The reproductive organs, mating and fertilization. *S. Afr., Div. Sea Fish., Invest. Rep.* 93, 1-46. (1971).

- Silva, J. R. F. Estudo morfológico em ovários de lagostas do gênero *Panulirus* WHITE 1847, (Decapoda, Palinuridae). São Paulo, 187p. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, 1999.
- Silva, J. R. F. Histomorfometria da reprodução da lagosta verde *Panulirus laevicauda* (Latreille 1817) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) do litoral do estado do Ceará. 1992. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 1992.
- Souza, L.P. Biologia reprodutiva do caranguejo *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustácea: Decapoda: Grapsidae) no manguezal do Rio Ceará (Caucaia-CE): morfologia do sistema reprodutor feminino. 53p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.
- Taketomi, Y. Ultrastructure of the androgenic gland of the crayfish, *Procambarus clarkii*. *Cell Biology International Reports*, v. 10, n. 2, p. 131-136. 1986.
- Taketomi, Y.; Murata, M.; Imakado, K. On the androgenic gland of the crayfish, *Procambarus clarkii*. I. Seasonal changes in the cell structure of the androgenic gland of the crayfish, *Procambarus clarkii*. *Memoirs of the Faculty of General Education*, v. 31, p.65-72. 1996b.
- Taketomi, Y.; Nishikawa, S.; Koga, S. Testis and androgenic gland during development of external sexual characteristics of the crayfish *Procambarus clarkii*. *Journal of Crustacean Biology*, v. 16, n.1, p. 24-34. 1996a.
- Talbot, P. Beach, D. Role of the vas deferens in the formation of the spermatophore of the crayfish (Cherax). *Journal of Crustacean biology*. v. 9. n. 1. 1989
- Talbot, P., Summers, R. G.. The structure of sperm from *Panulirus*, the spiny lobster, with special regard to the acrosome. *Journal of Ultrastructure Research*, v. 64, p. 341-351. 1978.

- Talbot, P.; Chanmon, P. The structure of sperm from the lobster, *Homarus americanus*. *Journal of ultrastructure research*. n. 70, p. 275-286, 1980.
- Thampy, D. M.; John, P. A. On the androgenic gland of the ghost crab *Ocypoda platytarsis* M. Edwards (Crustacea: Brachyura). *Acta Zoologica*, v. 51, p. 203-210. 1970.
- Thampy, D.M.; John, P.A. The androgenic gland of the shrimp *Palaemon dayanus*. *Marine Biology*. n.12, p. 285-288, 1972.
- Tolosa, E. M. C.; Rodrigues, C. J; Behmer, O. A.; Freitas-Neto, A. G. *Manual de Técnicas para Histologia Normal e Patológica*. 2003. p. 331.
- Tudge, C. C. Spermatophore morphology in the hermit crab families Paguridae and Parapaguridae (Paguroidea, Anomura, Decapoda). *Invertebrate Reproduction and Development*, v. 35, n. 3, p. 203-214. 1999.
- Tudge, C. C.; Jamieson, B. G. M.; Sandberg, L.; Erséus, C. Ultrastructure of the mature spermatozoon of the king crab *Lithodes maja* (Lithodidae, Anomura, Decapoda): further confirmation of a lithodid-pagurid relationship. *Invertebrate Biology*, v. 117, n. 1, p. 57-66. 1998.
- Uma, K.; Subramonian, T. 1979. Histochemical characteristics of spermatophore layers of *Scylla serrata* (Forsk.) (Decapoda: Portunidae). *International Journal of Invertebrate Reproduction*, v.1, p. 31-40.
- Verdi, A., Delgado, E. (1998) Miroestructura del Aparato Reprodutor Masculino de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) (Crustacea, Caridea, Palaemonidae) *Rev. Brasil. Biol.*, 58 (2): 343-348
- Wielgus-Serafinska, E. 1976. Morphological and histological changes in the male gonad of the american crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque) in annual cycle. *Acta Biologica Cracoviensa, Series: Zoologia*, v. 19, p. 87-105.

**ANEXOS**

**Ministério do Meio Ambiente**  
**Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**  
 Edição Número 234 de 07/12/2006

**INSTRUÇÃO NORMATIVA N o 138, DE 6 DE DEZEMBRO DE 2006**

O PRESIDENTE DO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, no uso das atribuições previstas no art. 26, inciso V, Anexo I da Estrutura Regimental aprovada pelo Decreto n.º 5.718, de 13 de março de 2006, e no art. 95, item VI do Regimento Interno aprovado pela Portaria GM/MMA n.º 230, de 14 de maio de 2002,

Considerando o disposto no Decreto n.º 5.583, de 16 de novembro de 2005, que autoriza o IBAMA a estabelecer normas para a gestão do uso sustentável dos recursos pesqueiros de que trata o § 6º do art. 27 da Lei n.º 10.683, de 28 de maio de 2003;

Considerando o Decreto-lei n.º 221, de 28 de fevereiro de 1967, que dispõe sobre a proteção e estímulos à pesca e a Lei 7.679, de 23 de novembro de 1998, que dispõe sobre a proibição da pesca de espécies em períodos de reprodução e dá outras providências;

Considerando as propostas contidas no Plano Nacional de Gestão de Uso Sustentável de Lagostas, aprovadas na 5ª Reunião do Comitê de Gestão de Uso Sustentável de Lagostas - CGSL, ocorrida nos dias 9 e 10 de novembro de 2006, em Brasília/DF; e,

Considerando as proposições apresentadas pela Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros - DIFAP no Processo IBAMA n.º 02007.005286/2001-11, resolve:

**Art. 1º Proibir, nas águas jurisdicionais brasileiras, a captura, o desembarque, a conservação, o beneficiamento, o transporte, a industrialização, a comercialização e a exportação sob qualquer forma, e em qualquer local de lagostas das espécies *Panulirus argus* (lagosta vermelha) e *Panulirus laevicauda* (lagosta cabo verde), de comprimentos inferiores aos estabelecidos a seguir:**

<b>Espécie</b>	<b>Comprimento de cauda (cm)</b>	<b>Comprimento cefalotórax (cm)</b>
Lagosta Vermelha	<b>13</b>	<b>7,5</b>
Lagosta Cabo Verde	<b>11</b>	<b>6,5</b>

§ 1º Para os efeitos deste artigo fica estabelecido o seguinte: I - comprimento de cauda é a distância entre o bordo anterior do primeiro segmento abdominal e a extremidade do telson fechado;

II comprimento do cefalotórax é a distância entre o entalhe formado pelos espinhos rostrais e a margem posterior do cefalotórax;

III - as medidas acima referidas são tomadas com base na linha mediana dorsal do indivíduo ou da cauda, sobre superfície plana com telson fechado; e,

IV - no caso de lagostas inteiras será adotado o comprimento do cefalotórax.

§ 2º Para efeito de fiscalização será permitida uma tolerância de até 2% de lagosta, em relação ao peso total, com tamanho mínimo inferior ao permitido, desde que a diferença a menor não ultrapasse a 2 mm (dois milímetros).

§ 3º No ato da fiscalização, será permitido o descabeçamento da lagosta para fins de medição da cauda, quando solicitado pelo interessado.

**Art. 2º Proibir o desembarque, a conservação, o beneficiamento, o transporte, o armazenamento, a comercialização e a exportação de lagostas das espécies *P. argus* (lagosta**

vermelha) e *P.laevicauda* (lagosta cabo verde), sob qualquer forma que venha a descaracterizar a cauda do indivíduo, impedindo a sua identificação e medição.

**Art. 3º Proibir a pesca de lagostas com qualquer método de pesca, nos seguintes criadouros naturais:**

I - até a distância de 04 (quatro) milhas marítimas da costa nos limites:

a) da Foz do Rio Megaó à Ponta do Ramalho, no Estado de Pernambuco (07° 33 ' 30" S e 07° 50 ' 00" S); e,

b) do Farol de Mundaú à Foz do Rio Anil, no Estado do Ceará (39° 07' 00" W e 38° 48 ' 99" W);

II na região de Galinhos, no Estado do Rio Grande do Norte, entre as latitudes de 05°05 ' 00"S e 05°07 ' 00"S e as longitudes de 36° 12 ' 00" W a 36° 20 ' 00" W.

**Art. 4º Proibir, a partir de 1º de janeiro de 2007, a pesca de lagostas das espécies *P.argus* (lagosta vermelha) e *P.laevicauda* (lagosta cabo verde), na área compreendida entre o meridiano 51°38'N (fronteira da Guiana Francesa e o Brasil) e o paralelo 21°18'S (divisa dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro) área de ocorrência das espécies, a menos de 4 milhas marítimas da costa, a partir das Linhas de Base Retas conforme definido no Decreto N.º 4.983, de 10 de fevereiro de 2004.**

**Art. 5º Permitir, a partir de 1º de janeiro de 2007, a captura de lagostas das espécies *P.argus* (lagosta vermelha) e *P.laevicauda* (lagosta cabo verde) somente com o emprego de armadilhas do tipo covo ou manzuá e cangalha.**

Parágrafo único. A malha do covo ou manzuá e da cangalha, deverá ser quadrada e ter no mínimo 5,0 cm (cinco centímetros) entre nós consecutivos, com uma tolerância de 0,25 cm (vinte e cinco centésimos de centímetros).

**Art. 6º Proibir, a partir de 1º de janeiro de 2007, a captura de lagostas das espécies *P.argus* (lagosta vermelha) e *P.laevicauda* (lagosta cabo verde), com o emprego de redes de espera do tipo caçoiera.**

**Art. 7º Proibir, a partir de 1º de janeiro de 2007, a utilização de marambaias, feitas de material de qualquer natureza, como instrumento auxiliar de agregação de organismos aquáticos vivos, na captura de lagostas das espécies *P.argus* (lagosta vermelha) e *P.laevicauda* (lagosta cabo verde).**

Parágrafo único. Para efeito desta Instrução Normativa entende-se por marambaia, todo e qualquer conjunto de estrutura artificial utilizado para concentrar organismos aquáticos vivos.

**Art. 8º Permitir, a partir de 1º de janeiro de 2007, na pesca de lagostas das espécies *P.argus* (lagosta vermelha) e *P.laevicauda* (lagosta cabo verde), a operação somente de embarcações cujo comprimento total seja superior a 4 m (quatro metros), respeitada a legislação específica.**

**Art. 9º Proibir a captura de lagostas por meio de mergulho de qualquer natureza.**

Parágrafo único: as embarcações que operam na pesca de lagostas não poderão portar qualquer tipo de aparelho de ar comprimido e instrumentos adaptados à captura de lagostas por meio de mergulho.

Art. 10. Aos infratores desta Instrução Normativa serão aplicadas as sanções previstas na Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e no Decreto n.º 3.179, de 21 de setembro de 1999.

Art.11. Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

MARCUS LUIZ BARROSO BARROS

## **PROTOCOLO DE COLORAÇÕES**

### **MÉTODO HEMATOXILINA-EOSINA (Junqueira & Junqueira, 1983)**

#### **REAGENTES**

Hematoxilina

Eosina

Alumem de potássio ou amônio

Oxido de vermelho de mercúrio

Acido acético

Álcool 100%

Água destilada

#### **TÉCNICA**

Desparafinização com xilol

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

Coloração (HE)

Desidratação (água destilada - série crescente de álcool)

Diafanização com xilol

Montagem da lamina (Entellan)

#### **RESULTADOS**

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

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

### **REAGENTES**

Cromotrop C

Verde luz ou fast green

Ácido fosfotúngstico

Ácido acético glacial

Água destilada

### **TÉCNICA**

Desparafinização com xilol

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

Coloração; Hematoxilina – Tricrômico de Gomori

Desidratação (água destilada - série crescente de álcool)

Diafanização com xilol

Montagem da lamina (Entellan)

### **RESULTADOS**

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

## **MÉTODO ALCIAN/PAS**

### **REAGENTES**

Fucsina básica

Acido clorídrico 1N

Metabissulfito de sódio ou potássio

Acido periódico cristalizado

Alcian blue 1%

Acido acético 3%

Água destilada

### **TÉCNICA**

Desparafinização com xilol

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

Coloração: Azul de Alcian – Acido Periódico – Reagente de Shiff - Hematoxilina

Desidratação (água destilada - série crescente de álcool)

Diafanização com xilol

Montagem da lâmina (Entellan)

### **RESULTADOS**

Polissacarídeos ácidos coram-se em azul celeste, polissacarídeos neutros com grupamento 1-2 glicol em magenta. Núcleos em roxo.

## **MÉTODO AZUL DE BROMOFENOL (Pearse, 1960)**

### **REAGENTES**

Acido acético 2%  
Azul de Bromofenol  
Bicloreto de mercúrio  
Água destilada

### **TÉCNICA**

Desparafinização com xilol  
Hidratação (álcool 100%, 95%, 70% e água destilada)  
Coloração: Azul de Bromofenol – ácido acético  
Desidratação (água destilada - série crescente de álcool)  
Diafanização com xilol  
Montagem da lâmina (Entellan)

### **RESULTADOS**

Onde há maior concentração de proteínas cora-se em azul intenso.