

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

**RELACÕES MORFOMÉTRICAS PARA A COMPREENSÃO DE ASPECTOS
REPRODUTIVOS DO CARANGUEJO-UÇÁ *Ucides cordatus*
(LINNAEUS, 1763), NO ESTUÁRIO DO RIO COREAÚ-CEARÁ**

Marcos de Miranda Leão Leite

N.º de Registro: D-59-15642 L554r
Autor: Leite, Marcos de Mi
Título: Relações morfométricas para a co



13948131

FORTALEZA - CE
Junho / 2005

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

**RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS PARA A COMPREENSÃO
DE ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CARANGUEJO-UÇÁ
Ucides cordatus (LINNAEUS, 1763), NO ESTUÁRIO DO RIO
COREAÚ - CEARÁ.**

MARCOS DE MIRANDA LEÃO LEITE

FORTALEZA - CE

Junho / 2005

**RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS PARA A COMPREENSÃO
DE ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CARANGUEJO-UÇÁ
Ucides cordatus (LINNAEUS, 1763), NO ESTUÁRIO DO RIO
COREAÚ - CEARÁ.**

MARCOS DE MIRANDA LEÃO LEITE

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais, outorgado pela Universidade Federal do Ceará.

**Instituto de Ciências do Mar
Universidade Federal do Ceará**

Fortaleza

2005

Após a finalização dos trabalhos da defesa de Dissertação de Mestrado do aluno, **MARCOS DE MIRANDA LEÃO LEITE** intitulada "Relações morfométricas para a compreensão de aspectos reprodutivos do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)", a Banca Examinadora considerando o conteúdo do trabalho e a apresentação realizada considera a **DISSERTAÇÃO APROVADA**.

Prof Dr. José Roberto Feitosa Silva
(orientador)



Prof. Dr. Antônio Aduino Fonteles Filho
(membro interno)



Prof. Dr. Alberto Kioharu Nishida
(membro externo)



*Aos meus pais, maravilhosos, Hélio e Jacy
por todo o seu amor, aos meus irmãos
Flávia, Hélio Filho e Paulo por todo o
nosso amor fraterno.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado forças e não ter me deixado desanimar ao longo desse árduo trabalho.

Ao meu orientador professor José Roberto Feitosa Silva pela confiança depositada, orientação e pelos muitos conhecimentos passados.

Ao biólogo e amigo Nilson Cardoso por sua parceria e companheirismo durante as coletas em Camocim. Com sua imprescindível ajuda, foi possível viabilizar esse trabalho.

Ao professor Antônio Aduino Fonteles-Filho, que sempre me recebeu, com muita atenção, em sua sala para o esclarecimento de inúmeras dúvidas e pela seriedade e compromisso com que me orientou na parte estatística do trabalho.

À professora Cristina Gesteira que tão bem me acolheu no LABOMAR, sempre atenciosa, além de esclarecer muitas dúvidas e transmitir seus conhecimentos.

A todos do CEDECAM por gentilmente me cederem as instalações e equipamentos para a realização dos processamentos histológicos. E ao Diego, bolsista desse laboratório, que me auxiliou em uma das tomadas de medidas biométricas.

A galera da turma de 2003.1: André Gustavo, Carolina Braga, Esaú Carvalho, Geraldo Ferreira, Givanildo Ximenes, Gleire Rodrigues, Gualdino Afonso, Guelson Batista, Isabel Santana, Janaína Santos, Leonardo, Lucélia Parente, Luiz Ernesto e Sérgio Firmeza pelas horas agradáveis na boa e velha salinha do Mestrado e pela amizade conquistada.

A todos os professores do Mestrado, que com seus conhecimentos, contribuíram para a minha formação.

À Janáína pela amizade, parceria e carinho.

Ao Gil, é meu camarada, desde a graduação ralando juntos e vencemos mais uma etapa!!!

Aos biólogos Wilson Franklin, Isabel e Pedro Alexandre (P. A.) pela amizade construída ao longo desse período.

À bióloga do LABOMAR Tatiane Martins Garcia por nossa amizade, iniciada ainda na graduação, e por toda sua ajuda e colaboração em diversos aspectos.

A todas as pessoas da Pousada Esplanada do Porto, em Camocim, onde todos os que participaram das coletas foram sempre muito bem recebidos.

À Engenheira de Pesca do LABOMAR, Odete Parente, que gentilmente cedeu sua casa, em Camocim, por várias coletas.

À comunidade de pescadores de Camocim, em especial, ao seu João "Parnaíba" pela sua seriedade e comprometimento com o trabalho.

Aos meus amigos Gerlano "Bots", Luciano, Ernani e Anderson pelos momentos de "relax" no surf, que me fizeram recuperar as forças e continuar na batalha.

À CAPES pelo apoio financeiro e concessão de bolsa de Mestrado.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
Lista de TABELAS	viii
Lista de FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	
1.1.Considerações gerais	1
1.2.Aspectos biológicos do caranguejo- uçá.	3
1.3.Manguezal: o habitat do caranguejo-uçá	6
1.4. Aspectos econômicos e pesqueiros do caranguejo-uçá	7
1.5. Maturidade sexual X Manejo pesqueiro	11
2. OBJETIVO GERAL	14
2.1.Objetivos específicos	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Aspectos gerais do aparelho reprodutor em Crustacea Decapoda	15
3.1.1. Aparelho reprodutor masculino	15
3.1.2. Aparelho reprodutor feminino	18
3.1.3. Padrões de desenvolvimento gonadal	22
3.2. Aspectos morfométricos e maturidade sexual	23

4. MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1. Local de estudo	34
4.2. Análises histológicas	37
4.3. Análises morfométricas	38
4.4. Análise estatística	40
4.4.1. Significância das relações morfométricas	40
4.4.2 Dimorfometria sexual nas proporções corporais	41
4.4.3. Padrões de dimorfometria relacionados ao estágio de desenvolvimento reprodutivo	42
4.4.4. Dimorfometria sexual no tamanho individual	43
4.4.5. Maturidade sexual	44
5. RESULTADOS	
5.1. Caracterização geral do aparelho reprodutor masculino	46
5.1.2. Caracterização geral do aparelho reprodutor feminino	52
5.2. Padrões de desenvolvimento gonadal	58
5.3. Relações morfométricas	60
5.3.1. Medidas morfométricas	60
5.3.2. Análise de dimorfometria sexual nas proporções corporais	62
5.3.3. Padrões de dimorfometria relacionados ao estágio de desenvolvimento reprodutivo	64
5.3.4 Maturidade funcional	66
5.3.5 Maturidade fisiológica	73
5.3.6. Análises de crescimento relativo	75

6. DISCUSSÃO	79
6.1. Aparelho reprodutor masculino	79
6.1.1. Aspectos macroscópicos	79
6.1.2. Aspectos microscópicos	81
6.2. Aparelho reprodutor feminino	
6.2.1 Aspectos macroscópicos	84
6.2.2 Aspectos microscópicos	85
6.3. Padrões de desenvolvimento gonadal	87
6.3.1 Machos	87
6.3.2. Fêmeas	88
6.4. Análises de dimorfometria sexual e crescimento relativo	90
6.5. Maturidade sexual	92
6.5.1. Parâmetros morfométricos relacionados ao estágio de desenvolvimento reprodutivo	92
6.5.2. Maturidade funcional	95
7. CONCLUSÕES	100
8. PERSPECTIVAS SOBRE ASPECTOS REPRODUTIVOS DE <i>Ucides cordatus</i>	102
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
I. Valores máximos e mínimos e medidas de tendência central das medidas morfométricas analisadas.	61
II. Comparação dos coeficientes angulares (b) entre os sexos na espécie <i>U. cordatus</i> .	62
III. Comparações entre as equações de regressão para ambos os sexos de acordo com o estágio de desenvolvimento reprodutivo.	64
IV. Equações de regressão e os valores de t calculados para as relações morfométricas em ambos os sexos considerando a condição de maturidade do ponto de vista funcional.	67
V. Relação CPQM/LC entre indivíduos imaturos e maduros, mostrando o valor correspondente à maior diferença entre os coeficientes angulares.	69
VI. Relação C2p/LC entre indivíduos imaturos e maduros, mostrando o valor correspondente à maior diferença entre os coeficientes angulares.	70
VII. Relação CG/LC entre indivíduos imaturos e maduros, mostrando o valor correspondente à maior diferença entre os coeficientes angulares.	71
VIII. Relação LA/LC entre indivíduos imaturos e maduros, mostrando o valor correspondente à maior diferença entre os coeficientes angulares.	72
IX. Distribuição de freqüência absoluta e relativa por intervalos de classe e estágio de desenvolvimento reprodutivo para machos.	73
X. Distribuição de freqüência absoluta e relativa por intervalos de classe e estágio de desenvolvimento reprodutivo para fêmeas.	74
XI. Padrões de crescimento relativo para machos.	76
XII. Padrões de crescimento relativo para fêmeas.	77

- XIII. Padrões de crescimento relativo para cada sexo e condição de maturidade funcional. 78

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura</i>	<i>Página</i>
1 Mapa da região do estuário do Rio Coreau.	34
2 Parte do manguezal utilizado como área de pesca por catadores de caranguejo em Camocim.	35
3 Área de desembarque de caranguejos em Camocim	36
4 Captura do caranguejo-uçá pelo "braceamento"	36
5 Desenho esquemático das estruturas utilizadas nas análises morfométricas	39
6 Localização do aparelho reprodutor masculino	47
7 Localização das papilas penianas	48
8 Fotomicrografia do testículo	50
9 Fotomicrografia do vaso deferente	51
10 Localização do gonóporos em fêmeas	53
11 Ovário.	54
12 Fotomicrografia do ovário em diferentes estágios de maturação	57
13 Padrões de desenvolvimento gonadal (fêmeas)	59
14 Padrões de desenvolvimento gonadal (machos)	59
15 Gráficos relativos às análises de dimorfometria sexual	63
16 Gráficos relativos aos parâmetros morfométricos relacionados ao estágio de desenvolvimento reprodutivo	65
17 Maturidade funcional	68

RESUMO

O caranguejo-uçá *Ucides cordatus* é um dos mais importantes recursos pesqueiros dos manguezais brasileiros. A presente pesquisa teve como objetivo estabelecer relações entre estruturas relacionadas às características sexuais secundárias e os estágios de maturação de machos e fêmeas da referida espécie. O material que serviu de base para esse estudo foi obtido por meio de coletas bimensais, correspondendo ao período de janeiro de 2004 a janeiro de 2005, na área do manguezal do Rio Coreaú, no município de Camocim, litoral oeste do Estado do Ceará. Para o estudo histológico, os indivíduos foram dissecados para a retirada dos aparelhos reprodutores masculino e feminino e de onde se retirou fragmentos do vaso deferente e ovário para se avaliar o grau de maturação de machos e fêmeas respectivamente. Para essa etapa, foi seguida a rotina histológica padrão. No estudo morfométrico, foram avaliados os seguintes parâmetros: 1. crescimento relativo (alométrico), 2. Análises de dimorfometria sexual, 3. Maturidade sexual. As variáveis testadas apresentaram diferentes níveis de crescimento relativo em ambos os sexos. A relação entre a largura e o comprimento do cefalotórax não exibiu padrões de dimorfometria sexual para a espécie *U. cordatus* analisadas no presente trabalho. Com base na relação entre a largura do cefalotórax e a largura do abdomen, o tamanho da maturidade funcional nas fêmeas foi de 66mm. O valor de 60mm de largura do cefalotórax, obtido na relação entre a essa medida morfométrica e o comprimento da quebra maior, foi considerado o tamanho da maturidade funcional em machos. No presente trabalho, sugere-se que o tamanho obtido nessa relação possa ser adotado com vistas ao estabelecimento de um tamanho mínimo de captura para essa espécie no estuário do Rio Coreaú.

Palavras-chave: *Ucides cordatus*, manguezal, maturidade sexual.

ABSTRACT

The mangrove crab *Ucides cordatus* is one of the most important fishing resources from Brazilian mangroves. The present study aims to establish the relationship between related structures to the secondary sexual characteristics and the maturation stages of males and females of the referred species. The samples were obtained through bimonthly collections, corresponding to the period from January 2004 to January 2005, in a mangrove area of the Coreaú River, in Camocim county, west coast of Ceará State, Brazil. For histological studies, males and females were dissected in order to retreat the reproductive system and fragments of the vas deferens and ovary to evaluate the maturation's degree of the individuals. For this, standart histological proceedings were carry out. In the morphometric study, the following parameters were: 1. relative growth (allometry), 2. sexual dimorphism 3. sexual maturity. The tested variables presented different levels of relative growth in both sexes. The relationship between carapace width and carapace length didn't exhibit patterns of sexual dimorphism for *U. cordatus* in the present work. The relationship between carapace width and abdomen width, the size of functional maturity in the females was of 66mm. The value of 60mm of carapace width, obtained through the relationship between carapace width and larger cheliped's propodus length, was considered the size of the functional maturity in males. In the present work, it is suggested that the size obtained in this relationship, could be adopted to the establishment of a minimum catching size for this species in the studied area.

Key-Words: *Ucides cordatus*, mangroves, sexual maturity.



1) INTRODUÇÃO

1.1) Considerações gerais

O Subfilo Crustacea é um dos mais representativos dentro dos Arthropoda, totalizando um pouco mais de 30.000 espécies descritas (Barnes, 1984). Posteriormente, Ruppert & Barnes (1994) relataram a existência de cerca de 38.000 espécies. Esses animais são encontrados mais freqüentemente em ambientes aquáticos, na sua maior parte, marinha; no entanto, também são conhecidas espécies de água doce e salobra, semi-terrestres e terrestres. Ainda de acordo com esses autores, a ordem a Decapoda é a maior dos crustáceos com cerca de 10.000 espécies descritas. Pertencem a esse grupo as lagostas, caranguejos, camarões e lagostins. Em todos os decápodes os três primeiros pares de apêndices torácicos são modificados em maxilípedes e o nome Decapoda refere-se à existência de cinco pares de patas locomotoras (pereiópodos). O abdômen contém cinco pares de apêndices denominados de pleópodos (King, 1995). Brusca & Brusca (1990) relatam que os indivíduos desse táxon possuem uma grande variedade de hábitos alimentares incluindo: herbivoria, predação, comedores de detritos e partículas em suspensão.

Segundo a revisão de Xavier-Filho (1995), na trajetória histórico-taxonômica dos Decapoda, podem ser considerados três sistemas mais importantes propostos por Latreille (1806), Boas (1880) e Burkenroad (1963). O primeiro reconhece três tipos morfológicos: Macrura (abdome alongado e distendido), Anomura (abdome misto ou variado) e Brachyura (abdome curto e flexionado sob o cefalotórax). O sistema de Boas (1880) constitui a primeira grande revisão dos Decapoda, na qual foram propostos os táxons Natantia (formas nectônicas) e Reptantia (formas bentônicas). Em camarões, o abdômen é bem desenvolvido

e os cinco pares de pleópodos são adaptados para a natação. Em razão disso, esse grupo, na classificação de Boas, estava inserido no táxon Natantia. Já as espécies do táxon Reptantia, representado por lagostas e caranguejos, apresentam hábitos bentônicos, possuindo a carapaça bem esclerotizada e mineralizada (Schram, 1986). Segundo King (1995), nesses animais, o cefalotórax é relativamente grande e os cinco pares de patas podem ser adaptados para caminhar no substrato, ou modificados em pinças (quelas). No sistema de Burkenroad (1963) são sugeridos os táxons Dendrobranchiata (presença de dendrobrânquias), composto pelos camarões peneídeos, e Pleocyemata (surgimento de incubação pleopodal) onde estão incluídos as lagostas e caranguejos.

A se considerar pelo número de espécies (mais de 4.500) e tendo em vista que os indivíduos desse táxon são encontrados em uma ampla variedade de habitats, Ruppert & Barnes (1994) consideram que os Brachyura (caranguejos verdadeiros), são, provavelmente, os decápodes de maior sucesso do ponto de vista evolutivo. Posteriormente, Melo (1996) fez uma ampla revisão sistemática dos caranguejos e siris encontrados no litoral brasileiro enumerando cerca de 23 famílias, incluindo para cada espécie uma descrição dos caracteres morfológicos externos, distribuição geográfica e habitats onde são encontrados. São conhecidas aproximadamente 5.000 espécies de Brachyura em todo o mundo, das quais cerca de 600, são encontradas no Atlântico ocidental e 302 no litoral brasileiro (Melo, 1996).

Os braquiúros possuem o abdômen simétrico, porém reduzido e flexionado sob o cefalotórax. Este é achatado dorso-ventralmente e expandido lateralmente, sendo o abdômen dos machos mais estreito do que o das fêmeas e os urópodos são geralmente ausentes (Brusca & Brusca, 1990). Xavier-Filho (1995) considera que estas características se constituem em especializações relacionadas à vida bentônica, particularmente no que se

refere à locomoção, alimentação, proteção e refúgio. Os pleópodos das fêmeas têm a função de carregar e incubar os ovos e, em vista disso, de acordo com a classificação de Burkenroad (1963), os caranguejos braquiúros estão inseridos entre os decápodos do táxon Pleocyemata. Já os machos possuem somente os pleópodos anteriores, que são adaptados para a copulação. Os caranguejos braquiúros são predominantemente marinhos, mas espécies de água doce e semi-terrestres ocorrem nos trópicos. Caranguejos com hábitos terrestres (algumas espécies das famílias Gecarcinidae, Ocypodidae e Grapsidae) ainda são dependentes do mar para reprodução e desenvolvimento larval (Brusca & Brusca, 1990).

1.2) Aspectos biológicos do caranguejo-uçá

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, pertence à família Ocypodidae e se constitui em um dos mais importantes componentes dos manguezais brasileiros (Alcântara-Filho, 1978; Melo, 1996). Sua distribuição se dá desde a Flórida (E.U.A) até o litoral de Santa Catarina (Brasil) (Melo, 1996). Segundo esse autor, seus caracteres diagnósticos são: uma carapaça transversalmente sub-elíptica, pouco mais larga do que longa, fortemente convexa longitudinalmente e quelípodos desiguais em ambos os sexos, sendo considerada como espécie de grande porte. Esses caranguejos possuem uma dieta basicamente herbívora, consumindo principalmente folhas senescentes das árvores do manguezal, armazenando seu alimento numa das câmaras de sua galeria (Pinheiro & Fiscarelli, 2001). Ivo & Gesteira (1999) reportam que essa espécie alimenta-se de folhas de mangue vermelho (*Rizophora mangle*) e de matéria orgânica em decomposição. É um animal semi-terrestre, que vive nos manguezais nas zonas entre-marés em galerias escavadas na lama,

com profundidade de 0,60m a 1,50m. Estas galerias estão sempre com alguma água e são habitadas por somente um indivíduo (Nascimento, 1993). *U. cordatus* exerce um papel preponderante na manutenção do equilíbrio ecológico dos manguezais, favorecendo a ciclagem de materiais do ambiente através da ingestão de seu alimento, digestão e retorno desse material ao sedimento na forma de partículas, maximizando em até 70% a eficiência bacteriana. Assim, esse animal consegue suprir o ambiente com biodetritos, retendo essa matéria orgânica no manguezal e evitando o carreamento dessas partículas para ecossistemas adjacentes com a maré vazante (Pinheiro & Fiscarelli, 2001). *U. cordatus* exerce também uma influência positiva na abundância populacional do caranguejo-violinista do gênero *Uca*, já que espécies desse gênero alimentam-se da matéria orgânica resultante do processamento alimentar do caranguejo-uçá. Desse modo, um manejo inadequado ou o descumprimento das leis de defeso podem comprometer toda a cadeia alimentar do manguezal (Pinheiro & Fiscarelli, 2001). Segundo Paiva (1997), o ciclo de vida dessa espécie é pouco conhecido, mas sendo um crustáceo da subordem Reptantia, deve apresentar vida relativamente longa, com baixa taxa de crescimento e de predação, tendo em vista o restrito número de níveis tróficos nos manguezais. Pinheiro & Fiscarelli (2001) relatam que, nos crustáceos, a maior frequência de muda e incremento de tamanho ocorrem durante as fases juvenis, ambos decrescendo na fase adulta. Esses autores determinaram as curvas de crescimento em tamanho para uma população de *U. cordatus* em Iguape (SP) e estimaram seu tamanho máximo teórico em 9,6 cm de largura de cefalotórax para os machos e 8,9 cm para as fêmeas. Fonteles-Filho (1989) também ressalta que, nos crustáceos, a redução na frequência de muda com a idade deve ser o principal fator na determinação das taxas de crescimento decrescentes, de modo que indivíduos jovens crescem mais rápido porque têm uma maior frequência de muda. Ivo &

Gesteira (1999) reportam que o caranguejo-uçá, como todos os crustáceos, passa pelo processo de muda ou ecdise para crescer, sendo esta mais freqüente quando o indivíduo é mais jovem. Nas fases larval e juvenil, as mudas ocorrem com bastante freqüência até atingir uma única muda anual quando adultos. Nascimento (1993) sugere que para *U. cordatus* alcançar o tamanho comercial seriam necessários cerca de dez anos, considerando que o número de mudas tende a diminuir com a idade. Analisando o crescimento da referida espécie nos manguezais do rio Caeté, estado do Pará, Dicle (2000) verificou que aumentos relativos de crescimento e freqüência de muda diminuem com o tamanho. Em seu trabalho, essa autora estima que os indivíduos machos tiveram idade aproximada de 7,1 e 8,7 anos ao alcançar o tamanho comercial de 6,5 cm de largura de cefalotórax. Ivo & Gesteira (1999) reportam que na região estuarina do delta do Parnaíba, o acasalamento e postura de ovos do caranguejo-uçá ocorrem entre os meses de dezembro e abril e no manguezal de Itacorubi (Santa Catarina) o período reprodutivo dessa espécie ocorre em janeiro. Costa (1979), no estuário do rio Ceará (Caucaia-Ceará), relata que essa espécie se reproduz de dezembro a maio, com picos de maior intensidade nos meses de janeiro e março-abril. Em Iguape (SP), Pinheiro & Fiscarelli (2001) registraram o período reprodutivo nos meses de dezembro e janeiro. Segundo Mota-Alves (1975), o acasalamento de *U. cordatus* ocorre com a fêmea em decúbito dorsal, ocasião em que o macho a cobre e deposita o líquido seminal nas aberturas existentes na base do terceiro par de patas, com o auxílio do pênis.

De acordo com Nascimento (1993), os predadores naturais de *U. cordatus* são a coruja (*Pulsatrix perspicillata*), o falcão (*Buteogallus arquinoctialis*), o guaxinim (*Procyon cancrivorus*), o gambá (*Didelphis marsupialis*), a raposa (*Duscion trous*).

1.3) O Manguezal: o habitat do caranguejo-uçá

Lacerda (1984) define manguezal como um ecossistema de transição entre o meio marinho e terrestre que se estabelece em áreas sob a ação das marés. Esse mesmo autor relata que os manguezais são contribuintes importantes na produção primária de áreas costeiras tropicais e desempenham papel relevante na ciclagem de nutrientes e de metais, além de agirem como barreiras biogeoquímicas para poluentes disponíveis no solo, depositados nesses locais através de diferentes mecanismos, ocorrendo ao nível das raízes. Jennerjahn & Itekott (2002) consideram os manguezais ecossistemas muito complexos caracterizados pela alta produtividade primária, eficiente reciclagem de nutrientes biológicos e pela troca permanente com ecossistemas marinhos e terrestres. Do ponto de vista ecológico, Schaeffer-Novelli (1982) ressalta que a vegetação do mangue proporciona alimentos e retém detritos e que, neste ambiente, crustáceos são abundantes refugiando-se em galerias escavadas no substrato ou correndo sobre a superfície do solo e, até mesmo, subindo nas árvores. Um grande número de moluscos bivalves utiliza-se das raízes do mangue como substrato, além do que, essas estruturas servem de proteção aos peixes que desovam nas áreas de manguezal. A autora afirma que esses organismos se reproduzem no manguezal e que jovens de espécies de interesse econômico tais como camarões, caranguejos e diversos peixes, encontram também proteção nesse sistema ecológico. A produção, a proteção e a estabilização das formações costeiras também são identificadas como algumas das principais funções do ecossistema manguezal (Schaeffer-Novelli, 1982).

1.4) Aspectos Econômicos e Pesqueiros do caranguejo-uçá

De acordo com Nascimento (1993), a espécie *U. cordatus* apresenta importância econômica como recurso pesqueiro somente no Brasil, Suriname e República Dominicana. No nordeste brasileiro, esse crustáceo é bastante explorado e envolve um grande contingente de pessoas em sua captura, beneficiamento e comercialização (IBAMA, 1994). Além de ser útil como fonte de renda para famílias carentes que moram às margens ou em regiões próximas ao mangue é, também, extremamente apreciada como alimento em diversas cidades litorâneas com intenso fluxo turístico. De acordo com dados do IBAMA (1994) a quantidade de caranguejos, da referida espécie, comercializada no município de Fortaleza, Estado do Ceará, é de aproximadamente 438.000 unidades/mês. Dados mais recentes mostram que o consumo de caranguejo-uçá na cidade de Fortaleza é da ordem de 75 toneladas por mês (IBAMA, 2005).

A maior parte desse pescado é proveniente da região do delta do Parnaíba, sendo uma pequena quantidade oriunda dos Estados da Paraíba, Pará e do interior do Ceará, principalmente dos municípios de Camocim e Aracati, sendo a mercadoria destinada ao comércio varejista das barracas da praia do Futuro, em Fortaleza, e restaurantes da orla marítima. Nascimento (1993) relata que pelo elevado valor comercial a pesca do caranguejo-uçá no Estado de Sergipe atinge proporções alarmantes para a espécie, visto que são capturadas semanalmente, nos manguezais, uma média de 100.000 indivíduos, dos quais 60% são exportados para estados vizinhos.

Paiva (1997) reporta que o caranguejo-uçá é um dos mais importantes recursos das regiões estuarinas da costa brasileira sendo passível de exploração com relativa intensidade sem entrar em situação de sobrepesca em função das seguintes características: o processo de

captura permite a identificação das fêmeas, que são devolvidas ao meio ambiente por terem um comprimento 10% menor que os machos, representando uma proporção estimada de 20% da captura. Além disso, indivíduos de pequeno porte (machos e fêmeas) também são devolvidos ao seu habitat por escassez de demanda, já que o próprio sistema de comercialização tende a rejeitá-los por falta de interesse do mercado consumidor. Embora o referido autor afirme que a situação dos estoques é relativamente estável, a pesca indiscriminada é um problema em vários locais, sobretudo na intensificação de artes consideradas predatórias como a “redinha” e a “ratoeira”, bem como a captura realizada na época de reprodução. Um outro fator que contribui para a diminuição dos estoques é a devastação das áreas de mangue, seja por meio do desmatamento, da poluição industrial, de descargas sanitárias e loteamentos imobiliários (IBAMA, 1994).

A coleta da espécie *U. cordatus* é essencialmente manual, com os pescadores introduzindo o braço nas galerias para retirar os animais (Paiva, 1997). No entanto, também são utilizados aparelhos de captura tais como a redinha e a ratoeira (IBAMA, 1994). Nordi (1992) descreveu cinco maneiras de captura de *U. cordatus* em estuários do estado da Paraíba. No “braceamento” a captura é feita de maneira predominantemente manual, durante os períodos de baixa-mar, com os catadores introduzindo o braço nas galerias para retirar os caranguejos. Já o “tapamento” consiste na obstrução de um certo número de tocas com raízes e sedimentos de mangue. Em consequência da falta de oxigênio, os indivíduos procuram a superfície para respirar, o que facilita sua captura. A “ratoeira” é uma armadilha construída com latas de óleo ou similares, das quais se retira uma das tampas que, reforçada com pedaços de madeira é novamente fixada na lata por meio de uma borracha que funciona como uma dobradiça. A isca é geralmente de “roletes” de cana-de-açúcar presas a um elástico e os caranguejos ao tentarem pegar o alimento desarmam a armadilha, ficando

presos no seu interior. A “redinha” é outra forma de captura do caranguejo-uçá. Essa é colocada próximo à saída da toca, fixada com o auxílio de dois ramos de árvores em lados opostos à saída. Ao tentarem sair, os caranguejos ficam presos na redinha tornando-se presas fáceis para os pescadores. Já no método definido como “raminho” os caranguejos são capturados através da introdução de um ramo no interior da toca. Esse ramo quando movimentado para cima e para baixo, estimula o animal a agarrá-lo sendo trazido à superfície onde é coletado pelo catador. Em sua revisão sobre a bioecologia e pesca do caranguejo-uçá, Ivo & Gesteira (1999) reportam que a coleta dessa espécie é seletiva quanto à captura por sexo e tamanho do indivíduo, já que as dimensões da abertura de suas tocas guardam correlação positiva com o tamanho do seu habitante, associado a isso o fato de que as marcas deixadas pelas fêmeas são facilmente diferenciadas das marcas deixadas pelos machos. Diele (2000) ressalta que a seletividade sexual e de tamanho na pesca do caranguejo-uçá inclui um alto potencial de sustentabilidade.

De acordo com dados do Estatpesca (2002), no Estado do Ceará, a produção de pescado marinho e estuarino é constituída, essencialmente, por peixes e crustáceos. Entre os crustáceos destacam-se a lagosta e o camarão que são destinados, geralmente, ao mercado externo e apresentam os maiores preços. Essas informações indicam que, para o Ceará, o caranguejo-uçá não participa de maneira expressiva na produção pesqueira do Estado. Já para o Estado do Piauí, a pesca desse crustáceo é uma das mais significativas atividades econômicas da região do delta do rio Parnaíba. Na produção de pescado nesse Estado, por espécie, observa-se que o caranguejo-uçá apresentou o maior volume de produção com 1.267,3 t, representando 57% da produção total desembarcada, seguindo-se a do camarão com 218,8 t representando 9,9% dos desembarques e do ariacó com 119,6 t com 5,4%. De acordo com dados do IBAMA (1994), no período de 1980-1990 a produção anual estimada

para os estados do Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe foram de 760t, 118t e 288t respectivamente, com uma provável perda de 35% devido às más condições de transporte. Os estados do Maranhão e do Pará contribuíram com cerca de 50% da produção total controlada de caranguejo-uçá em toda a região Norte e Nordeste nos anos de 1998 e 1999, cujos valores médios foram da ordem de 9.700 toneladas; já no Sudeste/Sul, no mesmo período, a produção atingiu valores de apenas 632 toneladas em 1998 (GEO BRASIL, 2002).

A regulamentação da captura desse crustáceo é feita segundo a portaria do IBAMA de nº 1.208 de 22 de Novembro de 1989 que cita: *“Proibir em qualquer época do ano, a captura, o transporte, o beneficiamento, a industrialização e comercialização, nos Estados da região Nordeste, de fêmeas de qualquer tamanho e machos menores de 4,5 centímetros de comprimento de carapaça, do caranguejo de espécie *Ucides cordatus cordatus* (L), vulgarmente conhecido como caranguejo-uçá”*.

A portaria do IBAMA de nº 085, de 16 de julho de 2002 regulamenta a pesca do caranguejo-uçá no Estado de Sergipe conforme o artigo 4^o que diz: *“Proibir, no Estado de Sergipe, a captura e conseqüentemente o transporte, o beneficiamento, a industrialização e a comercialização de qualquer indivíduo da espécie *Ucides cordatus* cuja largura de carapaça seja inferior a 6,0 (seis) centímetros”*.

Apesar dessas portarias, faz-se necessário o desenvolvimento de mais pesquisas sobre os aspectos reprodutivos dessa espécie, para que se tenha subsídios que auxiliem de maneira mais criteriosa a elaboração de leis que regulamentem a captura desse recurso pesqueiro, já que as medidas regulatórias da pesca desse crustáceo são diferenciadas: uma portaria usa a largura e a outra o comprimento para inferir sobre o estágio de maturação do animal sem indicar, entretanto, em que se basciam esses critérios. Além disso, Paiva

(1997) relata que alguns parâmetros tais como o comprimento e o peso médio do caranguejo-uçá, podem variar de acordo com a riqueza de material organogênico nas diferentes regiões de ocorrência dessa espécie. Dessa forma, o desenvolvimento de estudos sobre aspectos reprodutivos torna-se necessário para que se tenham elementos que fundamentem a elaboração de legislações específicas para cada Estado ou para região Nordeste, levando em consideração as particularidades e características ambientais de cada área.

1.5) Maturidade sexual X Manejo Pesqueiro

Fonteles-Filho (1989) reporta que o início da maturidade sexual varia consideravelmente entre espécies, entre populações de uma mesma espécie e até entre indivíduos da mesma população, estando geralmente relacionado com o alcance de um determinado tamanho individual. O comprimento médio que defina o tamanho em que pelo menos metade dos indivíduos de uma população sejam capazes de se reproduzir é chamado de comprimento na primeira maturidade sexual (L_m). Esse autor relata que a determinação desses parâmetros tem os seguintes objetivos: determinar o limite de comprimento entre os estoques jovem e adulto; estabelecer um tamanho mínimo de captura, na regulamentação da pesca de espécies comercialmente importantes.

Phillips *et. al.* (1994) afirmam que a meta do manejo pesqueiro é a exploração sustentável de um recurso para benefícios econômicos e sociais e isto somente será viável se certas características biológicas dos estoques forem mantidas dentro dos limites que

permitam de maneira satisfatória a capacidade reprodutiva e de crescimento. Além do que, estratégias de manejo bem planejadas podem minimizar o risco de sobrepesca.

Segundo Chubb (1994), a essência do manejo pesqueiro é permitir a exploração dos estoques para benefícios econômicos e sociais enquanto mantidas sua capacidade reprodutiva a um nível que proporcione, a cada ano, um recrutamento adequado das populações submetidas à atividade pesqueira. Dessa forma, são necessários para a elaboração de medidas referentes ao manejo um conhecimento detalhado de aspectos relacionados à pesca (pescadores, técnicas de pesca) e da biologia do animal. Ainda de acordo com o referido autor, a determinação da maturidade sexual de populações exploradas é necessária para um manejo adequado de qualquer estoque pesqueiro.

De acordo com Stewart *et. al* (1997) as lagostas da família Scylaridae, *Ibacus peronii* e *Ibacus sp.*, são espécies comercialmente importantes que ocorrem na costa leste da Austrália. Esses autores reportam que devido a um aumento no esforço de pesca, o total capturado e o tamanho médio dos indivíduos têm diminuído levando a considerar que os estoques estão sendo explorados além da capacidade de reposição, exigindo-se uma melhoria ou aperfeiçoamento das estratégias de manejo pesqueiro. Uma opção de manejo para a proteção de populações exploradas é a introdução de um tamanho mínimo de captura considerando, principalmente, o parâmetro maturidade sexual. Segundo esses autores, para identificar o tamanho em que decápodes tornam-se sexualmente maduros é necessário determinar: (i) o tamanho em que ocorre a maturidade fisiológica (gonadal) e (ii) o tamanho em que ocorre a maturidade física ou funcional (quando o indivíduo é capaz de se acasalar). A maturidade fisiológica em lagostas fêmeas pode ser avaliada pelo estágio de desenvolvimento dos ovários com base em sua aparência externa e no exame histológico das gônadas. Esses autores reportam, ainda, que a maturidade física nos crustáceos é, muitas

vezes, acompanhada por transformações morfológicas necessárias para o sucesso reprodutivo. O tamanho na maturidade física, em lagostas fêmeas, tem sido identificadas por mudanças na inclinação de relações lineares entre o tamanho corporal e algumas características externas tais como ovos aderidos aos pleópodos e largura do abdômen.

Lizárraga-Cubedo *et. al* (2003) reportam que a pesca da lagosta europeia *Homarus gammarus* tem uma tradicional importância entre as comunidades pesqueiras escocesas. A pesca desse crustáceo, na Escócia, é regulada pela determinação de um tamanho mínimo de captura correspondente a 87 mm de comprimento de cefalotórax. Um objetivo dessa estratégia de manejo é evitar o desembarque de indivíduos imaturos do ponto de vista funcional.

Pinheiro & Fransozo (1998) reportam que estimativas do tamanho, no início da maturidade sexual estão entre as mais importantes informações relativas às populações biológicas que são exploradas comercialmente. Essas informações são necessárias para o estabelecimento de programas de manejo pesqueiro que tenham como objetivo a preservação dos estoques naturais para as futuras gerações.

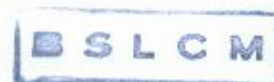
Com relação ao caranguejo-uçá, Pinheiro & Fiscarelli (2001) relatam que a maturidade sexual também é um importante parâmetro biológico para o manejo adequado das populações desse crustáceo. De acordo com esses autores, o estabelecimento do tamanho na maturidade possibilita determinar o tamanho da muda da puberdade, quando os jovens tornam-se adultos. Nos crustáceos existem duas formas para sua determinação: 1) Maturidade Fisiológica; relacionando o tamanho do animal com o estágio de maturação as gônadas de cada sexo e 2) Maturidade Morfológica; pela detecção de mudanças no crescimento das pinças (quelas) do macho e do abdome das fêmeas em relação ao tamanho do animal.

2) OBJETIVO GERAL

Estabelecer relações entre as características sexuais secundárias com o processo de maturação gonadal, buscando identificar outros parâmetros morfométricos que possam auxiliar na elaboração de medidas de regulamentação da exploração do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*.

2.1) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Caracterizar morfometricamente os padrões de crescimento relativo ou alométrico das diferentes estruturas do corpo do animal.
- b) Estimar o tamanho da maturidade fisiológica de machos e fêmeas da espécie *U. cordatus*.
- c) Estimar o tamanho da maturidade funcional na referida espécie.



3) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1) Aspectos gerais do aparelho reprodutor em Crustacea Decapoda.

3.1.1) Aparelho Reprodutor Masculino

Segundo Krol *et al.* (1992), o aparelho reprodutor masculino dos Decapoda é tipicamente composto por um par de testículos e ductos genitais. Cada ducto genital consiste de um tubo coletor, um vaso deferente com regiões funcional e estruturalmente distintas e um ducto ejaculatório, que termina em uma vesícula seminal ou em uma ampola terminal, em algumas espécies. A porção terminal do trato reprodutivo do macho dos crustáceos abre-se para o exterior por meio de um simples gonópodo que fica localizado no esterno na altura do quinto par de apêndices torácicos, ou ainda apresentar uma estrutura copulatória semelhante a uma papila (McLaughlin, 1983).

Lima (1995) fez uma ampla revisão sobre estudos realizados com espécies de Brachyura no que se refere aos aspectos reprodutivos. Entre as espécies desse táxon, em geral, o aparelho reprodutor masculino é constituído por testículos e vasos deferentes pares que terminam na base do quinto par de pereiópodos, onde pode ocorrer a presença de um par de pênis, sendo um de cada lado. Essa mesma autora também caracterizou tanto macroscopicamente como histologicamente o sistema reprodutor masculino da lagosta *Panulirus laevicauda* da costa cearense.

Burton (1995), descreveu a estrutura do aparelho reprodutor masculino da lagosta *Thelus orientalis*, em relação a porções associadas com diferentes estágios de desenvolvimento espermático. Segundo esse autor, o trato reprodutivo de *T. orientalis* consiste de testículos pares, ligados por uma ponte transversal e vasos deferentes. Estes possuem três regiões distintas: proximal, medial e distal.

Cronin (1947) estudou a morfologia interna e externa do sistema reprodutor masculino do siri-azul *Callinectes sapidus*. Nesse trabalho, o autor descreve o aparelho reprodutor masculino do macho adulto sendo constituído por testículos pares, vasos deferentes diferenciados em porções: anterior, média e posterior. O aparato reprodutor é formado, ainda, por um par de pênis externos e pleópodos modificados para a reprodução.

Ryan (1967) em seu trabalho sobre a estrutura e função do aparelho reprodutor masculino do portunídeo *Portunus sanguinolentus* definiu que este é composto de testículos pares medianamente interconectados por uma comissura transversal, com formato semelhante ao da letra "H" e um longo vaso deferente que é anatomicamente subdividido em três áreas: anterior, média e posterior. Cada região foi analisada e caracterizada histologicamente, revelando a estrutura do epitélio secretor que produz as substâncias que compõem o espermátóforo.

Johnson (1980) detalhou os estudos sobre o aparelho reprodutor masculino de *Callinectes sapidus* com enfoque na caracterização histológica de cada região do vaso deferente.

Para os Caridea, Butcher & Fielder (1994) mostraram que o trato reprodutor do camarão de água doce *Macrobrachium australiense* é formado por um par de testículos que individualmente origina um vaso deferente, o qual pode ser separado em quatro regiões: a proximal, curta e estreita, uma outra com maior diâmetro e altamente convoluta, uma porção

distal alongada e uma região terminal dilatada que desemboca no gonóporo. Nesse trabalho, os autores também analisaram as características histológicas das diferentes áreas que constituem os vasos deferentes.

Almeida & Buckup (2000) investigaram a histologia das gônadas, vasos deferentes e ovidutos do lagostim, *Parastacus brasiliensis*. Segundo os autores, a principal unidade dos testículos é o ácino testicular. O vaso deferente é dividido em três partes distintas: proximal, medial e distal. A parede do vaso deferente é formada por uma delgada camada de tecido conjuntivo externa, uma camada muscular central, especialmente desenvolvida nas regiões medial e distal, e mais internamente por uma fina camada de tecido epitelial, diferente do que foi descrito para outras espécies de decápodes, nas quais esse epitélio é colunar.

Mota Alves (1975), em seu trabalho sobre a reprodução do caranguejo-uçá *Ucides cordatus*, descreveu a morfologia da gônada masculina que consta de dois testículos unidos entre si por um ligamento de tecido conectivo, apresentando a forma de um "H" alongado. Um espermoduto, que é ligado a cada testículo, comunica-se com um vaso deferente que irá desembocar em um pênis localizado na base do quinto pereiópodo. A autora também ressalta a presença de expansões digitiformes no limite do espermoduto com o vaso deferente, além de determinar três estágios de desenvolvimento testicular.

Leite (2002) estudou o aparelho reprodutor masculino de *U. cordatus* capturados no manguezal do rio Ceará, estado do Ceará, enfocando aspectos macroscópicos bem como, realizou análises histológicas caracterizando os componentes somáticos e germinativos. Do ponto de vista macroscópico, esse autor não verificou nenhum tipo de ligação entre os testículos, dessa maneira, não caracterizando a forma de um "H" alongado. No mesmo trabalho, em análises microscópicas, observou-se a ocorrência de uma zona germinativa na

região anterior do testículo onde foram identificadas células da linhagem sexual em diferentes estágios de desenvolvimento.

3.1.2) Aparelho Reprodutor Feminino

De acordo com Adiyodi & Subramoniam (1983), nos crustáceos os ovários estão localizados dorsal ou dorsolateralmente ao intestino. Essa estrutura é usualmente um órgão par e seus componentes podem ser fundidos anteriormente como nos peracáridos e outros crustáceos inferiores ou medianamente como em estomatópodos. Nos camarões os ovários são pares, parcialmente fundidos, bilateralmente simétricos se estendendo da região cardíaca ao télson. Nos caranguejos, os ovários possuem um formato em “H” onde seus lobos são conectados por uma ponte de tecido conjuntivo e estão restritos ao cefalotórax. Ainda segundo esses autores, em anomuros e talassinídeos esses órgãos podem se alongar até o abdômen.

Para o caranguejo-uçá *U. cordatus*, Mota Alves (1975) reporta que os ovários dessa espécie são constituídos por dois ovários, dois ovidutos e dois receptáculos seminais ou spermatecas. Essa autora ressalta que os ovários se comunicam à altura da parte anterior do estômago e se dirigem para a parte posterior do cefalotórax. Santana (2002) estudando a mesma espécie observou que as gônadas possuem a forma da letra “H”. Para o siri-azul *Callinectes sapidus*, Johnson (1980) reporta que os ovários são unidos medianamente por uma comissura localizada posteriormente ao estômago.

Ando & Makioka (1999) examinaram a estrutura dos ovários do caranguejo de água doce *Potamon dehaani* e observaram que as gônadas dessa espécie consistem de um par de longos lobos ovarianos conectados por uma curta ponte transversal, assumindo a forma de "H". Segundo esses autores, as gônadas femininas estão localizadas dorsalmente no cefalotórax, ladeando o estômago. Um curto oviduto com receptáculo seminal está conectado com a região posterior de cada lobo ovariano e a abertura genital está localizada no esterno, à altura do sexto segmento torácico.

De acordo com Santana (2002), diversos autores têm estabelecido diferentes critérios para classificar os estágios de desenvolvimento das gônadas, considerando seus aspectos morfológicos externos como textura, coloração, tamanho e volume. Bauchau (1966) aponta que o tamanho e a coloração das gônadas dependem do grau de maturidade sexual das fêmeas. Para o caranguejo *Carcinus maenas*, Laulier & Demeusy (1974) verificaram que a coloração laranja correspondia ao estágio maduro das gônadas. Para a espécie *U. cordatus*, Santana (2002) observou que a coloração laranja estava relacionada com estágios de desenvolvimento intermediários. Kao *et al.* (1999) estudando o camarão de águas profundas *Aristaomorpha foliacea* caracterizaram quatro diferentes estágios de desenvolvimento ovariano: os ovários do tipo I têm aspecto translúcido e sem coloração definida. No tipo II, tem aspecto semi-translúcido com a coloração laranja-avermelhado. No estágio III, as gônadas apresentam-se azul-acinzentadas e se estendem até o quarto somito abdominal. No tipo IV, os ovários são bem desenvolvidos e apresentam uma coloração cinza.

Para o camarão *Penaeus brasiliensis*, Quintero & Gracia (1998) estabeleceram uma escala cromática para caracterizar as fases de desenvolvimento gonadal, com base em análises histológicas, onde foram propostos os seguintes estágios: **imaturos** - ovários filiformes, flácidos e de aspecto translúcido com predominância de oogônias; **em desenvolvimento** -

gônadas iniciando a maturação, ovários túrgidos e de coloração creme com oócitos basofílicos; **maturação inicial** - ovários ocupando boa parte da cavidade cefalotorácica, aspecto túrgido, de cor verde clara com a predominância de oócitos acidófilos circundados por células foliculares; **ovário maduro** - gônada volumosa de coloração verde-oliva e oócitos acidófilos com corpos periféricos desenvolvidos. O estágio desovado foi avaliado por observações microscópicas e revelou uma desorganização do tecido ovariano.

Para o caranguejo-uçá *U. cordatus*, Mota-Alves (1975) estabeleceu relações entre os caracteres externos gonadais e ao grau de maturação das células germinativas, determinando cinco estágios de desenvolvimento ovariano. De acordo com essa autora, no **estágio I**, os ovários possuem coloração esbranquiçada com células germinais imaturas. **O estágio II** mostra ovários com coloração amarelada com numerosos ovócitos I e II, além de ovogônias. **No estágio III**, os ovários são volumosos e de coloração alaranjada e onde aparecem os primeiros óvulos. **No estágio IV** os ovários são volumosos e apresentam uma coloração vermelha intensa. Histologicamente há a predominância de óvulos maduros de formato poliédrico. **O estágio V** é caracterizado por ovários flácidos, pardacentos. Ao exame microscópico, observam-se numerosos espaços vazios correspondentes aos locais em que se encontravam os óvulos antes da desova e células germinais imaturas e em fase de maturação.

Dalabona (2001), estudando a mesma espécie em manguezais do Estado do Paraná, associou características macroscópicas dos ovários com análises histológicas identificando três estágios: **em maturação** - com ovários de coloração laranja-claro à laranja-escuro em que são observados oócitos em vitelogênese inicial; **maduro** - gônadas apresentam-se volumosas e de coloração vinácea com oócitos em vitelogênese completa; **desovado** - ovários com aspecto filiforme, flácidos e de coloração amarelo-clara em que são observados espaços

vazios e oócitos em fase de reabsorção. Essa autora ressalta que não foram registradas fêmeas com ovários imaturos em sua pesquisa.

Santana (2002) descreve as células da linhagem germinativa com base em análises histológicas dos ovários de *U. cordatus*, no entanto, sem estabelecer relações com caracteres externos.

3.1.3) Padrões de desenvolvimento gonadal

Mota-Alves (1975) analisando o ciclo reprodutivo de *U. cordatus* no manguezal do rio Ceará, observou que os meses de janeiro a março apresentavam uma grande percentagem de indivíduos com testículos volumosos de coloração esbranquiçada e numerosos espermatozóides livres dos túbulos seminíferos ou encapsulados nos espermodutos. A partir de agosto até dezembro, a autora registrou uma grande incidência de indivíduos com gônadas transparentes e filiformes, não se observando a presença de espermatozóides ao exame microscópico.

Dalabona (2001) estudando o período reprodutivo da mesma espécie em manguezais do Estado do Paraná, classificou as gônadas masculinas em duas categorias: cheia ou vazia. Na primeira, os testículos apresentam coloração branca e a análise histológica revelou grandes quantidades de espermátóforos. Na segunda, a coloração das gônadas é parda e microscopicamente se observou muitos espaços vazios e poucos espermátóforos. Essa autora reporta que machos com gônadas cheias ocorreram em todos os meses de coleta, enquanto aqueles com gônadas vazias foram registrados entre dezembro e abril. Segundo a autora, esses dados indicam uma reprodução sazonal para a população analisada no referido trabalho.

Para a espécie *U. cordatus*, Mota Alves (1975) observou que no manguezal do rio Ceará, fêmeas com ovários maduros ocorreram de janeiro a maio. Vasconcelos *et al* (1999) no estuário do rio Curimataú, Estado do Rio Grande do Norte, registraram fêmeas maduras entre os meses de outubro a março. Em manguezais do Estado do Paraná, Dalabona (2001) registrou fêmeas de *U. cordatus* com ovários maduros de outubro a abril. Vasconcelos *et al* (1999) observaram uma maior frequência do estágio em maturação entre os meses de abril a outubro, enquanto Dalabona (2001) constatou que animais nesse estágio ocorriam apenas em

agosto e setembro. Gônadas em estágio atrésico foram registradas entre fevereiro e junho com pico em março por Vasconcelos *et al* (1999) em quanto Dalabona (2001) observou que ovários nessa condição ocorreram com maior frequência de dezembro a agosto.

3.2) Aspectos morfométricos e maturidade sexual

Silva (1992) relata que devido às características inerentes aos crustáceos decápodes, principalmente os Reptantia, que possuem a cutícula frequentemente bem mineralizada, seu crescimento torna-se um processo descontínuo. Hartnoll (1982) postula que os crustáceos alteram seu aspecto à medida que crescem e a mudança de proporção entre as diferentes partes do corpo é referida como crescimento relativo, alométrico ou heterogônico.

Nos crustáceos, o crescimento ocorre através do processo de muda ou ecdise (Hartnoll, 1988), sendo que a presença de um exoesqueleto rígido facilita a tomada de medidas mais acuradas que são necessárias para análises de crescimento relativo. Fonteles-Filho (1989) reporta que o crescimento alométrico pode significar o destaque de uma parte do corpo para exercer mais adequadamente uma função. Ainda de acordo com Hartnoll (1982) estes diferentes padrões de crescimento são responsáveis pelo aparecimento de dimorfismo sexual, além de estarem associados direta ou indiretamente com a reprodução, particularmente em estruturas como a quela e abdômen. Rios (1991) considera que o termo dimorfometria sexual é mais apropriado que dimorfismo sexual, pelo fato de que, no primeiro, a diferenciação se revela mais na proporção dimensional do que propriamente na forma do corpo em questão.

Hartnoll (1969) considera que um caranguejo atinge a maturidade quando durante a intermuda torna-se capaz de copular com sucesso. Nos machos, um critério geral de maturidade é a presença de um grande número de espermatozóides encapsulados em

espermatóforos no vaso deferente. Adicionalmente, mudanças morfológicas externas relativas à quela, em particular, podem coincidir com a maturidade; isso ocorre na muda da puberdade. Contudo, o referido autor frisa que nos machos esta muda nem sempre coincide com o amadurecimento das gônadas. Já nas fêmeas, a maturidade pode não ser determinada pela condição das gônadas pelo fato de a ovulação ocorrer, muitas vezes, somente um tempo considerável após o acasalamento e por conseqüência, durante a copulação, os ovários ainda podem estar imaturos. Esse autor afirma, ainda, que a muda da puberdade é desenvolvida de maneira mais proeminente em fêmeas do que em machos e pode envolver mudanças nas características do abdômen, pleópodos e esterno, sendo muito difícil uma fêmea copular antes da muda da puberdade, que pode ser considerada como um indicador confiável do início da maturidade nas fêmeas. Em alguns caranguejos, a copulação antes da maturidade é impedida por fatores físicos; na família Majidae a abertura genital somente atinge o tamanho ideal que permita o acasalamento ao acontecer a muda da puberdade. Em Grapsidae, mecanismos fisiológicos podem inibir a cópula até a maturidade (Hartnoll, 1969).

Ainda em sua revisão, Hartnoll (1969) também aborda aspectos relacionados aos padrões de comportamento reprodutivo, ressaltando que a função dos processos de corte é permitir que um macho maduro reconheça uma fêmea receptiva através de estímulos, existindo dois padrões básicos de acasalamento em Brachyura; no primeiro tipo, ocorre uma corte prolongada e a fêmea acasala-se após a muda, típico das famílias Cancridae e Portunidae que são essencialmente aquáticas. O reconhecimento dos membros dessas famílias, quando do acasalamento, se dá principalmente por estímulos químicos (ferormônios) e táteis. No segundo tipo onde há somente uma breve corte e a fêmea acasala-se na intermuda, são exemplificados pelas famílias Grapsidae e Ocypodidae e o reconhecimento é dado principalmente por estímulos visuais e acústicos. Segundo o autor,

por essas famílias serem predominantemente de habitat semi-terrestre, estímulos químicos podem ser menos viáveis, enquanto estímulos visuais sugerem uma maior eficácia no processo de corte. Além disso, em habitats semi-terrestres, fêmeas recém-mudadas não podem ser expostas ao ar devido a fragilidade de seu exoesqueleto impedindo, assim, a manipulação por parte dos machos por ocasião do acasalamento, caracterizando, portanto, uma adaptação à vida semi-terrestre dessas famílias.

Hartnoll (1969) também afirma que, nos braquiúros, a copulação envolve o uso de estruturas por parte dos machos, sendo o primeiro e o segundo pares de pleópodos modificados como órgãos copulatórios acessórios que auxiliam na transferência do esperma dos machos para as fêmeas. Os espermatozoides, juntamente com secreções do vaso deferente são ejetados por ação muscular do pênis. O material fica armazenado na espermateca da fêmea até a ovulação.

Nos crustáceos, estudos sobre crescimento relativo permitem definir o tipo de alometria no crescimento de diferentes partes do corpo como as quelas, apêndices locomotores, abdômen e pleópodos e relacioná-los às suas funções. Um dos fatores responsáveis por essas mudanças nos níveis de crescimento alométrico é o início da maturidade sexual (González-Gurriarán & Freire, 1994). Outros autores têm enfatizado que análises de crescimento relativo são usadas e fornecem informações importantes para a determinação do início da maturidade sexual (Minagawa & Higuchi, 1997; Pinheiro & Fransozo, 1998; Conan *et al.*, 2001; Lizárraga-Cubedo *et al.*, 2003; Dalabona *et al.*, 2005).

Conan *et al.* (2001) relatam que, para os crustáceos, a maturidade está associada com a capacidade de produzir gametas maduros (maturidade gonadal) e desenvolver caracteres sexuais secundários e acasalar-se com eficiência (maturidade funcional). Segundo Stewart *et al.* (1997) para identificar o tamanho em que os decápodes tornam-se sexualmente

maduros é necessário determinar: o tamanho em que ocorre a maturidade fisiológica, também chamada de gonadal, e a maturidade física. Esses autores conceituam maturidade física quando o animal torna-se capaz de acasalar. Ressaltam, ainda, que a maturidade fisiológica e física podem não ocorrer ao mesmo tempo e que ambas devem ser conhecidas para se determinar, mais precisamente, o tamanho na maturidade sexual.

Haley (1969) aponta que, devido ao seu exoesqueleto rígido e o conseqüente crescimento descontínuo, os brachyura têm sido extensivamente utilizados para análises de crescimento relativo. Nesse trabalho com o caranguejo-fantasma, *Ocypode quadrata*, foram correlacionados os padrões de crescimento relativo e a maturidade sexual para essa espécie, tendo-se utilizado como critério indicador de maturidade (puberdade), em machos, a presença de espermatozóides nos espermodutos e, em fêmeas, a presença de espermatozóides por meio da análise da espermateca. Esse autor frisa que mudanças relacionadas à puberdade para o caranguejo-fantasma são mais bem ilustradas através do própodo da quela maior e do primeiro pleópodo nos machos, e pelo abdômen nas fêmeas. Tendo como parâmetro o crescimento do própodo da quela maior, o tamanho da maturidade em machos e fêmeas foi em torno de 24 mm e 26 mm de largura de cefalotórax, respectivamente.

Finney & Abele (1981) estudaram a variação alométrica e a maturidade sexual no caranguejo xantídeo *Trapezia ferruginea* considerando, ainda, mudanças com referência ao tamanho e dimorfismo sexual. Nesse trabalho os autores testaram medidas de diferentes partes do corpo em relação ao comprimento do cefalotórax para caracterizar os padrões de crescimento alométrico verificando que entre machos e fêmeas ovígeras, para o mesmo comprimento do cefalotórax, os machos apresentaram o abdômen mais curto e estreito e a quela maior que as fêmeas ovígeras. Com relação à maturidade sexual, com base na análise

do trato reprodutivo, indivíduos machos menores que 6,5 mm de comprimento do cefalotórax apresentavam testículos não desenvolvidos e em torno de 7,0 mm a maior parte dos animais apresentava testículos e espermodutos com espermatozóides se constituindo um critério de maturidade sexual; para as fêmeas, a partir de 6,0 mm podia-se observar ovários maduros.

Donaldson *et al.* (1981) estimaram o crescimento, idade e tamanho na maturidade para o caranguejo *Chionoecetes bairdi* na região do Golfo do Alaska. A estimativa de crescimento foi obtida por meio de medições realizadas em caranguejos antes e após a muda. O tamanho da maturidade foi determinado com base na regressão entre a largura do cefalotórax e o percentual de fêmeas maduras, utilizando-se como critério o padrão de coloração dos ovários.

A dinâmica reprodutiva da lagosta espinhosa *Panulirus argus* foi estudada por Gregory *et al.* (1982) no sul da Flórida, com os objetivos de determinar o tamanho mínimo em que as lagostas fêmeas atingem a maturidade reprodutiva, avaliar a sazonalidade do processo reprodutivo, identificar áreas de reprodução e estimar o impacto da pesca sobre o potencial reprodutivo desse recurso. Para esse estudo, o critério indicador de maturidade para as fêmeas foi a presença de ovos (fêmeas ovígeras) ou a ocorrência de massa espermatofórica.

Para o portunídeo *Ovalipes catharus*, Davidson & Marsden (1987) relatam que a diferença entre o tamanho das quelas (heteroquelia) não é tão pronunciada como em outros caranguejos, evidenciando-se um padrão de crescimento isométrico, nas fêmeas e alométrico negativo nos machos.

Melville-Smith (1987) estudou a biologia reprodutiva do caranguejo *Geryon maritae*, na Namíbia, visando a formulação de estratégias de manejo para os estoques dessa



espécie, através de aspectos relacionados à época de reprodução, proporção sexual, desenvolvimento gonadal e maturidade sexual em ambos os sexos.

Felder & Lovett (1989) aplicaram técnicas de análise de crescimento relativo para estimar o tamanho na maturação do talassinídeo *Callinassa louisianensis*.

Clayton & Snowden (1991) realizaram um estudo sobre crescimento alométrico no braquiúro *Ilyoplax stevensi*, em que machos e fêmeas foram agrupados em subconjuntos com base nos intervalos de tamanho da largura do cefalotórax e classificados como pequenos ou imaturos e grandes ou maduros. Para cada subconjunto, foram observadas as diferenças significantes entre a inclinação das retas de regressão para os parâmetros: largura do abdômen das fêmeas, própodo da quebra dos machos e comprimento do mero para ambos os sexos.

Com base em estudos histológicos e biométricos, Silva *et al.* (1994) testaram diferentes relações morfométricas ligadas à reprodução da lagosta *Panulirus laevicauda* da costa do Estado do Ceará, registrando a ocorrência de dimorfometria sexual em algumas relações calculadas para indivíduos maduros e imaturos em ambos os sexos.

Gonzalez-Gurriarán & Freire (1994) analisaram o tamanho no início da maturidade do portunídeo *Necora puber*, com base em mudanças de crescimento alométrico da largura do abdômen nas fêmeas e do comprimento do quelípodo e do primeiro pleópodo nos machos. Para a determinação da maturidade fisiológica os autores utilizaram, como critério reprodutivo, a ocorrência de espermátóforos no vaso deferente em machos. Foram consideradas maduras as fêmeas que carregavam ovos, possuíam espermatozóides na espermateca e/ou apresentavam gônadas desenvolvidas.

Gu *et al.* (1994) investigaram os padrões de crescimento relativo dos quelípodos e abdômen do lagostim *Cherax quadricarinatus*, objetivando gerar informações sobre o tamanho na maturidade sexual e a produção muscular (rendimento de carne) de machos e fêmeas. Segundo os autores, os resultados permitirão uma comparação da espécie em estudo com outros lagostins comercialmente cultivados, e darão suporte ao desenvolvimento de estratégias apropriadas de despesca para essa espécie em ambientes de cultivo.

No estuário de Zhujiang, China, Chu *et al.* (1995) realizaram análises morfométricas de camarões peneídeos comercialmente importantes, bem como fizeram comparações entre os sexos e de fêmeas em diferentes estágios de maturação.

Knuckey (1996) examinou as relações entre a maturidade e o sucesso reprodutivo em machos do portunídeo *Scylla serrata*. Nesse estudo, a maturidade funcional foi indicada através de marcas ou cicatrizes no esterno ou nos apêndices locomotores que são originadas pelo atrito com a fêmea durante o abraço pré-copulatório.

Pinheiro & Fransozo (1998) realizaram um estudo visando estimar o tamanho no início da maturidade sexual de machos e fêmeas do siri portunídeo *Arenaeus cribrarius*, na região de Ubatuba, SP, Brasil, para a comparação dos tamanhos na maturidade, tendo-se observado diferenças entre as estimativas para o tamanho na maturidade morfológica e fisiológica (gonadal). Nesse trabalho é ressaltada, ainda, a importância de se considerar ambos os métodos tendo em vista que nem sempre são coincidentes o tamanho atingido entre a maturidade gonadal e funcional.

Stewart *et al.* (1997), estudaram aspectos da biologia reprodutiva das lagostas *Ibacus sp.* e *Ibacus peronii* da costa australiana, estimando os tamanhos na maturidade fisiológica e física para machos e fêmeas de cada espécie. O tamanho na maturidade fisiológica foi determinado através do exame histológico dos ovários e testículos. A maturidade física foi

estimada pela análise das mudanças nas taxas de crescimento relativo de várias partes do corpo.

Em estudos com a lagosta *Panulirus japonicus*, Minagawa & Higuchi (1997) estabeleceram relações entre o crescimento relativo dos pleópodos e pereiópodos de machos e fêmeas com a maturidade gonadal e funcional através de dados morfométricos e de análises histológicas dos ovários, testículos e vasos deferentes.

De acordo com Lee (1995), mudanças no crescimento relativo da quela têm sido usadas para identificar a maturidade sexual em braquiúros. Pinheiro & Fiscarelli (2001) relatam que o tamanho correspondente ao qual as quelas apresentam uma taxa de crescimento maior do que a do próprio corpo ocorre a muda da puberdade (transição entre as fases jovem e adulta), quando essas estruturas conferem aos machos uma maior possibilidade de atração das fêmeas durante a corte. Os machos com quelas maiores são preferidos pelas fêmeas, otimizam a manipulação das parceiras durante a cópula e ainda maximiza o potencial de combate frente a outros machos (Pinheiro & Fiscarelli, 2001).

De acordo com Lizárraga-Cubedo *et al.* (2003), a determinação da maturidade sexual em machos da lagosta européia *Hommarus gammarus* é baseada em mudanças no crescimento alométrico dos quelípodos. Para as fêmeas, a maturidade funcional tem sido estimada a partir da relação entre o comprimento da carapaça e a largura do abdômen. Segundo esses autores tal abordagem tem uma maior praticidade para o uso no campo, evitando injúrias no animal.

Sampedro *et al.* (1999) analisaram mudanças ontogenéticas no crescimento relativo de machos e fêmeas do caranguejo *Maja squinado*, definindo critérios morfológicos e/ou morfométricos necessários para atribuir diferentes fases de crescimento aos indivíduos e estabelecer sua maturidade sexual.

B S L C M

Ivo *et al.* (1999) realizaram um estudo sobre aspectos relacionados à bioecologia, estrutura populacional, pesca e maturidade gonadal do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, no delta do Rio Parnaíba.

No estuário do rio Curimataú, Rio Grande do Norte, Vasconcelos *et al.* (1999) realizaram um trabalho visando atualizar as informações sobre a estrutura populacional e a pesca do caranguejo-uçá, bem como, definir o período de maior intensidade reprodutiva, o tamanho médio na primeira maturação gonadal, as relações biométricas entre as medidas lineares do corpo e do peso individual, e os parâmetros de crescimento dos indivíduos capturados.

Botelho *et al.* (1999) caracterizaram os estoques de *U. cordatus* das regiões de estuário do rio Formoso e Ilhetas, Pernambuco, definiram o período de maior intensidade reprodutiva e o tamanho de primeira maturação gonadal para cada um dos estoques, além de estabelecer relações entre as principais medidas lineares do corpo e do peso individual dos indivíduos de cada uma das regiões.

Collins (2001) comparou o crescimento relativo de partes corporais de juvenis, machos e fêmeas, do camarão palemonídeo *Macrobrachium borelli*, visando a caracterização sexual e seu significado nas interações comportamentais como defesa territorial, combate e corte.

Castiglioni & Santos (2001) analisaram alguns aspectos da biologia reprodutiva do caranguejo grapsídeo *Cyrtograpsus angulatus*, com enfoque na maturidade sexual, período reprodutivo e fecundidade.

Segundo Goshima *et al.* (2000), em caranguejos, há uma maior dificuldade em identificar machos maduros quando comparadas com as fêmeas. Fonteles-Filho (1989)

apenas faz observações de que os testículos não são muito apropriados para estudos relativos aos processos de maturação, sem, contudo, justificar sua afirmação. Em vista disso, diversos autores têm adotado como critério indicador de maturidade fisiológica em diferentes espécies de crustáceos a presença do espermatóforo no vaso deferente (Hartnoll, 1969; Gonzalez-Gurriarán & Freire, 1994; Goshima *et al.*, 2000; Chang Liu & Wei Li, 2000; Gardner & Williams, 2002). O espermatóforo é uma cápsula presente no trato reprodutor masculino que contém espermatozóides e os protege durante a transferência para a fêmea (Krol *et al.* 1992). A presença dessa estrutura no vaso deferente foi denominada de índice fisiológico de maturidade por Gardner & Williams (2002).

Pinheiro & Fiscarelli (2001) estimaram o tamanho da primeira maturidade gonadal (fisiológica) e morfológica do caranguejo-uçá na região de Iguape, São Paulo, com base na relação entre a largura da carapaça e o própodo da quela, nos machos, e largura do abdômen nas fêmeas.

Comeau & Savoie (2002) investigaram o ciclo reprodutivo e a maturidade em fêmeas da lagosta americana *Homarus americanus* na região do Golfo de St. Lawrence, Canadá, comparando diferentes critérios para estimar o tamanho na maturidade: desenvolvimento de glândulas de cimento nos pleópodos, coloração e peso dos ovários e morfometria do abdômen. No referido estudo foi verificado que este último critério não constitui de um indicador adequado para estabelecer o tamanho no início da maturidade sexual, para essa espécie, pelo fato de não terem sido observadas mudanças abruptas nos níveis de alometria para esse parâmetro.

O crescimento, relações morfométricas e o tamanho na maturidade do lagostim *Austropotamobius torrentium* foram investigados por Streissl & Hödl (2002), cuja relação peso-comprimento indica que os machos ganham peso mais rápido do que as fêmeas. De

acordo com os autores, essa diferença se deve a um aumento na taxa de crescimento da quebra de machos maiores que 50mm, sendo este o tamanho assumido para a maturidade sexual para os machos. As fêmeas atingiram a maturidade em torno de 59-65mm de comprimento total.

Barreto *et al.* (2003) estimaram o comprimento médio da primeira maturação gonadal, associando o estágio de maturação das gônadas com o tamanho do indivíduo, para a lagosta pintada *Panulirus echinatus* nos recifes costeiros de Tamandaré, Estado de Pernambuco, considerando como machos jovens os indivíduos com gônadas nos estádios I e II e como adultos aqueles com gônadas no estágio III de maturidade sem, contudo, descrever detalhadamente as características macroscópicas e/ou microscópicas correspondentes a cada estágio de maturação. O tamanho médio da primeira maturação gonadal foi de 37 mm de comprimento de cefalotórax. Para o caranguejo-uçá, alguns estudos têm sido realizados com enfoque na estimativa do tamanho da primeira maturidade gonadal (Mota-Alves, 1975; Ivo *et al.*, 1999; Vasconcelos *et al.*, 1999; Pinheiro & Fiscarelli, 2001). Nesses trabalhos, os autores utilizaram como critério somente os aspectos externos das gônadas para fazer inferências sobre o estágio de maturação dos indivíduos.

4) MATERIAIS E MÉTODOS

4.1) Local de estudo

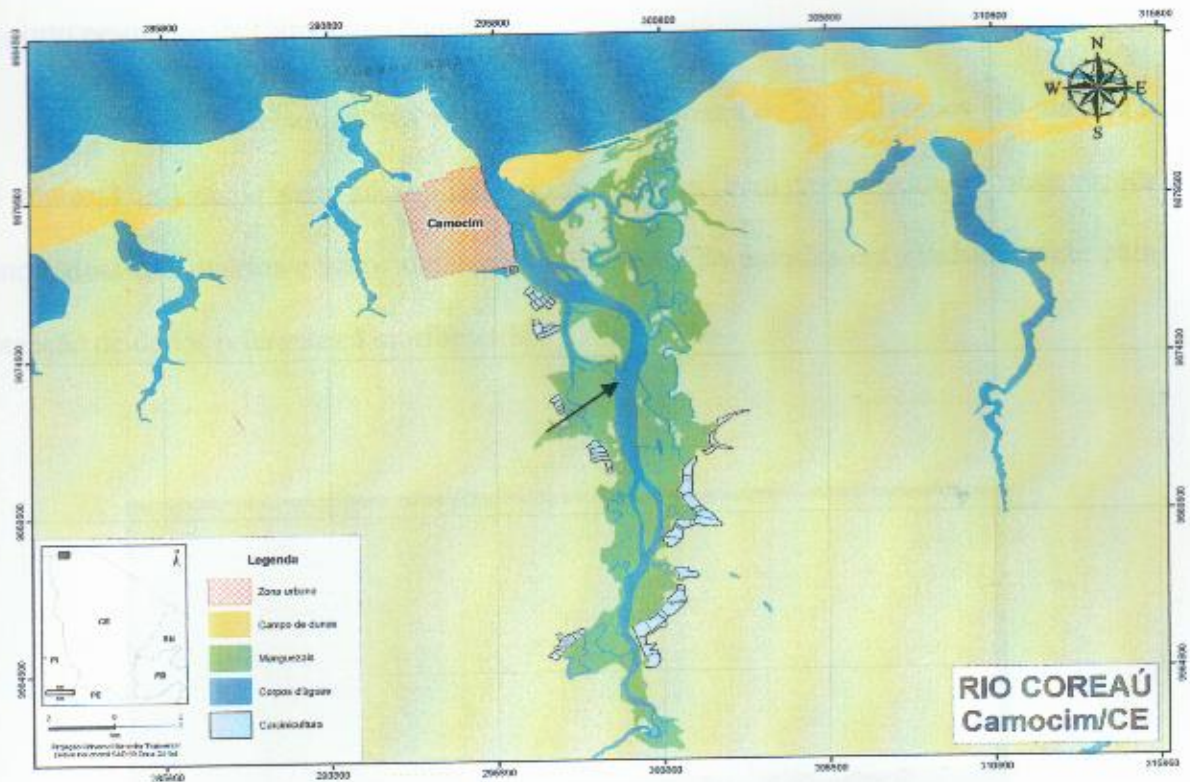


Figura 1. Mapa da região do estuário do Rio Coreaú (seta).

O material que serviu de base para o presente estudo foi obtido através de coletas bimensais, correspondendo ao período de janeiro de 2004 a janeiro de 2005 na região do estuário do Rio Coreaú, no município de Camocim ($2^{\circ} 56' S$, $40^{\circ} 48' W$) litoral oeste do Estado (Figura 1), totalizando sete campanhas. Foi coletado um total de 322 indivíduos, sendo 193 machos e 129 fêmeas.

Os animais foram coletados manualmente por meio da técnica de “braceamento” (Figura 4), abrangendo uma região do manguezal utilizada por caranguejeiros locais (Figura 2), não tendo sido delimitadas estações ou pontos de coleta. Após a captura, os animais eram transportados em canoas e desembarcados na localidade de Pantanal situada próximo ao porto pesqueiro de Camocim (Figura 3).

Após o desembarque, era retirada uma subamostra de 20 indivíduos (10 machos e 10 fêmeas) utilizados para as análises morfométricas, bem como para as observações histológicas dos ovários e vasos deferentes. O restante da amostra era usada somente para obtenção de dados referentes à morfometria.



Fonte: Cardoso (2004).

Figura. 2. Em primeiro plano, observa-se o espaço ocupado por uma salina desativada. Ao fundo, visão de parte do manguezal utilizado por catadores de caranguejo do município de Camocim.



Fonte: Cardoso (2004).

Figura 3. Pantanal, município de Camocim. Área de desembarque de caranguejos



Fonte: Cardoso (2004).

Figura 4. Captura do caranguejo-uçá pelo método do “braceamento”.

4.2) Análises histológicas

Para o estudo histológico, os animais foram mantidos em refrigerador por 15 minutos com o objetivo de reduzir seu metabolismo e anestesiá-los. Em seguida, os indivíduos foram dissecados para a retirada dos aparelhos reprodutores masculino e feminino, cujos aspectos macroscópicos (coloração, volume), foram observados antes de sua fixação em líquido de Bouin por um período de aproximadamente 24 horas. Após a fixação, o material era lavado em água corrente e preservado em etanol 70%, seguindo-se a rotina histológica padrão: desidratação em séries etílicas crescentes, diafanização em xilol e inclusão em parafina líquida a 60 °C. As secções foram obtidas em micrótomo rotatório com espessura de 7µm, sendo as lâminas coradas pelo método Hematoxilina-Eosina.

Para os machos, as gônadas foram observadas macroscopicamente avaliando-se a coloração e volume e, do ponto de vista microscópico, o indivíduo foi considerado fisiologicamente maduro quando observada a presença do espermátóforo, contendo espermatozóides, no vaso deferente seguindo o critério adotado por Hartnoll (1969), Haley (1969), Gonzalez-Gurriarán & Freire (1994), Minagawa & Higuchi (1997); Goshima *et al.* (2000), Chang Liu & Wei Li (2000), Gardner & Williams (2002).

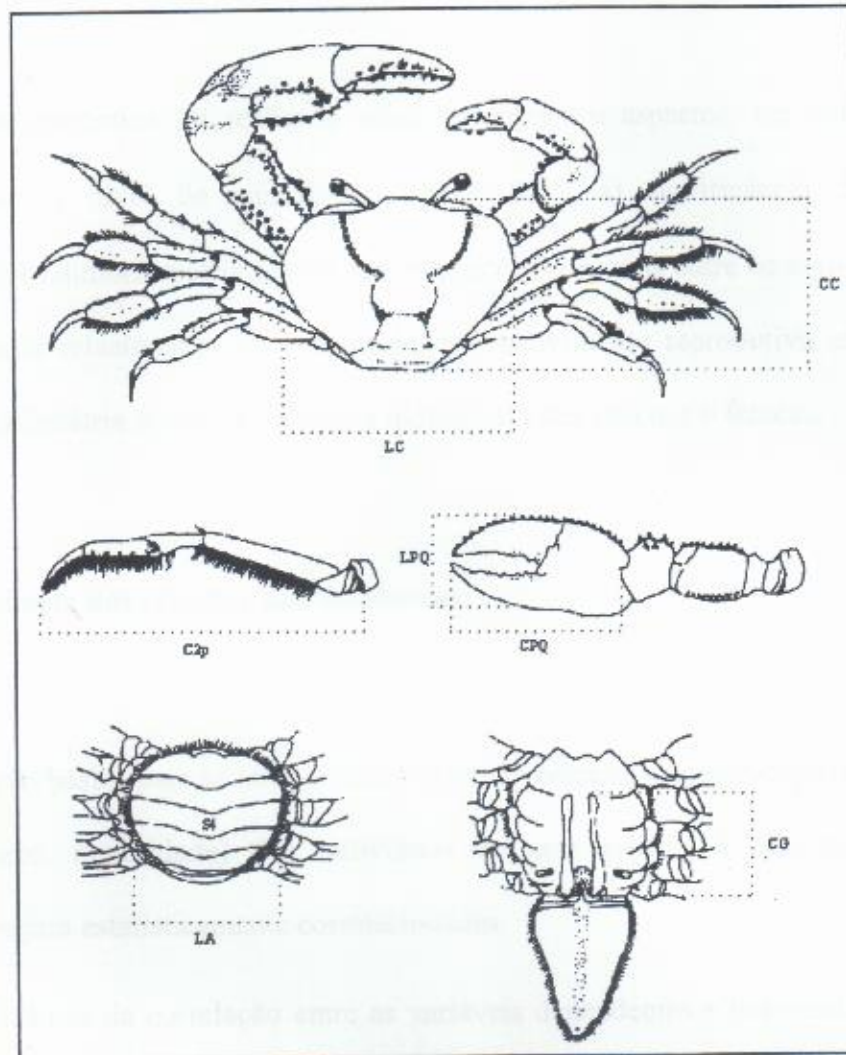
Para as fêmeas, a caracterização dos estádios de desenvolvimento gonadal foi feita através da observação macroscópica da forma, coloração e volume dos ovários, e de sua análise histológica, visando identificar o grau de desenvolvimento das células germinativas. Foi considerada madura a fêmea que apresentou ovários na tonalidade vinho e ovócitos maduros com maior proporção em relação aos outros estágios celulares, quando observados nas secções histológicas de acordo com o critério adotado por Mota-Alves (1975) e Santana (2002).

4.3) Análises morfométricas

Os animais submetidos ao estudo morfométrico foram colocados em um refrigerador com a finalidade de reduzir seu metabolismo visando, dessa forma, facilitar o seu manuseio. Na seqüência, registravam-se as medidas dos parâmetros morfométricos a serem analisados e os respectivos valores anotados em uma planilha.

Para este estudo, foi utilizado um paquímetro de aço. A largura do cefalotórax (LC) foi considerada como variável independente (x), sendo registrados, para ambos os sexos, as seguintes variáveis dependentes (y): comprimento do cefalotórax (CC), comprimento do própodo da quela maior (CPQM), largura do própodo da quela maior (LPQM), comprimento do própodo da quela menor (CPQm), largura do própodo da quela menor (LPQm) e o comprimento do segundo pereiópodo esquerdo (C2p) em ambos os sexos. Para os indivíduos machos mediu-se, ainda, o comprimento do gonópodo (CG). Para as fêmeas, foi registrada, também, a largura do abdômen (LA) à altura do quarto somito (Figura 5).

Com o objetivo de averiguar a ocorrência de alometria entre todas as variáveis morfométricas analisadas, bem como especificamente aquelas relacionadas às características sexuais secundárias em machos (CPQM/LC; CG/LC; C2p/LC) e fêmeas (LA/LC), seus valores foram logaritmizados. Assim, a equação básica de regressão linear, $y = a + bx$, foi log - transformada em $\ln Y = \ln A + b \ln X$, sendo $a = \ln A$ e $A = e^a$. O valor de **b** (coeficiente angular da regressão) indica os padrões de crescimento das variáveis analisadas, considerando-se três possibilidades: **b = 1** (isometria); **b < 1** (alometria negativa); **b > 1** (alometria positiva) (Hartnoll, 1982; Fonteles-Filho, 1989).



(Modificado de Pinheiro & Fiscarelli, 2001)

Figura 5. Desenho esquemático das estruturas utilizadas nas análises morfométricas

LC – largura do cefalotórax; CC – comprimento do cefalotórax ; C2p – comprimento do segundo pereiópodo; CPQ – comprimento do própodo da quela (maior e menor); LPQ - largura do própodo da quela (maior e menor); LA – largura do abdômen (fêmeas, S4 corresponde ao quarto somito abdominal) e CG – comprimento do gonópodo.

4.4) Análise estatística



A análise estatística foi realizada sobre os seguintes aspectos, em todos os casos considerando-se o nível de significância $\alpha = 0,05$: a) significância das relações morfométricas; b) dimorfometria sexual nas proporções corporais entre os sexos; c) padrões de dimorfometria relacionados ao estágio de desenvolvimento reprodutivo em ambos os sexos; d) dimorfometria sexual no tamanho individual entre machos e fêmeas.

4.4.1) Significância das relações morfométricas

A condição básica para se utilizar relações morfométricas na comparação de condições biológicas (sexo, maturidade) dos indivíduos de uma espécie é que suas variáveis componentes sejam estatisticamente correlacionadas.

A significância da correlação entre as variáveis dependentes e independente, para as relações morfométricas CC/LC, CPQM/LC, LPQM/LC, CPQm/LC, LPQm/LC, C2p/LC em ambos os sexos e CG/LC (apenas em machos) e LA/LC (apenas em fêmeas), foi avaliada através do coeficiente de correlação (r), a partir do qual se estimou o coeficiente de determinação (R^2), que pode ser transformado em valor percentual para determinar as proporções da correlação devida aos fatores causais ($R^2 \times 100$) e a fatores aleatórios ($1 - R^2$) x 100.

4.4.2) Dimorfometria sexual nas proporções corporais

A ocorrência de dimorfometria sexual quanto às relações CC/LC, C2p/LC e CPQM/LC (associadas aos caracteres sexuais secundários), foi avaliada por meio do teste *t* de Student para a comparação dos coeficientes angulares de machos (b_1) e fêmeas (b_2), considerando as hipóteses de nulidade (H_0) e alternativa (H_a):

$$H_0: b_1 = b_2$$

$$H_a: b_1 \neq b_2$$

As fórmulas de cálculo são as seguintes, conforme Ivo & Fonteles-Filho (1997):

$$(i) \quad S_{xx} = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$$

$$S_{yy} = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$$

$$S_{xy} = \sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}$$

$$(ii) \quad (SQ_{residual})_1 = (S_{yy})_1 - \frac{(S_{xy})_1^2}{(S_{xx})_1}$$

$$(SQ_{residual})_2 = (S_{yy})_2 - \frac{(S_{xy})_2^2}{(S_{xx})_2}$$

$$(iii) \quad (s^2_{xy})_p = \frac{(SQ_{residual})_1 + (SQ_{residual})_2}{GL_1 + GL_2}$$

$$(iv) \quad s_{b_1-b_2} = \sqrt{\frac{(s^2_{xy})_p}{(Sxx)_1} + \frac{(s^2_{xy})_p}{(Sxx)_2}}$$

$$(v) \quad t = \frac{b_1 - b_2}{s_{b_1 - b_2}}$$

onde, para os conjuntos de pares, $s_{b_1-b_2}$ é o desvio padrão da diferença (b_1-b_2) ; $(s^2_{yx})_p$ é o quadrado médio residual ponderado; Sxx , Syy e Sxy correspondem ao somatório do quadrado dos desvios de x , y e xy , respectivamente em relação à sua média, sendo graus de liberdade $(GL \text{ residual})_1 = n_1 - 2$ e $(GL \text{ residual})_2 = n_2 - 2$, onde n corresponde ao número de indivíduos.

4.4.3) Padrões de dimorfometria relacionados ao estágio de desenvolvimento reprodutivo

A ocorrência de dimorfometria no desenvolvimento de machos imaturos e maduros quanto às relações $C2p/LC$, $CPQM/LC$ e CG/LC e para a relação LA/LC , em fêmeas, nos estágios em maturação e maduro, foi avaliada por meio do teste t de Student para a comparação dos coeficientes angulares nas seguintes situações: machos imaturos (b_1) e maduros (b_2) e fêmeas nos estágios em maturação (b_1) e maduro (b_2), considerando as hipóteses de nulidade (H_0) e alternativa (H_a):

$$H_0: b_1 = b_2$$

$$H_a: b_1 \neq b_2$$

As fórmulas de cálculo são as mesmas utilizadas para o item 4.4.2.

4.4.4) Dimorfometria sexual no tamanho individual

Para testar as diferenças entre as médias da medida biométrica LC (largura do cefalotórax), entre os sexos, foi utilizada a estatística *t* de acordo com Ivo & Fonteles-Filho (1997), indicando-se:

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

$$H_a: \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2 \quad t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s^2_1}{n_1} + \frac{s^2_2}{n_2}}}$$

Sendo,

$$s^2 = \frac{\sum x^2 - 1/n (\sum x)^2}{n-1}$$

Onde:

\bar{x} = média aritmética da medida analisada; s^2 = variância de cada medida; n = número de indivíduos amostrados (os índices 1 e 2 referem-se a machos e fêmeas)

4.4.5) Maturidade sexual

As relações morfométricas CPQM/LC, CG/LC e C2p/LC para os machos e LA/LC para as fêmeas, foram testadas visando estimar o tamanho na maturidade funcional com base em mudanças morfométricas das respectivas estruturas mensuradas. As variáveis examinadas foram submetidas a uma análise de regressão, considerando-se dois intervalos de amplitude de largura do cefalotórax correspondentes aos dois estágios de desenvolvimento reprodutivo (imaturo e maduro), em ambos os sexos, com base somente em caracteres morfométricos. Esses intervalos foram estabelecidos em ordem crescente, de modo que cobrissem toda a amplitude de tamanho referente à largura do cefalotórax. Para cada condição de maturidade, foram calculados os valores do coeficiente angular (b) sendo, em seguida, verificada a diferença entre essas constantes (b) para indivíduos considerados imaturos e maduros, do ponto de vista funcional.

O tamanho na maturidade funcional, cujo valor no eixo X corresponde ao ponto de inflexão das retas de regressão entre indivíduos imaturos (jovens) e maduros (adultos), foi estimado a partir do intervalo de amplitude no qual foi verificado o valor correspondente à maior diferença entre os coeficientes angulares indicando, dessa forma, uma mudança na inclinação das retas para os indivíduos em diferentes condições de maturidade. Para essa estimativa, também foram comparados os coeficientes angulares das regressões entre indivíduos imaturos e maduros conforme o descrito no item 4.4.2.

Nos machos, a maturidade fisiológica foi relacionada entre o tamanho do animal, por meio da largura do cefalotórax (LC), e a presença de espermatozóides no vaso deferente como critério indicador de maturidade do ponto de vista fisiológico. Para a estimativa do tamanho da maturidade fisiológica adotou-se o método de frequência acumulada, que

consiste em totalizar os indivíduos em diferentes estágios de maturação, separando-os por classe de tamanho. Para cada classe de tamanho, tomando-se como parâmetro a largura do cefalotórax (4 mm de amplitude), determinou-se a frequência relativa dos machos em diferentes estágios de maturação (imaturos e maduros) e, em seguida, a frequência acumulada, cujos valores foram relacionados com os centros de classe de tamanho (LC). A projeção do ponto de 50% no eixo das ordenadas estima nos eixos das abcissas o valor do tamanho da largura da carapaça no qual metade dos indivíduos da população inicia a maturação (Vazzoler, 1996). A mesma metodologia também foi aplicada para se determinar o tamanho em que 50% das fêmeas alcançam a maturidade fisiológica.

5) RESULTADOS

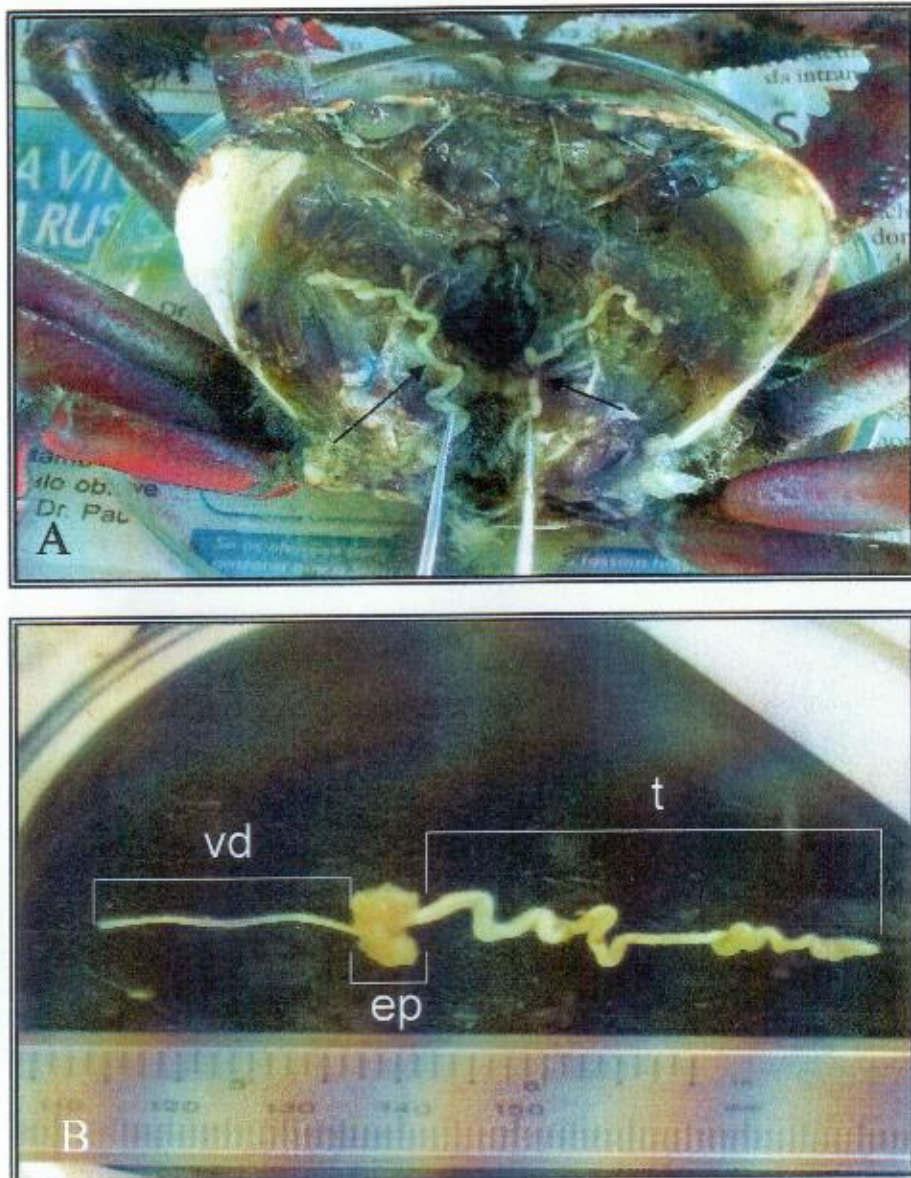
5.1) Caracterização geral do aparelho reprodutor masculino

Aspectos macroscópicos

O aparelho reprodutor masculino do caranguejo-uçá, *U. cordatus*, está localizado na região dorso-mediana do cefalotórax (Figura 6A). Consiste de um par de órgãos tubulares, contínuos, formados anteriormente por testículos, que continuam em vasos deferentes que desembocam na altura do oitavo segmento torácico na base do quinto par de pereiópodos, onde se observa a presença de uma papila peniana (Figuras 6B e 7).

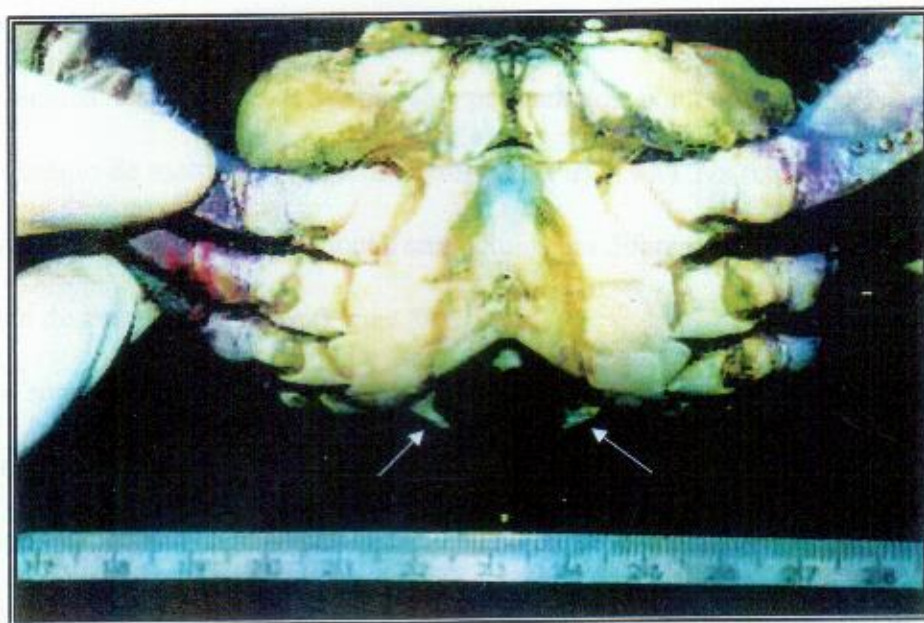
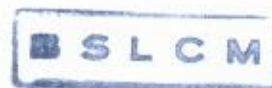
Não há qualquer ligação entre os lobos direito e esquerdo dos testículos. No presente estudo, não se constatou variações marcantes no que se refere aos padrões de coloração dos testículos, sendo estes predominantemente de aspecto branco-leitoso.

Na porção terminal da região posterior de cada testículo encontra-se aderida uma estrutura sob a forma de expansões papiliformes. Na altura das expansões e seguindo-se à região posterior de cada testículo prolonga-se um ducto bastante delgado, contínuo e de aspecto translúcido, denominado de vaso deferente (Figura 6B).



Fonte: Cardoso (2004).

Figura.6. (A) Localização dos testículos (setas) na cavidade cefalotorácica. (B) Componentes do sistema reprodutor masculino de *U.cordatus*: (t) testículo, (ep) expansões papiliformes, (vd) vaso deferente.



Fonte: Nottingham (2002).

Figura. 7. As setas apontam as estruturas externas onde desembocam os vasos deferentes, denominadas de papilas penianas, que estão localizadas à altura do quinto par de pereiópodos.

Aspectos microscópicos

O testículo da espécie *U. cordatus* é um órgão tubular revestido externamente por uma camada de material fibroso. Internamente são observadas unidades denominadas de cistos ou ácinos testiculares os quais, são preenchidos por células germinativas em um avançado estágio de maturação (espermatozoides) (Figura 8A). Na região anterior da gônada, foi observada uma porção onde se localizam células em diferentes fases de desenvolvimento, denominada de zona germinativa (Figura 8B).

As secções histológicas indicam que o vaso deferente é formado externamente por uma espessa camada muscular circular estriada. Internamente à camada muscular ocorre uma membrana basal onde repousa um epitélio simples pavimentoso que reveste o lúmen do vaso. Na região mais posterior, próximo ao gonóporo, se observa a presença de um epitélio de aspecto colunar. O conteúdo do lúmen tem aspecto floculento e de natureza eosinófila e onde podem ser visualizados espermatóforos (Figuras 9B e C). Nos cortes histológicos, essas estruturas apresentam um formato que varia do arredondado ao elíptico e contêm espermatozoides em seu interior.

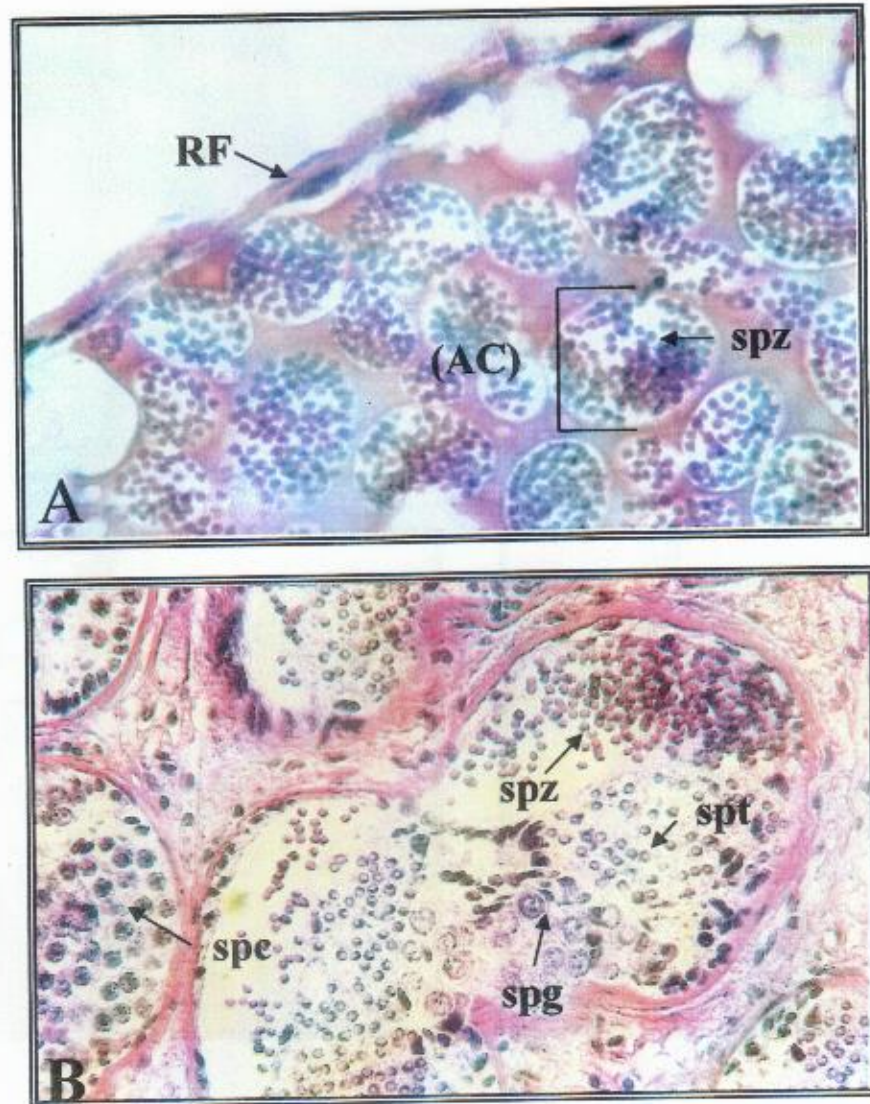


Figura 8. (A) Fotomicrografia de uma porção do testículo indicando a presença de espermatozóides (spz) no interior dos cistos ou ácinos testiculares (AC). Mais externamente pode-se visualizar uma estrutura de revestimento de aspecto fibroso (RF). Coloração HE (400X). (B) Fotomicrografia mostrando a zona germinativa do testículo, com células sexuais em diferentes estágios de desenvolvimento: espermatogônias (spg), espermatócitos (spe), espermatídes (spt) e espermatozóides (spz). Coloração HE (400X).

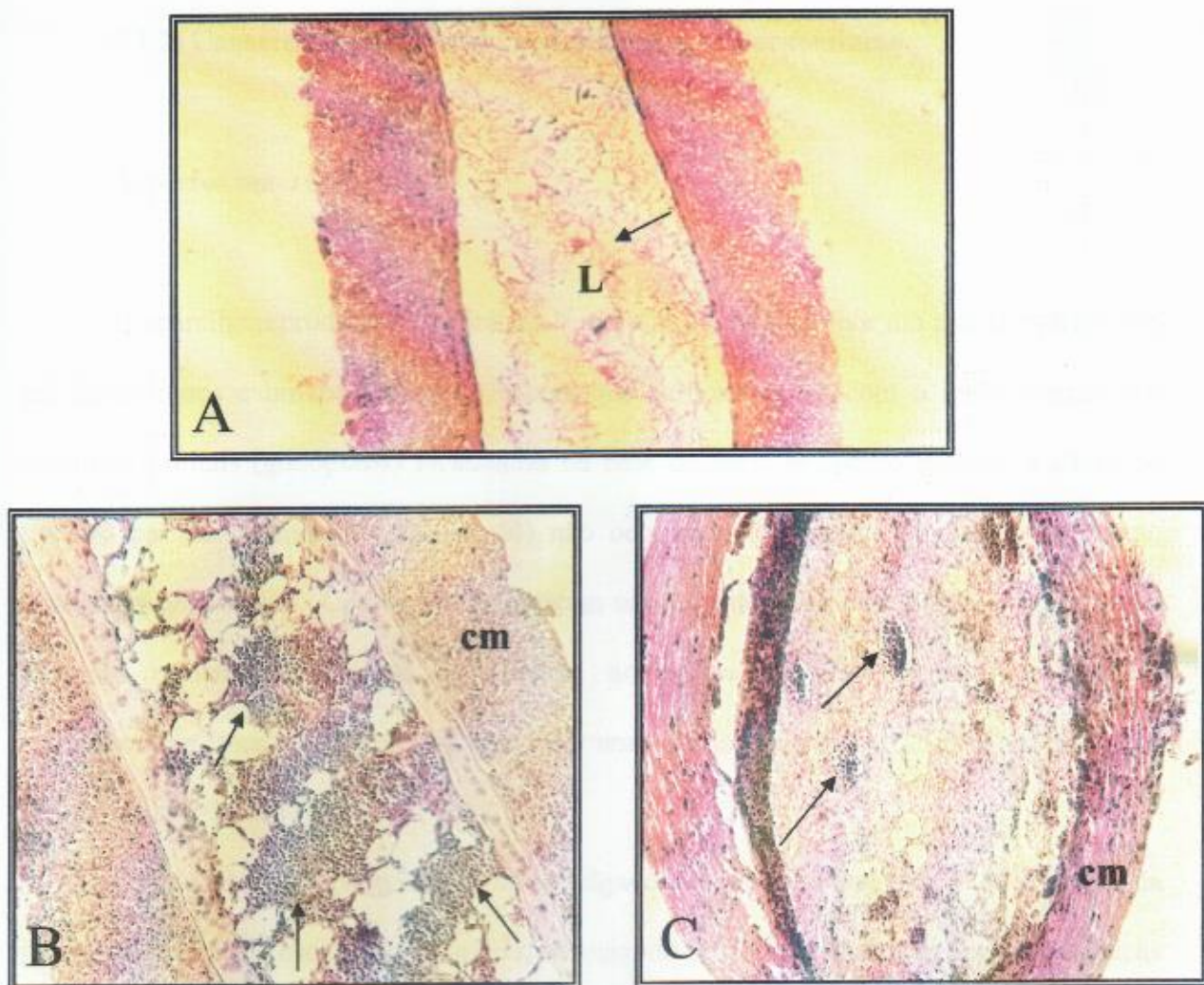


Figura 9. (A) Fotomicrografia mostrando uma secção longitudinal de uma porção do vaso deferente de um indivíduo considerado imaturo do ponto de vista fisiológico, sem a presença de espermatóforos no lúmen (L). Coloração HE (100X). (B) Indivíduo fisiologicamente maduro, contendo espermatóforos (setas) no vaso deferente em secção longitudinal. Coloração HE (200X). (C) Secção transversal do vaso deferente, indicando a presença de espermatóforos no interior (setas). A camada muscular (cm) reveste externamente o vaso. Coloração HE (200X).

5.1.2) Caracterização geral do aparelho reprodutor feminino

Aspectos macroscópicos

O aparelho reprodutor feminino de *U. cordatus* é formado por um par de ovários, um par de ovidutos e um par de espermatecas que se comunicam com o meio externo por aberturas genitais (gonóporos) localizadas na base do sexto segmento torácico à altura do terceiro par de pereiópodos (Figura 10) não ocorrendo a presença de expansões, como observado nos machos. Os ovários apresentam uma estrutura tubular uniforme em toda sua extensão e estão localizados dorsalmente no cefalotórax. Seus lobos acompanham lateralmente o intestino e são conectados por uma comissura transversal na altura posterior do estômago (Figura 11).

Os ovidutos são pequenos túbulos delgados de aspecto translúcido que partem da porção mediana de cada lobo ovariano, associando-se às espermatecas. As espermatecas consistem de um par de bolsas que se originam a partir de uma dilatação dos ovidutos e que estão situadas logo acima dos gonóporos, encobertas pelo hepatopâncreas e parte do trato digestório. Essas bolsas, muitas vezes, apresentam em seu interior um líquido de aspecto viscoso, provavelmente, oriundos de secreção ou formado por fluido seminal (Figura 11).

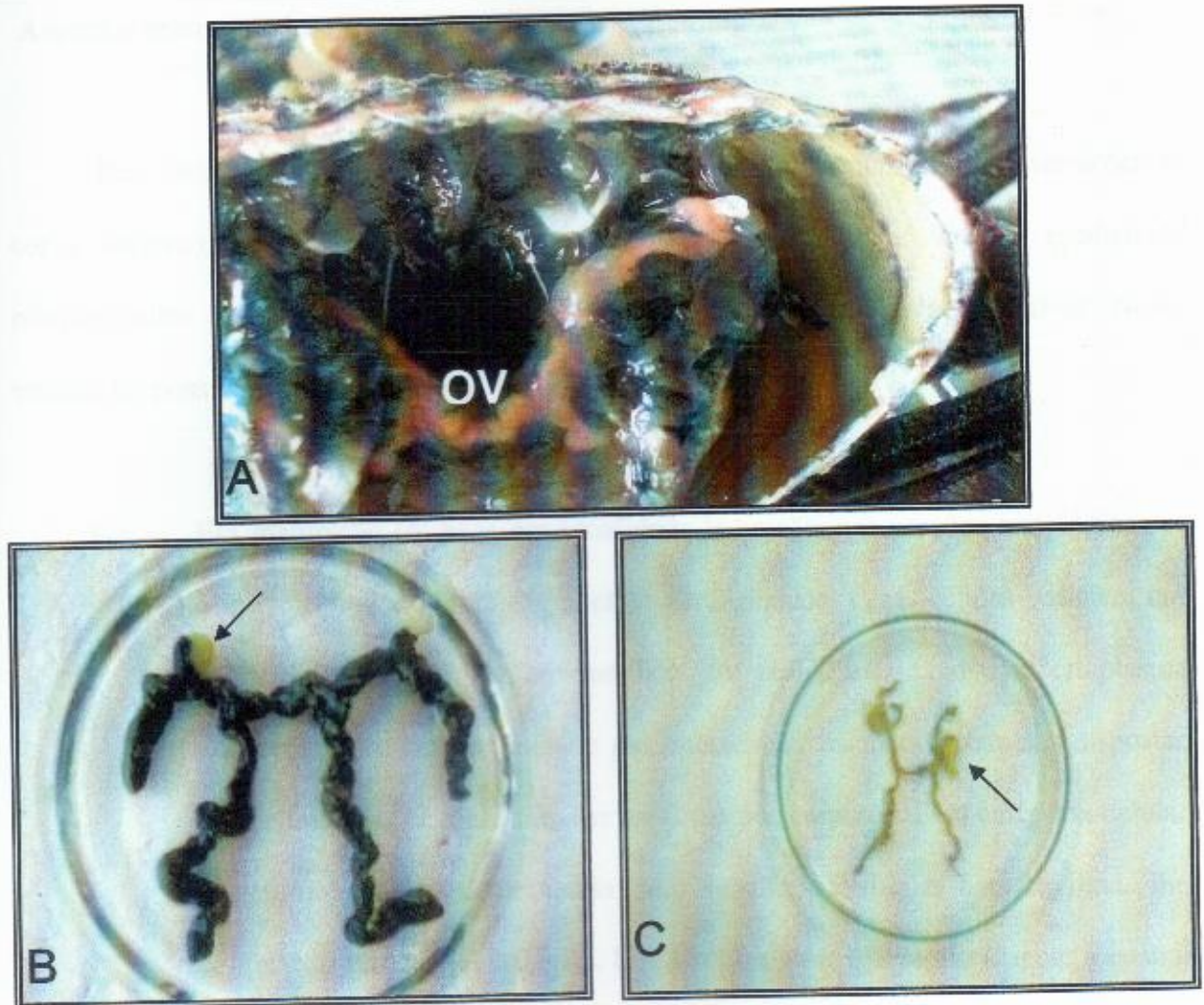
Nesse estudo, foram registradas alterações de volume e coloração dos ovários, à medida que as gônadas femininas passam de um estágio de maturação a outro. As características relacionadas aos aspectos macroscópicos, tais como coloração e volume, foram utilizadas para definir estágios de maturação. Nas fêmeas analisadas no presente trabalho, foi possível observar um padrão de coloração que basicamente variou em três tonalidades: ovários de aspecto pardacento, de cor laranja e de cor vinho. As gônadas de cor

laranja e vinho apresentavam-se mais volumosas, sendo que estas últimas tinham uma aparência mais túrgida e mostravam-se bem desenvolvidas (Figuras 11A e B) Em contrapartida, as de aspecto pardacento apresentavam-se delgadas e flácidas (Figura 11C). Essa condição dos ovários foi observada em fêmeas que externamente portavam ovos nos pleópodos, bem como, logo após o período de desova, em indivíduos que não mais os carregavam nos apêndices abdominais.



Fonte: Nottingham (2002)

Figura 10. Localização das aberturas genitais, gonóporos, (setas) em fêmeas de *U. cordatus*.



Fonte: Cardoso (2004)

Figura 11. (A) Localização do ovário (OV) na cavidade cefalotorácica. A coloração laranja indica o estágio “em maturação”. (B) Ovário volumoso e de coloração vinho são características do estágio “maduro”. (C) Ovário em atresia ou reabsorção. Nesse estágio, esse órgão apresenta-se flácido, pouco volumoso e de aspecto pardacento. As setas indicam as espermatecas.

Aspectos microscópicos

Para cada condição macroscópica dos ovários, reportadas anteriormente (variações de cor e volume), foram realizados exames histológicos das gônadas visando estabelecer relações entre o aspecto externo e o grau de maturação das células germinativas. Nesse estudo, foi possível identificar os seguintes estágios (Figura 12).

- I. Em maturação (ovários em tonalidade laranja) - nas secções histológicas se observou predominância de oócitos vitelogênicos. Essas células possuem um formato que varia do arredondado ao poliédrico, com um citoplasma desenvolvido e caracterizam-se por apresentar vesículas vitelínicas dispostas na periferia das células, que não reagiram aos corantes. Essa categoria celular possui um núcleo centralizado com reação positiva à hematoxilina, lhe conferindo um caráter basófilo. Seu citoplasma reage positivamente à eosina proporcionando características acidófilas.
- II. Maduros (ovários em tonalidade vinho) - no exame microscópico, para esse estágio, houve a predominância de oócitos maduros. Esse tipo celular tem forma poliédrica e apresenta um citoplasma bastante volumoso, sendo as maiores células da linhagem germinativa. Em cortes histológicos, muitas vezes, seu núcleo não pode ser evidenciado. Seu citoplasma é eosinófilo e preenchido por grânulos de vitelo.
- III. Reabsorção ou atresia (ovários em tonalidade pardacenta) - as gônadas nesse estágio apresentavam uma desorganização em sua estrutura tissular com grande invasão de fibras conjuntivas e alguns remanescentes de categorias

celulares em estágios iniciais de maturação tais como oócitos pré-vitelogênicos. Essas células possuem um citoplasma mais desenvolvido em relação ao seu núcleo. Caracterizam-se por ter seu citoplasma basófilo, com reação positiva à hematoxilina e um nucléolo bem evidente.

No presente estudo, não foi possível observar fêmeas com ovários imaturos. Em nenhuma das gônadas analisadas, não ocorreu a predominância de células da linhagem germinativa em estágios iniciais de maturação.



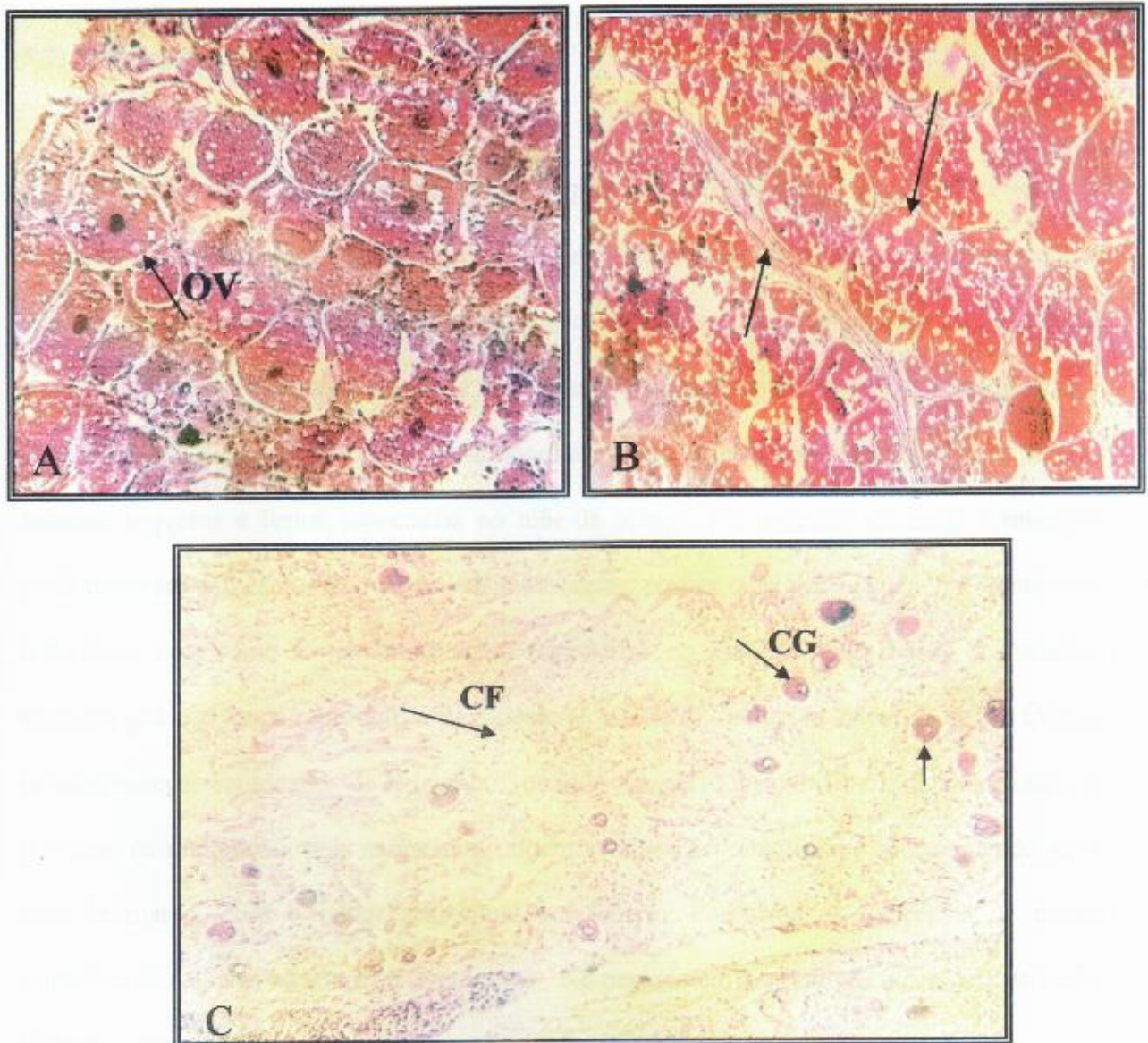


Fig 12. (A) Fotomicrografia de uma secção longitudinal do ovário, mostrando oócitos vitelogênicos (ov) no estágio “em maturação”. Coloração HE (100X). A seta indica a presença de vesículas vitelínicas dispostas na periferia celular. (B) Fotomicrografia mostrando oócitos maduros em secção longitudinal dos ovários no estágio “maduro”. A seta também aponta a presença do lúmen ovariano contendo hemolinfa. Coloração HE (100X). (C) Fotomicrografia de uma secção longitudinal do ovário em estágio de **atresia** ou **reabsorção**. Pode-se observar componentes fibrosos (CF) e remanescentes de células germinativas (CG) em estágios iniciais.

5.2) Padrões de desenvolvimento gonadal

Fêmeas de *U. cordatus* analisadas no presente estudo, demonstraram uma variação temporal em relação às fases de desenvolvimento das gônadas com um maior percentual de animais em maturação (Estágio II) a partir do mês de novembro. No período de observação correspondente aos meses de janeiro e março, as fêmeas apresentaram gônadas maduras com uma pequena percentagem demonstrando ovários em atresia (reabsorção). Essas fêmeas estavam ovígeras e foram capturadas no mês de Março. No intervalo de maio a setembro predominaram fêmeas com ovários em reabsorção, porém com um pequeno percentual de indivíduos no estágio II (em maturação) registrados no mês de maio. Essas observações sugerem que o período reprodutivo da espécie *U. cordatus*, na região estuarina do rio Coreáú parece começar em meados de Novembro, quando o aspecto das gônadas indica o reinício do processo de maturação, pois as mesmas encontravam-se no estágio II, e se estendendo até o mês de março, com o maior percentual em janeiro, conforme os intervalos de tempo estabelecidos para as observações (bimestral). No período correspondente aos meses de maio, julho e setembro, os ovários encontravam-se em reabsorção ou atresia (Figura 13).

Foi verificado um maior percentual de machos com espermatóforos no vaso deferente no mês de janeiro, embora machos com essas estruturas tenham sido observados ao longo de todo o período de estudo, assim como indivíduos imaturos, tendo por base o exame histológico do vaso deferente. Essas observações sugerem que não há evidência de um ciclo sazonal de reprodução para machos dessa espécie considerando-se o critério de maturidade adotado (Figura 14).

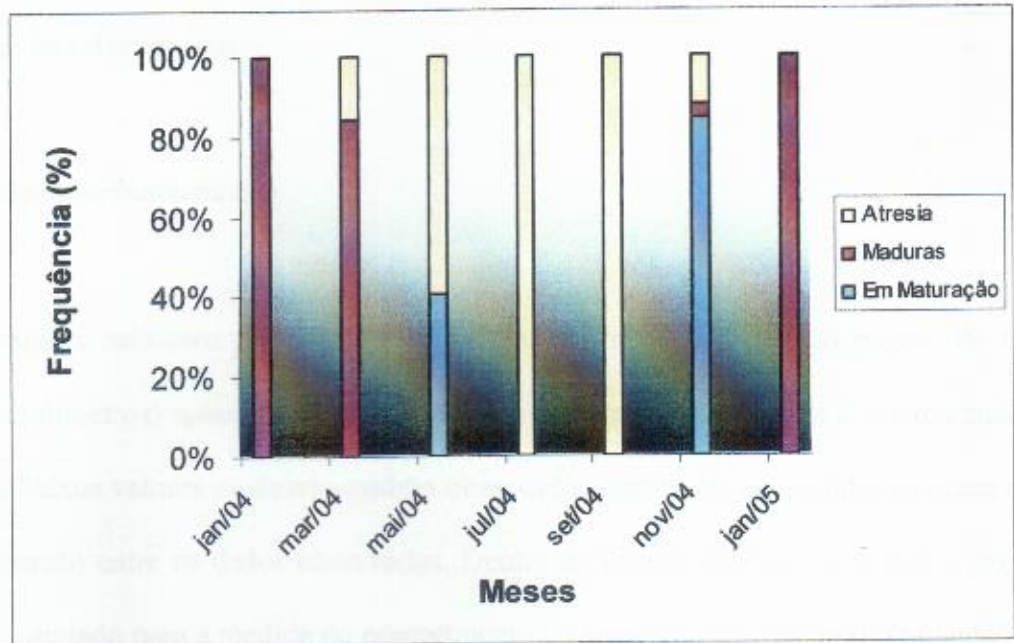


Figura 13. Variações nos estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas de *U. cordatus* ao longo do período de estudo.

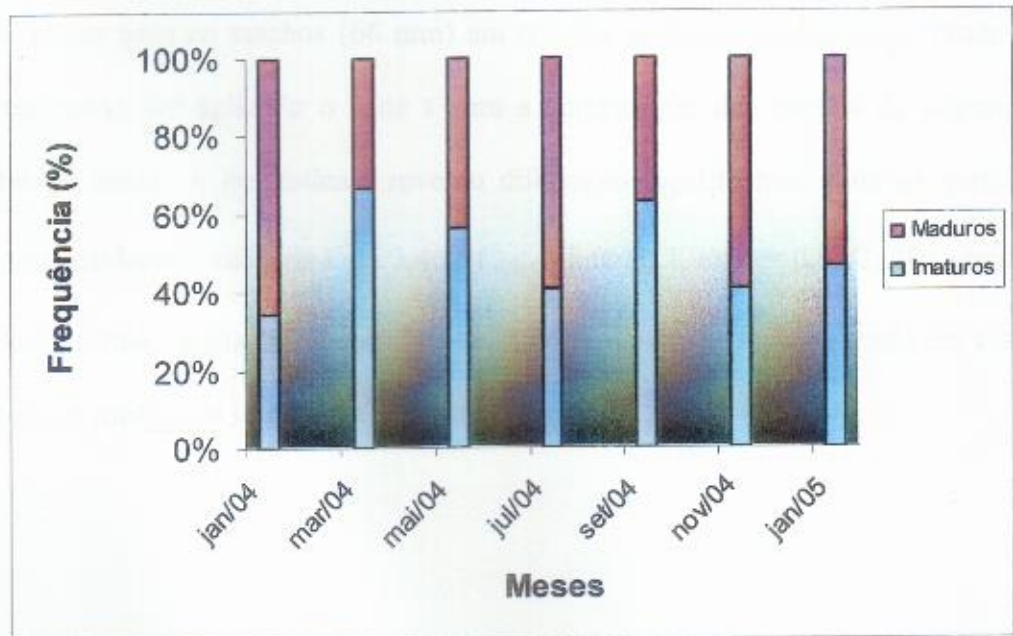


Figura 14. Frequência de indivíduos maduros e imaturos de machos de *U. cordatus* ao longo do período de amostragem.

5.3) Relações Morfométricas

5.3.1) Medidas morfométricas

Os valores máximos e mínimos, as médias aritméticas e desvios-padrão de cada medida (em milímetros) aplicadas neste estudo, são apresentadas na tabela I, comparando-se os sexos. Os baixos valores de desvio-padrão observados para todas as medidas indicam uma pequena dispersão entre os dados observados. Dentre os valores analisados, o maior desvio-padrão foi constatado para a medida do comprimento do segundo pereiópodo (C2p) tanto para machos quanto para fêmeas. Para a largura do cefalotórax, o valor máximo encontrado foi de 83,8mm para os machos e 84,9mm para as fêmeas. Contudo, a média aritmética para esse parâmetro foi maior para os machos (66 mm) em relação às fêmeas (62,8 mm). Tendo em vista estes resultados, foi aplicado o teste *t* para a comparação das médias da largura da carapaça entre os sexos. A estatística *t* revelou diferenças significantes entre as variáveis analisadas a se considerar o valor de $t_{\text{cal}} = 3,46$ ($t_{\text{crit. bilateral}} = 1,96$; $\alpha = 0,05/2$; 304 graus de liberdade). Dessa forma, os machos mostraram-se maiores do que as fêmeas, tendo em vista a análise dos valores médios da largura do cefalotórax.

Tabela I. Valores máximos, mínimos e medidas de tendência central (média aritmética e desvio-padrão), em milímetros, de indivíduos da espécie *Ucides cordatus*, separados por sexo. **LC** (largura do cefalotórax), **CC** (comprimento do cefalotórax), **CPQM** (comprimento do própodo da quela maior), **CPQm** (comprimento do própodo da quela menor), **LPQM** (largura do própodo da quela maior), **LPQm** (largura do própodo da quela menor), **C2p** (comprimento do segundo pereiópodo), **CG** (comprimento do gonópodo), **LA** (largura do abdômen).

Sexo	Medida analisada	Número de indivíduos (n)	Val. Máx.	Val. Mín.	Média	Desvio Padrão
Machos	LC	193	83,8	38,8	66,0	8,66
	CC	193	63,3	31,3	51,0	6,53
	CPQM	154	83,6	27,9	57,9	12
	CPQm	139	58,1	18,9	37,7	6,86
	LPQM	140	34,4	14,8	26,6	4,43
	LPQm	179	26,9	9,2	16,3	3,04
	C2p	184	161,6	51,2	109	21,66
	CG	193	36,7	19,8	29,8	3,72
Fêmeas	LC	129	84,9	40,5	62,8	7,24
	CC	129	60,1	32	49,2	5,71
	LA	129	49,7	23,5	38,4	4,89
	C2p	61	116,5	52,3	87	11,43
	CPQM	84	71,2	24,9	44,4	7,2
	CPQm	83	45,5	19,1	31,4	5,06
	LPQM	83	28,1	13	22	2,58
	LPQm	84	20,9	8,6	13,8	1,93

5.3.2) Análises de dimorfometria sexual nas proporções corporais

A comparação entre as retas de regressão para machos e fêmeas, considerando a relação C2p/LC, mostraram diferenças estatisticamente significantes para esse parâmetro (t_{cal} : 7,07; t_{crit} : 1,96). Esses resultados mostram uma proporção diferenciada de crescimento deste pereiópodo para cada sexo. A inclinação das retas para a relação CPQM/LC também apresentou diferenças significantes entre os sexos (t_{cal} : 5,13; t_{crit} : 1,96), podendo-se considerar essas relações como indicadoras de dimorfometria sexual para a espécie *U. cordatus*. A análise do parâmetro CC/LC não revelou diferenças significantes entre a inclinação das retas para machos e fêmeas (t_{cal} : -0,63; t_{crit} : 1,96). Dessa forma, essa relação não exibiu padrões de dimorfometria sexual para essa espécie. Os resultados estão sumarizados da tabela II e os gráficos para as respectivas relações apresentados na figura.15.

Tabela II. Comparação dos coeficientes angulares (b), das retas de regressão para relações morfométricas entre os sexos na espécie *U. cordatus*, com os valores de t calculados. Significativo ao nível $\alpha = 0,05$.

Relação	Sexos	n	Equações	R ²	r	b	Estatística t
CC/ LC	Machos	193	$y = 3,210 + 0,725x$	0,92	0,96	0,73	-0,63
	Fêmeas	129	$y = 2,495 + 0,743x$	0,88	0,94	0,74	
C2p/ LC	Machos	184	$y = - 44,013 + 2,326x$	0,83	0,91	2,33	7,07
	Fêmeas	61	$y = 5,448 + 1,276x$	0,75	0,87	1,28	
CPQM/LC	Machos	154	$y = - 26,187 + 1,273x$	0,81	0,90	1,27	5,13
	Fêmeas	84	$y = - 8,248 + 0,836x$	0,71	0,84	0,84	

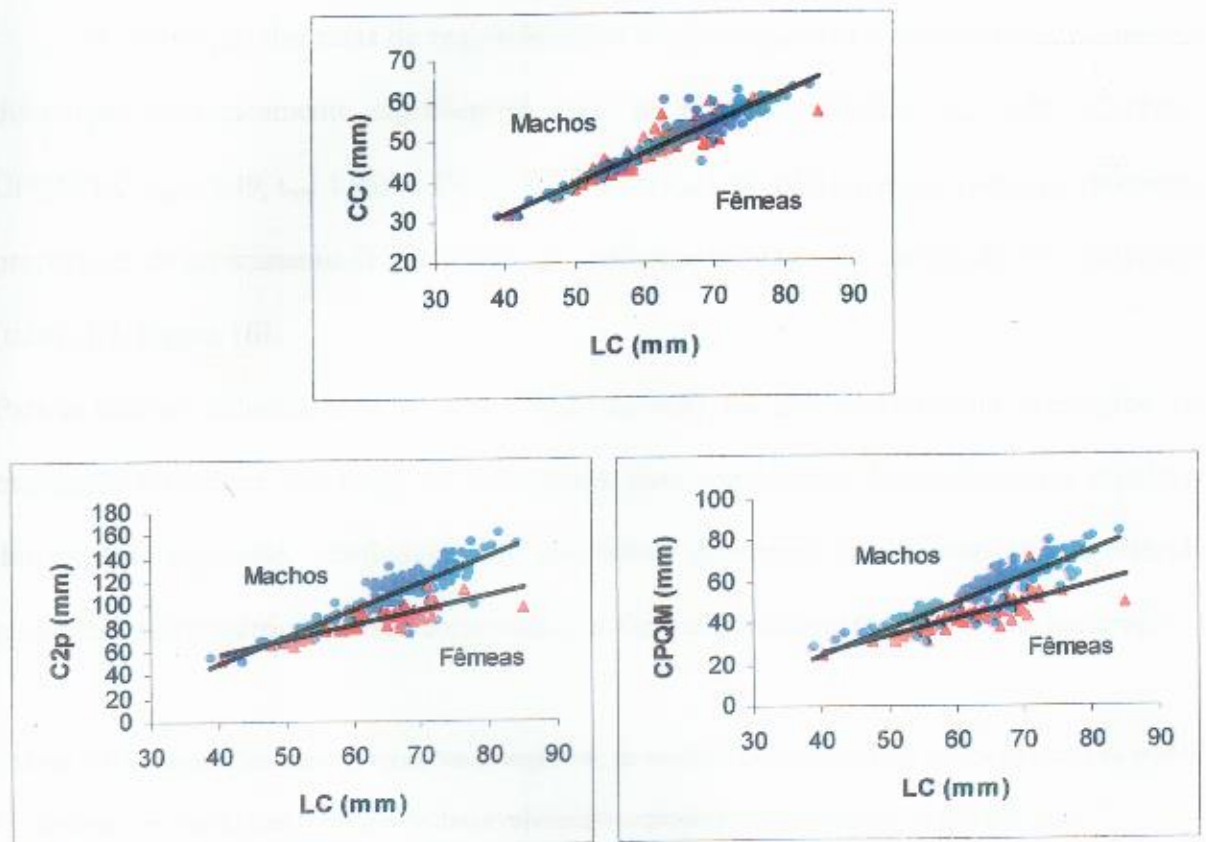


Figura 15. Gráficos relativos às análises de dimorfometria sexual para as relações testadas para machos e fêmeas, indicando os níveis de inclinação das retas de regressão entre as variáveis examinadas. Machos (azul) (●); fêmeas (vermelho) (▲).

5.3.3) Padrões de dimorfometria relacionados ao estágio de desenvolvimento reprodutivo

A inclinação das retas de regressão entre machos imaturos e maduros não mostraram diferenças estatisticamente significantes para as relações: C2p/LC ($t_{\text{cal}}: 0,88$; $t_{\text{crit}}: 1,96$), CPQM/LC ($t_{\text{cal}}: -0,49$; $t_{\text{crit}}: 1,96$) e CG/LC ($t_{\text{cal}}: -0,11$; $t_{\text{crit}}: 1,96$) não havendo, portanto, diferentes proporções de crescimento dessas estruturas conforme o estágio de maturação dos indivíduos (tabela III, Figura 16).

Para as fêmeas, foi analisada a relação LA/LC ($t_{\text{cal}}: -0,93$; $t_{\text{crit}}: 1,96$) considerando os estágios: em maturação e maduro. Por meio da estatística t , para comparação dos coeficientes angulares das retas de regressão, verificou-se que não houve diferenças significantes para o referido parâmetro morfométrico quando comparadas as fêmeas em diferentes estágios de maturação.

Tabela III. Comparações entre as equações de regressão de medidas biométricas para ambos os sexos na espécie *U. cordatus*, de acordo com o estágio de desenvolvimento reprodutivo. Significativo ao nível $\alpha = 0,05$.

Relação	Sexo	n	Desv. Reprodutivo.	Equações	b	R ²	r	Estatística t
C2p/LC	Machos	55	Imaturos	$y = -52,545 + 2,458x$	2,46	0,71	0,84	0,88
		25	Maduros	$y = -36,343 + 2,206x$	2,21	0,85	0,92	
CG/LC	Machos	38	Imaturos	$y = 4,314 + 0,370x$	0,37	0,61	0,78	-0,11
		28	Maduros	$y = 4,343 + 0,375x$	0,38	0,73	0,85	
CPQM/LC	Machos	31	Imaturos	$y = -32,429 + 1,348x$	1,35	0,65	0,81	-0,49
		14	Maduros	$y = -46,937 + 1,553x$	1,55	0,63	0,79	
LA/LC	Fêmeas	5	Maturação	$y = 8,633 + 0,482x$	0,48	0,86	0,93	-0,93
		26	Maduras	$y = -4,463 + 0,482x$	0,48	0,56	0,75	

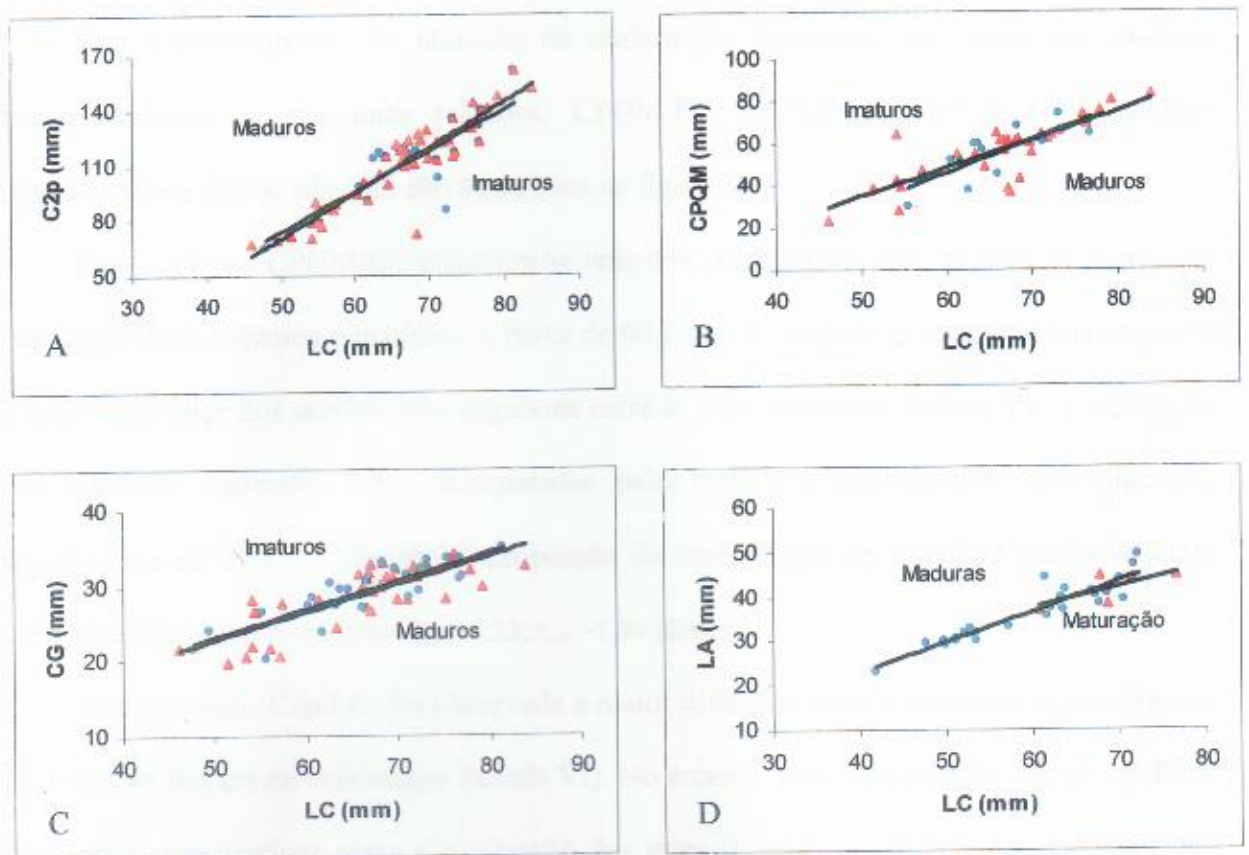


Figura 16. Gráfico relativo aos parâmetros morfométricos testados em machos (A, B, C) e fêmeas (D) em relação aos estágios de desenvolvimento reprodutivo. Indivíduos maduros (●); Indivíduos imaturos (▲). Nas fêmeas, o símbolo (▲) corresponde ao estágio II (em maturação).

5.3.4) Maturidade funcional

Para a determinação do tamanho da maturidade funcional, nos indivíduos machos, foram avaliadas as seguintes relações: CPQM/LC, CG/LC e C2p/LC e os gráficos representativos dessas relações são mostrados na figura 17.

Para a relação CPQM/LC observou-se uma descontinuidade entre as retas de regressão, para indivíduos imaturos e maduros, a partir de 60,1 mm de largura de carapaça, onde ocorreu a maior diferença dos coeficientes angulares entre as duas condições (tabela V). A inclinação das retas de regressão foram comparadas pelo teste *t* e constatou-se uma diferença significativa no que diz respeito à proporção de crescimento da estrutura analisada entre indivíduos imaturos e maduros ($t_{cal}: -2,23$; $t_{crit}: -1,96$ bilateral).

Para a relação C2p/LC, foi observada a maior diferença entre a constante *b* em torno de 65,1 mm de largura do cefalotórax (tabela VI). No entanto, para essa relação, não se verificou diferenças significativas entre a inclinação das retas ($t_{cal}: 0,41$; $t_{crit}: 1,96$), não evidenciando mudanças na taxa de crescimento desse apêndice para indivíduos imaturos e maduros (tabela IV).

Em torno de 66 mm de largura do cefalotórax, se observou a maior diferença entre os coeficientes angulares de indivíduos imaturos e maduros na relação CG/LC (tabela VII). Foi constatada, também, diferenças significativas entre as retas de regressão, indicando mudanças no crescimento do gonópodo entre indivíduos imaturos e maduros ($t_{cal}: 3,46$; $t_{crit}: 1,96$) (tabela IV).

Nas fêmeas, para a determinação do tamanho da maturidade funcional, foi utilizada a relação LA/LC. Nesse sexo, de acordo com a análise realizada, a maturidade funcional foi alcançada em torno de 66,1 mm de largura de carapaça (tabela VIII). O teste *t* evidenciou

diferenças significativas entre a inclinação das retas de regressão, indicando alterações no crescimento do abdômen entre fêmeas imaturas e maduras (t_{cal} : 2,62; t_{crit} : 1,96) (tabela IV).

Tabela IV. Equações de regressão e os valores de t calculados para as relações morfométricas testadas em ambos os sexos considerando a condição de maturidade do ponto de vista funcional. Os valores de t indicam a ocorrência de diferenças entre as proporções de crescimento das variáveis analisadas.

Relação	Sexo	n	Condição de maturidade funcional	Equações	b	R ²	r	Estatística t
C2p/LC	Machos	64	Imaturos	$y = -53,791 + 2,511x$	2,51	0,85	0,92	0,41
		113	Maduros	$y = -53,127 + 2,467x$	2,47	0,67	0,82	
CG/LC	Machos	74	Imaturos	$y = 3,658 + 0,399x$	0,40	0,64	0,80	3,46
		119	Maduros	$y = 17,172 + 0,206x$	0,21	0,16	0,40	
CPQM/LC	Machos	30	Imaturos	$y = -5,086 + 0,865x$	0,86	0,55	0,74	-2,23
		123	Maduros	$y = -30,558 + 1,336x$	1,34	0,61	0,78	
LA/LC	Fêmeas	84	Imaturas	$y = -0,858 + 1,089x$	1,09	0,80	0,89	2,62
		149	Maduras	$y = 0,857 + 0,687x$	0,69	0,26	0,51	

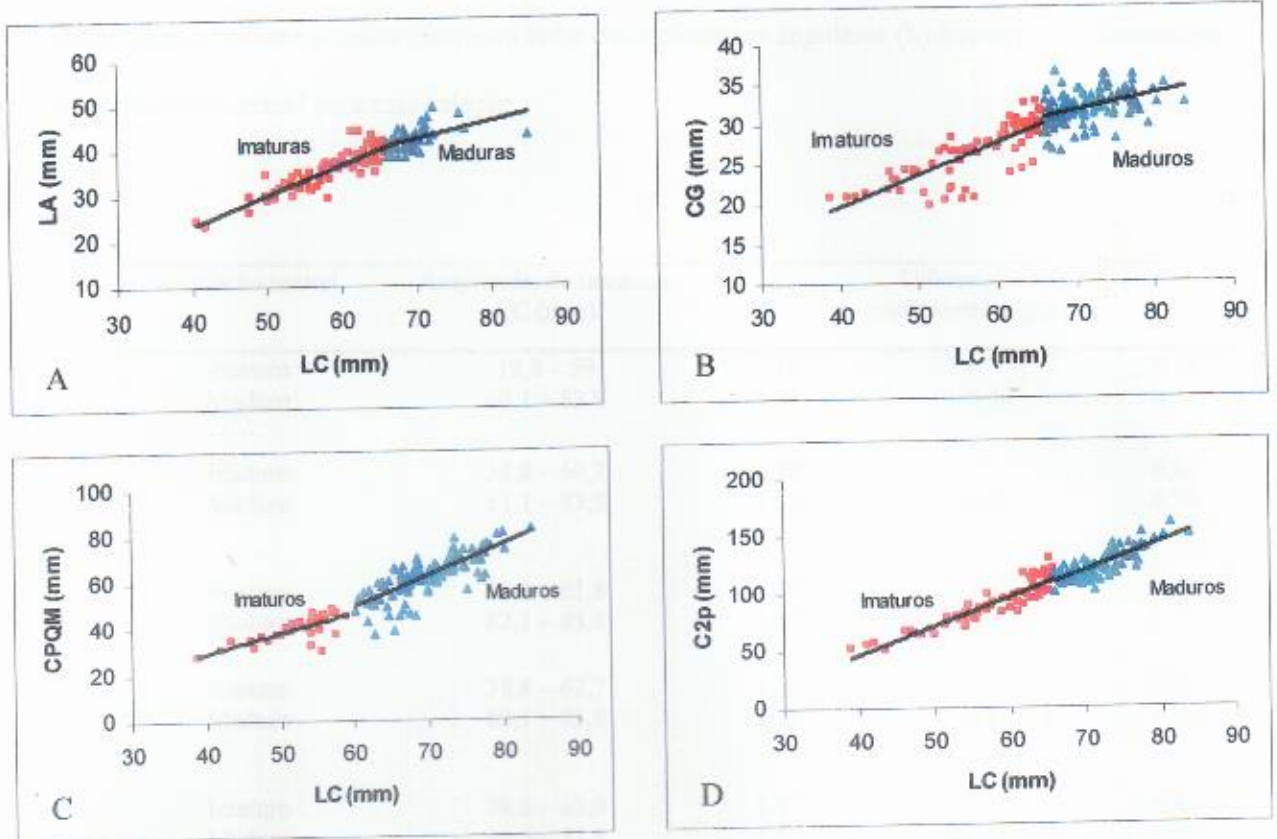


Figura 17. Gráficos das relações morfométricas testadas para determinação do tamanho da maturidade funcional em machos (B, C, D) e fêmeas (A) da espécie *U. cordatus*. Indivíduos imaturos (■); Indivíduos maduros (▲).

Tabela V. Relação CPQM/LC entre indivíduos imaturos e maduros de *U. cordatus*, mostrando o valor correspondente à maior diferença entre os coeficientes angulares (b) indicando o tamanho na maturidade funcional para essa relação.

Condição sexual	Amplitude de tamanho LC (mm)	b	Diferença entre coeficientes angulares	r
Imaturo	38,8 – 59	1,11		0,74
Maduro	60,1 – 83,8	1,51	- 0,40	0,75
Imaturo	38,8 – 60,7	1,28		0,82
Maduro	61,1 – 83,8	1,53	-0,25	0,74
Imaturo	38,8 – 61,8	1,30		0,83
Maduro	62,1 – 83,8	1,52	-0,22	0,72
Imaturo	38,8 – 62,7	1,26		0,81
Maduro	63,1 – 83,8	1,43	-0,17	0,70
Imaturo	38,8 – 63,9	1,37		0,84
Maduro	64,5 – 83,8	1,51	-0,14	0,70
Imaturo	38,8 – 64,7	1,37		0,84
Maduro	65,1 – 83,8	1,47	-0,10	0,68
Imaturo	38,8 – 65,7	1,37		0,82
Maduro	66 – 83,8	1,44	-0,07	0,70

Tabela VI. Relação C2p/LC entre indivíduos imaturos e maduros de *U. cordatus*, mostrando o valor correspondente à maior diferença entre os coeficientes angulares (b), indicando o tamanho na maturidade funcional para essa relação.

Condição sexual	Amplitude de tamanho LC (mm)	b	Diferença entre coeficientes angulares	r
Imaturo	38,8 – 59,2	1,40		0,92
Maduro	60,1 – 83,8	1,37	0,03	0,84
Imaturo	38,8 – 60,7	1,41		0,83
Maduro	61,1 – 83,8	1,34	0,07	0,82
Imaturo	38,8 – 61,8	1,41		0,92
Maduro	62,2 – 83,8	1,28	0,13	0,81
Imaturo	38,8 – 62,7	1,44		0,93
Maduro	63,1 – 83,8	1,25	0,19	0,79
Imaturo	38,8 – 63,9	1,49		0,93
Maduro	64,2 – 83,8	1,25	0,24	0,78
Imaturo	38,8 – 64,7	1,54		0,94
Maduro	65,1 – 83,8	1,29	0,25	0,78
Imaturo	38,8 – 65,7	1,59		0,94
Maduro	66 – 83,8	1,38	0,21	0,81

Tabela VIII. Relação LA/LC entre indivíduos imaturos e maduros de *U. cordatus*, mostrando o valor correspondente à maior diferença entre os coeficientes angulares (b), indicando o tamanho na maturidade funcional para essa relação.

Condição sexual	Amplitude de tamanho LC (mm)	b	Diferença entre coeficientes angulares	r
Imaturo	40,5 – 59,7	1,02		0,84
Maduro	60,1 – 84,9	0,77	0,25	0,64
Imaturo	40,5 – 60,6	1,05		0,86
Maduro	61 – 84,9	0,77	0,28	0,62
Imaturo	40,5 – 61,9	1,09		0,86
Maduro	62,1 – 84,9	0,78	0,31	0,61
Imaturo	40,5 – 62,8	1,09		0,86
Maduro	63 – 84,9	0,75	0,34	0,60
Imaturo	40,05 – 63,8	1,10		0,88
Maduro	64,2 – 84,9	0,73	0,37	0,55
Imaturo	40,5 – 64,9	1,09		0,88
Maduro	65,2 – 84,9	0,71	0,38	0,55
Imaturo	40,5 – 65,8	1,08		0,89
Maduro	66,1 – 84,9	0,68	0,40	0,51

5.3.5) Maturidade fisiológica

Para os machos, de acordo com critério de maturidade adotado no presente estudo, não foi possível estimar o tamanho na maturidade fisiológica a partir da metodologia empregada nessa pesquisa, considerando que os dados obtidos nas observações histológicas do vaso deferente apontaram a presença de espermatozóides em indivíduos nas menores classes de tamanho sendo, portanto, esses indivíduos considerados maduros. Dessa forma, não se pode ajustar os dados coletados ao modelo de frequência acumulada e conseqüentemente gerar uma curva que indicasse o tamanho na maturidade fisiológica. Para as fêmeas, também não foi possível estimar esse parâmetro, pois não se observaram indivíduos imaturos tendo por base exames histológicos dos ovários. Os resultados dessas análises são mostrados nas tabelas de distribuição de frequências abaixo (tabelas IX e X):

Tabela IX. Distribuição de frequências absoluta e relativa por intervalos de classe e estágio de desenvolvimento reprodutivo para machos de *U.cordatus*.

Intervalo de classe (mm)	Centro de classe (mm)	Frequência (imaturos)		Frequência (maduros)	
		Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)
46,1-50,1	48,1	0	0	3	10,7
50,1-54,1	52,1	2	5,71	0	0
54,1-58,1	56,1	7	20	0	0
58,1-62,1	60,1	1	2,85	3	10,7
62,1-66,1	64,1	3	8,57	6	21,4
66,1-70,1	68,1	13	37,1	4	14,2
70,1-74,1	72,1	4	11,4	6	21,4
74,1-78,1	76,1	4	11,4	5	17,9
78,1-82,1	80,1	1	2,85	1	3,6
Total (machos)		35		28	

Tabela X. Distribuição de frequências absoluta e relativa por intervalos e classe e estágio de desenvolvimento reprodutivo para fêmeas de *U.cordatus*.

Intervalo de classe(mm)	Centro de classe(mm)	Frequência (maturação)		Frequência (maduras)	
		Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)
41,9-45,9	43,9	1	20	0	0
45,9-49,9	47,9	0	0	2	7,7
49,9-53,9	51,9	0	0	7	26,9
53,9-57,9	55,9	0	0	1	3,8
57,9-61,9	59,9	1	20	2	7,7
61,9-65,9	63,9	0	0	4	15,4
65,9-69,9	67,9	2	40	4	15,4
69,9-73,9	71,9	1	20	5	19,2
73,9-77,9	75,9	0	0	1	3,8
Total (fêmeas)		5		26	

5.3.6) Análises de crescimento relativo (alométrico)

Foram feitas análises de crescimento relativo em ambos os sexos considerando toda a amplitude de tamanho observada para verificar os padrões de alometria nas relações morfométricas analisadas. Em indivíduos machos, o crescimento relativo caracterizou-se como alométrico positivo nas relações: C2p/LC, CPQM/LC, CPQm/LC e LPQM/LC. Para a relação CG/LC e CC/LC, a alometria mostrou-se negativa. Apresentaram crescimento isométrico o parâmetro LPQm/LC. Nas fêmeas, as relações CPQM/LC e LPQM/LC revelaram alometria negativa. O crescimento caracterizou-se como isométrico nas relações: CC/LC, LPQm/LC e LA/LC. O crescimento alométrico positivo foi verificado na relação LC/CPQm. Os resultados estão sumarizados nas tabelas XI e XII.

Tabela XI. Padrões de crescimento relativo das relações morfométricas testadas para machos de *U. cordatus*. (+) Alometria positiva; (-) Alometria negativa; (0) Isometria.

Relação	Equações	(b)	R ²	r	Alometria
C2p/LC	$\text{Ln } y = - 1,415 + 1,456 \text{ Ln } x$	1,46	0,85	0,92	+
CPQM/LC	$\text{Ln } y = - 2,183 + 1,483 \text{ Ln } x$	1,48	0,81	0,90	+
LPQM/LC	$\text{Ln } y = - 2,966 + 1,483 \text{ Ln } x$	1,48	0,40	0,63	+
CG/LC	$\text{Ln } y = 0,022 + 0,805 \text{ Ln } x$	0,80	0,72	0,85	-
CC/LC	$\text{Ln } y = - 0,024 + 0,944 \text{ Ln } x$	0,94	0,93	0,96	-
LPQm/LC	$\text{Ln } y = - 1,817 + 1,098 \text{ Ln } x$	1,10	0,65	0,81	0
CPQm/LC	$\text{Ln } y = - 1,775 + 1,287 \text{ Ln } x$	1,29	0,83	0,91	+

Tabela XII. Padrões de crescimento relativo das relações morfométricas testadas em fêmeas de *U. cordatus*. (+) Alometria positiva; (-) Alometria negativa; (0) Isometria.

Relação	Equações	(b)	R ²	r	Alometria
CPQM/LC	$\text{Ln } y = -1,309 + 1,231 \text{ Ln } x$	1,23	0,78	0,88	+
LPQM/LC	$\text{Ln } y = -0,026 + 0,751 \text{ Ln } x$	0,75	0,54	0,73	-
CC/LC	$\text{Ln } y = -0,117 + 0,969 \text{ Ln } x$	0,96	0,91	0,95	0
LPQm/LC	$\text{Ln } y = -0,761 + 0,816 \text{ Ln } x$	0,81	0,47	0,68	-
LA/LC	$\text{Ln } y = -0,569 + 1,014 \text{ Ln } x$	1,01	0,83	0,91	0
CPQm/LC	$\text{Ln } y = -1,412 + 1,171 \text{ Ln } x$	1,17	0,71	0,84	+
C2p/LC	$\text{Ln } y = 0,437 + 0,964 \text{ Ln } x$	0,96	0,80	0,89	0

Também foram analisados os padrões de crescimento relativo entre indivíduos considerados imaturos e maduros do ponto de vista funcional.

Na relação CG/LC, nos machos, não se evidenciou diferenças nos padrões de crescimento relativo entre indivíduos imaturos ($b = 0,82$) e maduros ($b = 0,47$), caracterizando-se, dessa forma, alometria negativa. Na relação C2p/LC, foi verificada alometria positiva tanto em imaturos ($b = 1,54$) quanto em maduros ($b = 1,29$). Na relação CPQM/LC, a alometria positiva foi pronunciada em indivíduos maduros ($b = 1,51$) enquanto os imaturos apresentaram um crescimento isométrico da variável CPQM (tabela XIII).

Tabela XIII. Equações de regressão obtidas das relações morfométricas testadas para cada sexo e condição de maturidade funcional. (+) Alometria positiva; (-) Alometria negativa; (0) Isometria.

Relação	Sexo	n	Condição de maturidade funcional	Equações	b	R ²	r	Alometria
C2p/LC	Machos	64	Imaturos	$\text{Ln } y = -1,77 + 1,54 \text{Ln } x$	1,54	0,88	0,94	+
		113	Maduros	$\text{Ln } y = -0,71 + 1,29 \text{Ln } x$	1,29	0,62	0,79	+
CG/LC	Machos	74	Imaturos	$\text{Ln } y = -0,05 + 0,82 \text{Ln } x$	0,82	0,61	0,78	-
		119	Maduros	$\text{Ln } y = 1,41 + 0,47 \text{Ln } x$	0,47	0,16	0,40	-
CPQM/LC	Machos	30	Imaturos	$\text{Ln } y = -0,72 + 1,11 \text{Ln } x$	1,11	0,56	0,75	0
		123	Maduros	$\text{Ln } y = -2,29 + 1,51 \text{Ln } x$	1,51	0,57	0,75	+
LA/LC	Fêmeas	84	Imaturas	$\text{Ln } y = -0,85 + 1,08 \text{Ln } x$	1,08	0,80	0,89	0
		149	Maduras	$\text{Ln } y = 0,82 + 0,68 \text{Ln } x$	0,68	0,26	0,51	-

6) DISCUSSÃO

6.1) Aparelho reprodutor masculino

6.1.1) Aspectos macroscópicos

O aparelho reprodutor masculino dos Brachyura, generalizadamente, é constituído por testículos, vasos deferentes pares e por estruturas semelhantes a um pênis, localizadas na base do quinto par de pereiópodos, denominadas de papilas penianas por Hinsch & Walker (1974). Esses parâmetros são confirmados para espécie *Ucides cordatus*.

Johnson (1980) relata que o aparelho reprodutor masculino do siri-azul *Callinectes sapidus* é bilateral e possui a forma da letra "H". Mota Alves (1975) em seu trabalho sobre a reprodução do caranguejo-uçá *U. cordatus*, definiu que o aparelho reprodutor masculino dessa espécie consta de dois testículos unidos entre si por uma ponte transversal, adquirindo a forma de um "H" alongado. Nos indivíduos estudados no presente trabalho não se evidenciou nenhum tipo de interligação entre os testículos. Dessa forma, esses resultados diferem daqueles descritos por Mota Alves (1975) e confirma a descrição feita por Pinheiro & Fiscarelli (2001) e Leite (2002).

As expansões papiliformes observadas no aparelho reprodutor dessa espécie referem-se ao que Mota Alves (1975) denomina de glândula anexa, uma estrutura localizada na zona limítrofe de cada espermoduto com seu canal deferente. Estrutura bastante similar às expansões papiliformes foi observada por Bauchau (1966) no caranguejo *Carcinus*

maenas. O referido autor denomina esta estrutura de glândula anexa, embora, não tenham sido realizadas análises histológicas em seu trabalho.

Considerando as expansões papiliformes como sendo parte componente do vaso deferente, Leite (2002) relata que este, do ponto de vista macroscópico, pode ser dividido em duas regiões morfológicamente distintas: uma região 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. Esses resultados divergem daqueles descritos para outros Decapoda como no caranguejo *Libinia emarginata* (Hinsch & Walker, 1974) em que a região anterior é curta e altamente convoluta, a média é maior e menos convoluta enquanto a posterior é composta por um tubo de trajeto retilíneo. Em seu estudo com a lagosta *P. laevicauda*, Lima (1995) dividiu o vaso deferente em diferentes regiões com base nos caracteres morfológicos dessa porção do aparelho reprodutor.

Entre os camarões carídeos *Macrobrachium rosenbergii* (Chow *et al.*, 1982) e *Macrobrachium australiense* (Butcher & Fielder, 1994) a estrutura morfológica do vaso deferente é bastante similar, consistindo de uma região proximal curta, outra convoluta, uma região distal alongada e uma porção terminal dilatada. Na lagosta *Scyllarus chacei*, Hinsch & McNight (1988) dividem o vaso deferente em três regiões: anterior, média e posterior dilatada além do ducto ejaculatório na porção terminal. Bond-Buckup *et al.* (1991) dividem morfológicamente o vaso deferente do caranguejo estuarino *Chasmagnatus granulata* em três regiões: anterior, médio e posterior. Os critérios usados pelos autores foram apenas macroscópicos como cor e consistência. Em seu estudo com a lagosta *Thenus orientalis*, Burton (1995) dividiu o vaso deferente em uma região proximal curta, uma medial altamente convoluta e uma porção distal dilatada. Em todos esses trabalhos, os autores observaram a existência de três a quatro regiões morfológicamente diferenciadas nas

respectivas espécies estudadas, diferindo do que foi observado em *Ucides cordatus*, onde do ponto de vista anatômico, se observou duas regiões distintas.

6.1.2) Aspectos microscópicos

No presente estudo, a estrutura testicular observada para o caranguejo-uçá *Ucides cordatus* consiste de um órgão tubular revestido externamente por um material de aspecto fibroso. Johnson (1980) afirma que os testículos do siri-azul *Callinectes sapidus* são envolvidos em toda a sua extensão por uma delgada cápsula fibrosa, no entanto, o autor não faz referência à natureza do material que compõe essa cápsula. Lima (1995) em seu trabalho sobre o aparelho reprodutor masculino da lagosta verde *Panulirus laevicauda* faz referência à presença de uma fina túnica de fibras colágenas que encapsula toda a estrutura tubular constituinte do testículo. No lagostim *Parastacus brasiliensis*, Almeida & Buckup (2000) observaram a presença de tecido conectivo envolvendo a gônada masculina da referida espécie.

Johnson (1980) menciona a existência de centros germinativos que contêm espermatogônias localizadas na periferia dos lobos, enquanto o restante deste é preenchido por espermatócitos, espermátides e/ou espermatozóides. Lima (1995) faz referência à presença de um epitélio germinativo, situado abaixo da camada fibrilar que reveste o testículo, com células em diferentes estágios de maturação na lagosta *P. laevicauda*. Na espécie *U. cordatus*, Leite (2002) observou uma zona germinativa com localização restrita à região anterior do testículo, apresentando células em diferentes estágios de desenvolvimento.

Hinsch & Walker (1974) afirmam que nos crustáceos em geral, o vaso deferente é dividido em diferentes porções. Segundo Hinsch & McNight (1988), o vaso deferente nos

crustáceos funciona como local de maturação espermática, encapsulamento dos espermatozóides em espermatóforos, produção e armazenamento de fluidos seminais. Burton (1995) define vaso deferente como um ducto tubular que possui três funções principais: 1) transportar espermatozóides dos testículos para o meio exterior; 2) atuar como área de maturação e armazenamento para espermatozóides; 3) fornecer requerimentos nutricionais e lubrificantes para o desenvolvimento de espermatozóides.

Hinsch & Walker (1974) caracterizaram e dividiram a região anterior do vaso deferente do caranguejo *Libinia emarginata* em três porções. Os autores relatam que na porção mais anterior foram encontradas células colunares com núcleos desenvolvidos. A parede da porção mediana do vaso deferente anterior consiste de células cúbicas e a porção posterior é constituída por um epitélio colunar e camadas de tecido conectivo. Esses autores fazem referência à presença de um material floculento no lúmen da porção mais anterior do vaso deferente anterior. Ainda nesse estudo, esses autores afirmam que os espermatóforos são formados no vaso deferente anterior e que variam consideravelmente em tamanho e formato.

Leite (2002), com base em exames microscópicos das expansões papiliformes na espécie *Ucides cordatus*, observou que essa estrutura apresenta-se revestida por um epitélio pavimentoso e de uma substância de aspecto floculento, provavelmente, produto de secreção. Verificou-se ainda, a presença de grupos de espermatozóides encapsulados em espermatóforos. Esse autor sugere que essa região pode ser uma área modificada do vaso deferente, já que Hinsch & Walker (1974) afirmam que os espermatóforos são formados na região anterior do vaso deferente e que segundo Krol *et al.* (1992), o espermatóforo é formado a partir da passagem dos espermatozóides dos testículos para o vaso deferente.

Na espécie *U. cordatus*, encontra-se situada em uma área próxima ao limite do testículo posterior, o vaso deferente proximal. Microscopicamente, este consiste de uma

espessa camada muscular circular estriada externa e internamente, revestindo o lúmen, há a presença de um epitélio simples pavimentoso apoiado sobre uma membrana basal (Leite, 2002). Os resultados observados por esse autor no caranguejo-uçá para a região do vaso deferente proximal, diferem daqueles descritos para a região mediana do vaso deferente no portunídeo *Portunus sanguinolentus* (Ryan, 1967), para o siri-azul *Callinectes sapidus* (Johnson, 1980) e para a lagosta *Thelus orientalis* (Burton, 1995) em que o epitélio presente é do tipo colunar.

Burton (1995) caracterizou histologicamente a região distal do vaso deferente desta espécie. Nesse trabalho, o autor observou a presença de um epitélio colunar apoiado sobre uma membrana basal, bem como uma camada de fibras musculares. Leite (2002) relata que a porção correspondente ao vaso deferente distal do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* pode ser visualizada microscopicamente a partir de cortes de fragmentos desse ducto próximo ao gonópore. Ainda de acordo com esse autor, na referida espécie, não é possível diferenciar essas duas regiões, proximal e distal, do ponto de vista morfológico, mas somente histológico.

Tendo em vista que o vaso deferente funciona como local de encapsulamento de espermatozoides, maturação espermática, produção e armazenamento de fluidos seminais, a análise histológica desse componente do aparelho reprodutor pode se constituir em um critério apropriado para se avaliar a condição fisiológica de maturidade em indivíduos machos já que pode indicar os níveis de intensidade na atividade reprodutiva relacionados, principalmente, à síntese de espermatóforos.

6.2) Aparelho reprodutor feminino

6.2.1) Aspectos macroscópicos

No presente estudo, foram corroboradas as observações de Mota-Alves (1975) para os aspectos macroscópicos dos ovários do caranguejo-uçá, bem como se verificou que o arranjo estrutural do aparelho reprodutor feminino dessa espécie assemelha-se a de outras espécies de *Brachyura* como o caranguejo *P. dehaani* (Ando & Makioka, 1999) e o siri *C. sapidus* (Johnson, 1980).

No presente estudo, pôde-se registrar três níveis de coloração nos ovários de *U. cordatus*: laranja, vinho e pardacento. Esses resultados estão de acordo com as observações de Dalabona (2001) para a mesma espécie em manguezais do Estado do Paraná. Contudo, essa autora usa uma terminologia diferente para definir a coloração vinho e pardacenta, correspondente a vinácea e amarelo-claro respectivamente. Santana (2002) utiliza os termos vermelho Goya, com base em uma escala de cores, para a coloração vinho, adotada nesse estudo e Mota-Alves (1975) usa o termo vermelho intenso para designar o estágio mais avançado de maturação dos ovários. A tonalidade pardacenta foi usada por Mota-Alves (1975) e Santana (2002) para indicar o estágio de reabsorção ou atresia, sendo esse termo adotado no presente estudo. Dessa forma, constata-se que, nos diferentes grupos de decápodes, há uma ampla variação dos caracteres morfológicos externos como volume e coloração, associados aos estágios de maturação das fêmeas. Esses diferentes padrões de coloração podem estar relacionados com a natureza dos pigmentos carotenóides que são depositados durante o processo de vitelogênese dos diversos táxons.

6.2.2) Aspectos microscópicos

Nos crustáceos, os ovários passam por mudanças de coloração e tamanho durante o desenvolvimento dos oócitos. Estágios de desenvolvimento têm sido registrados por diferentes autores com base no tamanho das células germinativas, cor ou por meio do tamanho dos ovários para determinar sua condição reprodutiva (Sastry, 1983).

No presente estudo, foi possível classificar três estágios de desenvolvimento ovariano tendo por base o exame microscópico das gônadas. As características dos oócitos vitelogênicos, predominantes no estágio em maturação (tonalidade laranja), observadas na presente pesquisa, confirmam as descrições feitas por Santana (2002) para essa categoria celular, bem como para os oócitos maduros presentes no estágio maduro (tonalidade vinho). As características dos ovários atrésicos ou em reabsorção aqui analisados estão de acordo com as observações de Mota-Alves (1975), Quintero & Gracia (1998) e Dalabona (2001) em seus respectivos estudos. A determinação de três estágios de desenvolvimento ovariano feita nessa pesquisa confirma as análises de Dalabona (2001), tendo em vista que essa autora não observou a ocorrência de fêmeas com ovários imaturos em seu trabalho, assim como no presente estudo, não foram registradas fêmeas com ovários nessa condição.

Adiyodi & Subramonian (1983) conceituam a vitelogênese como um processo em que o vitelo é incorporado, gradativamente, ao oócito. O vitelo é um material nutritivo no qual as proteínas e lipídios constituem a maior parte das reservas orgânicas. Quintero & Gracia (1998) relatam que o aumento de tamanho do oócito de um estágio de maturação para outro se dá devido ao processo de síntese protéica que ocorre durante essa transição. Esses autores reportam, ainda, que o padrão de síntese protéica nos oócitos dos crustáceos é dividido em dois estágios: vitelogênese primária, caracterizada por um pequeno aumento no diâmetro das

células e a secundária onde ocorre um incremento significativo no tamanho e volume celulares.

Hinsch & Cone (1969) sugerem que a vitelogênese no caranguejo *Libinia emarginata* envolve tanto a síntese intraocítica quanto a captação extraocítica de material nutritivo. No primeiro processo, o acúmulo dessas substâncias se dá pela ação do retículo endoplasmático e Complexo de Golgi. As fontes nutritivas extraocíticas, presentes na hemolinfa, são incorporadas aos oócitos pelo processo de pinocitose. Segundo esses autores, o hepatopâncreas pode ser uma das fontes material nutritivo extraocítico. No presente trabalho, não se relacionou as características macro e microscópicas do hepatopâncreas e ovários visando estabelecer uma possível associação entre esses órgãos durante o processo de maturação.

6.3) Padrões de desenvolvimento gonadal

6.3.1) Machos

No presente trabalho, adotou-se como critério indicador de maturidade fisiológica a presença de espermátóforos no vaso deferente. De acordo com análise aqui realizada, verificou-se que machos fisiologicamente maduros, ou seja, com espermatozóides encapsulados em espermátóforos, ocorreram ao longo de todo o período de estudo com um maior percentual observado no mês de janeiro. Indivíduos imaturos também foram registrados durante toda a pesquisa, com uma maior incidência no mês de março. Embora tenham ocorrido essas variações em relação ao percentual de indivíduos maduros e imaturos entre os meses analisados, os dados obtidos não evidenciaram de maneira pronunciada a ocorrência de um ciclo sazonal de reprodução para os machos dessa espécie estudados no presente trabalho, considerando o critério de maturidade adotado.

Os resultados obtidos no presente estudo não revelaram padrões de sazonalidade reprodutiva para machos de *U. cordatus*. Dessa forma, não estão de acordo com as observações de Mota-Alves (1975) que registrou uma maior incidência de indivíduos maduros entre os meses de janeiro a março e de imaturos de agosto a dezembro e Dalabona (2001) que observou machos imaturos predominantemente de dezembro a abril e maduros durante todo o ano. Essas diferenças podem ter alguma relação com os diferentes critérios adotados nos respectivos estudos ou com a periodicidade das observações. Uma análise conjunta envolvendo o exame histológico do testículo e vaso deferente relacionados à estimativa do peso gonadal talvez possa elucidar algumas questões referentes à dinâmica do sistema reprodutor masculino dessa espécie. Embora a presença de espermatozóides nos testículos não tenha sido utilizada como critério indicador de maturidade e sim a ocorrência dessas células

no vaso deferente, as gônadas masculinas foram observadas macroscopicamente e não se constatou diferenças evidentes em sua coloração que possibilitassem estimar o grau de maturidade dos indivíduos. Nagao & Munehara (2003) reportam que, nos testículos, não são encontradas mudanças pronunciadas no aspecto externo possivelmente em razão de as gônadas dos braquiúros conterem células germinativas em diferentes fases de desenvolvimento: de espermatogônias a espermatozóides. Vale salientar que os espermatóforos não são encontrados nas gônadas, como afirma Dalabona (2001). Essas estruturas são sintetizadas em porções especializadas do vaso deferente, quando da passagem dos espermatozóides do testículo para esse ducto (Hinsch & Walker, 1974; Krol *et al.* 1992).

De acordo com Sastry (1983), para algumas espécies, a atividade testicular parece ocorrer em uma estação reprodutiva restrita, e em outras, parecem ter uma atividade contínua durante o ano. Em sua revisão, o autor relata que no siri tropical *Portunus sanguinolentus* a produção de espermatozóides ocorre continuamente ao longo do ano, bem como não se observa sazonalidade no processo de espermatogênese na lagosta americana *Homarus americanus* e em lagostas palinurídeas. Em contrapartida, no caranguejo chinês *Eriocheir sinensis* há uma sazonalidade na atividade testicular com abundância de espermatozóides no outono, próximo à estação reprodutiva.

6.3.2) Fêmeas

No estuário do rio Ceará, Mota-Alves (1975) observou que fêmeas maduras ocorreram de janeiro a maio. Já Vasconcelos *et al.* (1999) no estuário do rio Curimatau, Estado do Rio Grande do Norte, registraram fêmeas maduras entre os meses de outubro a março. No presente estudo, se observou fêmeas maduras em janeiro e março. Em manguezais do Estado do Paraná, Dalabona (2001) registrou fêmeas com ovários maduros de outubro a abril. Essa

autora constatou que animais em maturação ocorriam apenas em agosto e setembro enquanto Vasconcelos *et al.* (1999) observaram uma maior frequência desse estágio entre os meses de abril a outubro. Nas fêmeas aqui analisadas, a maior frequência desse estágio foi registrada no mês de novembro. Na presente pesquisa, fêmeas com ovários atrésicos foram encontradas com maior frequência de maio a setembro com picos em julho e setembro. Vasconcelos *et al.* (1999) registraram fêmeas com gônadas nessa condição entre fevereiro e junho com pico em março e Dalabona (2001) observou que esse estágio ocorreu com maior frequência de dezembro a agosto. Com base na análise desses estudos, pode-se observar que embora tenha ocorrido um padrão de sazonalidade reprodutiva para *U. cordatus* em diferentes regiões estuarinas, a frequência de ocorrência dos diferentes estágios de maturação gonadal variou do ponto de vista temporal. É possível que essa variabilidade esteja relacionada com a interação de fatores endógenos, ligados à fisiologia dos indivíduos de cada população, e às características ambientais particulares das diferentes áreas. Dentre os fatores endógenos, Sastry (1983) destaca que o controle da reprodução está submetido à regulação hormonal por meio da ação antagônica de hormônios que inibem ou estimulam a gametogênese. Esse mesmo autor reporta que a temperatura, disponibilidade de alimento, fotoperíodo, além de outros fatores tais como a salinidade, ciclos lunares e de marés, estão entre os principais fatores exógenos que influenciam o ciclo reprodutivo para espécies que habitam regiões costeiras e estuarinas. Carmona-Suárez (2003) estudando aspectos da biologia reprodutiva do caranguejo *Maja crispata* verificou que as fêmeas demonstraram gônadas maduras na maior parte do ano e que somente em novembro/dezembro ocorreram fêmeas com ovários imaturos. Segundo esse autor, todas as fêmeas ovígeras tinham gônadas maduras e a estação reprodutiva se estende de maio a setembro.

No presente trabalho, não foram analisados parâmetros ambientais, tais como salinidade, disponibilidade de nutrientes, na área de estudo, visando verificar a influência desses fatores no que se refere à reprodução de *U. cordatus*.

6.4) Análises de dimorfometria sexual e crescimento relativo

Para os machos da espécie *U. cordatus* analisados no presente trabalho, verificou-se que a relação morfométrica CPQM/LC apresentou um padrão de crescimento relativo caracterizado como alométrico positivo. Para o portunídeo *Ovalipes catharus*, Davidson & Marsden (1987) relatam que a heteroquelia não é tão pronunciada como em outros caranguejos. Nesse estudo, verificou-se que a quela das fêmeas mostrou um padrão de crescimento isométrico, enquanto nos machos se observou alometria negativa. De acordo com Hartnoll (1988), o crescimento relativo da quela dos caranguejos machos é geralmente mais acelerado do que nas fêmeas, ou seja, com o progressivo aumento do tamanho corporal, ocorre uma diferenciação na proporção de crescimento da quela entre os sexos. Essas considerações do referido autor foram corroboradas neste estudo para *U. cordatus*. Através da aplicação do teste t de Student para a comparação dos coeficientes angulares das retas de regressão das relações CPQM/LC para ambos os sexos, constatou-se uma diferença estatisticamente significativa entre a inclinação das retas. Isso indica uma diferença na proporção de crescimento da quela maior entre machos e fêmeas dessa espécie, sendo esse parâmetro indicador de dimorfometria sexual. Dalabona *et al.* (2005) também registraram o crescimento diferenciado das quelas entre os sexos para o caranguejo-uçá em manguezais do Estado do Paraná. Hartnoll (1988) sugere que o dimorfismo sexual dessa estrutura está

relacionado ao desenvolvimento das características sexuais secundárias nos machos, tendo um importante papel na defesa de território, corte e cópula.

Para a espécie *O. catharus*, Davidson & Marsden (1987) constataram que o parâmetro comprimento da carapaça cresce em alometria negativa em relação à largura em ambos os sexos e que houve uma maior expansão lateral da carapaça em comparação a seu comprimento. Ressaltam, ainda, que esta característica está usualmente associada a padrões de crescimento de fêmeas relacionados com a acomodação de órgãos reprodutivos. Para a espécie *U. cordatus*, Dalabona *et al.* (2005) verificaram que, em machos, a relação CC/LC apresentou alometria negativa e para as fêmeas o crescimento foi isométrico, indicando que para um mesmo tamanho (LC) o cefalotórax dos machos cresceu em uma menor proporção. Segundo esses autores, esse padrão poderia ocorrer em virtude da produção diferenciada de gametas em cada sexo. Tendo em vista que os ovários adquirem um maior volume durante a maturação, e uma otimização do espaço cefalotaráxico auxiliaria no ajuste das gônadas nessa cavidade durante o processo maturativo. No presente estudo, os padrões de crescimento para essa relação estão de acordo com as observações dos referidos autores. Embora a relação CC/LC tenha apresentado diferentes padrões de crescimento relativo entre os sexos, nesse estudo verificou-se que não há diferença estatisticamente significativa entre a inclinação das retas de regressão para esta relação entre machos e fêmeas indicando, portanto, não existir dimorfometria sexual para esse parâmetro. Esses resultados estão de acordo com as observações de Ivo *et al.* (1999) para a mesma espécie capturada no delta do rio Parnaíba.

Silva *et al.* (1994) reportam que vários autores observaram que machos de lagostas do gênero *Panulirus* exibem um extraordinário crescimento das patas anteriores. Em seu trabalho com a lagosta verde *Panulirus laevicauda*, esses autores verificaram que nas análises das medidas dos pereiópodos, os resultados mostraram-se estatisticamente significantes para as

relações C2p/CC, C3p/CC e C5p/CC, indicando diferenças de proporção de crescimento de cada um desses apêndices em machos e fêmeas maduros. Para machos da lagosta *P. versicolor*, George & Morgan (1979) sugerem que o segundo e terceiros pares de pereiópodos são de grande importância reprodutiva. No presente trabalho, a relação C2p/LC exibiu alometria positiva em ambos os sexos. No entanto, verificou-se uma diferença da proporção de crescimento do C2p entre machos e fêmeas por meio do teste *t*. Considerando os níveis de alometria exibidos nessa relação nos indivíduos machos e a significativa diferença na proporção de crescimento do segundo pereiópodo entre os sexos, pode-se sugerir que esse apêndice tenha alguma função relacionada ao processo de acasalamento, assim como nas lagostas. No entanto, somente estudos detalhados sobre o comportamento reprodutivo dessa espécie, poderão elucidar de maneira mais consistente o papel desse apêndice na reprodução.

6.5) Maturidade sexual

6.5.1) Parâmetros morfométricos relacionados ao estágio de desenvolvimento reprodutivo e maturidade fisiológica

Conan *et al.* (2001) consideram que, nos crustáceos, a maturidade gonadal (fisiológica) é alcançada quando os indivíduos passam a produzir gametas aptos à fertilização. Minagawa & Higuchi (1997) relatam que em várias espécies de decápodes, somente o peso ou caracteres macroscópicos têm sido usados como critério indicador de maturidade gonadal. Ainda conforme esses autores, o exame histológico é indispensável para que, de maneira clara, possa se determinar o nível de maturação dos testículos.

Ressaltam, ainda, que em alguns machos decápodes, a maturação das gônadas tem sido inferida pela presença de espermatozóides no vaso deferente.

Para os machos analisados no presente estudo, não foi possível diferenciar de maneira evidente diferentes fases de desenvolvimento gonadal com base em caracteres externos, tendo em vista que não se identificou diferenças no padrão de coloração das gônadas como relatado em outros trabalhos com *U. cordatus* (Mota-Alves, 1975; Ivo *et al.*, 1999; Vasconcelos *et al.*, 1999; Pinheiro & Fiscarelli, 2001). Dessa forma, a ausência ou presença de espermatóforos no vaso deferente, por meio de análises histológicas, foi o critério utilizado para classificar os indivíduos como imaturos e maduros respectivamente. No entanto, pelo fato de terem sido observados indivíduos maduros já nas menores classes de tamanho, não foi possível ajustar os dados obtidos dos exames microscópicos ao modelo de frequência acumulada usado para esse tipo de estudo. Assim, para essa pesquisa, esse critério se mostrou inadequado para a estimativa do tamanho da maturidade fisiológica. Da mesma forma, como não foram registradas fêmeas imaturas, com base na análise histológica dos ovários, não foi possível estimar o tamanho na maturidade gonadal nesse sexo.

Silva *et al.* (1994) estudando aspectos morfométricos relacionados aos estágios de maturação das gônadas da lagosta verde *P. laevicauda*, verificaram que as equações de regressão linear de machos e fêmeas mostraram diferenças estatisticamente significantes ao passar do estágio imaturo para o maduro nas diferentes relações morfométricas testadas no referido estudo. Diversos autores têm adotado como critério indicador de maturidade fisiológica, em crustáceos machos, a presença do espermatóforo no vaso deferente (Hartnoll, 1969; Haley, 1969; Gonzalez-Gurriarán & Freire, 1994; Minagawa & Higuchi, 1997; Goshima *et al.*, 2000; Liu Chang & Wei Li, 2000; Gardner & Williams, 2002). No presente trabalho, entretanto, ao se comparar as retas de regressão entre indivíduos machos imaturos

(ausência de espermátóforos no vaso deferente) e maduros (presença de espermátóforos no vaso deferente), bem como em fêmeas nos estágios em maturação e maduro, não se observou diferenças nas proporções de crescimento (dimorfometria) das relações testadas entre as duas condições de maturidade. Dessa forma, não foi possível determinar um ponto de inflexão correspondente ao tamanho da maturidade funcional com base no exame histológico da porção do vaso deferente analisada e dos ovários em machos e fêmeas, respectivamente. Portanto, no presente estudo, o uso desse critério não permitiu distinguir diferentes níveis de crescimento associando-se morfometria e histologia. Desse modo, a presença ou ausência de espermátóforos parece não ter influência nos níveis de crescimento das variáveis analisadas.

Segundo Hinsch & McNight (1988), o vaso deferente nos crustáceos funciona como local de maturação espermática, encapsulamento dos espermatozóides em espermátóforos, produção e armazenamento de fluidos seminais. Na espécie *U. cordatus*, pelo fato de terem sido observados espermátóforos nas secções histológicas das expansões papiliformes, Leite (2002) sugere que essa região possa ser uma porção modificada do vaso deferente com base na afirmação de Hinsch & Walker (1974) de que os espermátóforos são formados na região anterior desse ducto. Contudo, nos cortes histológicos das expansões papiliformes, Leite (2002) observou a presença de um epitélio simples pavimentoso e não colunar, relacionado a atividades secretoras, como em outras espécies de crustáceos (Cronin, 1947; Ryan, 1967; Hinsch & Walker, 1974; Hinsch & McNight, 1988). Dessa forma, não se pode afirmar seguramente de que área das expansões papiliformes seja o local de síntese dos espermátóforos, razão pela qual essa porção não foi utilizada como critério de determinação do estágio de maturação do animal. No presente estudo, optou-se por utilizar fragmentos do vaso deferente próximo à desembocadura do gonópore, por considerar que nessa região os espermátóforos já estariam perto de serem eliminados. Uma análise

ultraestrutural das expansões papiliformes poderá revelar se o epitélio presente nessa região possui alguma função secretora envolvida na síntese de espermátóforos. Uma vez caracterizada a função desse epitélio e caso tenha de fato um papel secretor, possivelmente essa região seja a mais adequada para se avaliar a atividade reprodutiva e a condição de maturidade fisiológica em machos de *U. cordatus* por meio de análises histológicas. Também não se observou diferenças na proporção de crescimento do abdômen entre fêmeas em maturação e maduras, de maneira que critérios morfométricos aliados à análise gonadal não permitiram separar esses dois estágios. Nesse caso é possível que as fêmeas consideradas no estágio em maturação já tenham atingido a maturidade e estariam somente reiniciando o ciclo ovariano.

6.5.2) Maturidade funcional

De acordo com Gonzalez-Gurriarán & Freire (1994) na muda da puberdade nos *Brachyura* ocorrem mudanças morfométricas e morfológicas relacionadas à maturidade funcional. Os machos podem ser considerados funcionalmente maduros quando capazes de manipular as fêmeas durante a corte pré-copulatória e acasalar-se com sucesso. As fêmeas têm completado a maturidade quando elas estão aptas a copular e a eliminar os ovos. Ainda segundo esses autores, em alguns braquiúros, a maturidade funcional nem sempre coincide com a fisiológica, o que significa que o desenvolvimento gonadal pode não ser um critério consistente o bastante para definir o início da maturidade sexual. Os referidos autores reportam, ainda, que o tamanho no início da primeira maturidade sexual (funcional) é um parâmetro chave e é usado para estabelecer um tamanho mínimo de captura empregado no manejo de alguns recursos pesqueiros.

A maturidade funcional é alcançada quando os indivíduos podem copular com sucesso. Essa definição tem sido usada especialmente para machos (Minagawa & Higuchi, 1997). Esses autores reportam que atingir a maturidade funcional é necessário para a cópula, desse modo, essa condição é mais relevante em estudos de manejo de estoques de espécies exploradas comercialmente, do que a maturidade gonadal tendo em vista que nessa condição o indivíduo não necessariamente está apto a se acasalar.

Diversos autores têm atribuído diferentes terminologias para definir a maturidade funcional. Por vezes, torna-se um pouco confuso o conceito dessa condição sexual. Em vista disso, no presente estudo, a definição de maturidade funcional foi considerada como a aptidão dos indivíduos para o acasalamento em decorrência de mudanças de ordem morfométrica nas estruturas relacionadas às características sexuais secundárias.

Minagawa & Higuchi (1997) afirmam que nas lagostas palinurídeas, os pereiópodos são estruturas intimamente relacionadas às atividades reprodutivas e que na espécie *Panulirus japonicus*, foram observados pontos de inflexão correspondentes a 52 mm de comprimento de carapaça para o primeiro pereiópodo e 54 mm para o segundo pereiópodo. Esses autores reportam que observações em laboratório mostram que machos de *P. japonicus* usam do primeiro ao quarto pereiópodos para abraçar a fêmea durante o acasalamento. Para a lagosta *Panulirus versicolor* George & Morgan (1979) também frisam que o segundo e terceiro pares de pereiópodos são de grande importância reprodutiva. No presente estudo para o caranguejo-uçá *U. cordatus*, para a relação C2p/LC, foi observado um ponto de inflexão entre as retas de regressão correspondente a 65,1 mm de largura do cefalotórax. As análises de crescimento relativo revelaram que não houve diferenças nos níveis de alometria desse apêndice entre indivíduos funcionalmente imaturos e maduros. Além disso, não se verificou diferenças estatisticamente significantes entre a inclinação das retas, não evidenciando mudanças nas

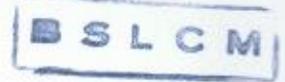
taxas de crescimento do segundo pereiópodo entre os dois grupos. Hartnoll (1982) afirma que em decápodes machos, os pereiópodos crescem em maior proporção em relação às fêmeas e que essas mudanças ocorrem em consequência da atividade sexual. Exibindo um acentuado nível de alometria positiva e apresentando um padrão diferenciado de crescimento em relação às fêmeas, o segundo pereiópodo dos machos de caranguejo-uçá aparentemente apresenta os pré-requisitos necessários para desempenhar um papel preponderante no processo de acasalamento, semelhante ao que ocorre nas lagostas palinurídeas. No entanto, pelo fato de não ter mostrado diferentes taxas de crescimento desse apêndice entre indivíduos imaturos e maduros, talvez essa relação não seja um adequado indicador de maturidade funcional, tendo como critério as análises morfométricas. Vale salientar que estudos em seu ambiente natural ou em laboratório podem revelar o papel desse apêndice no processo de copulação e se, na espécie em estudo, o segundo pereiópodo exerce função semelhante à observada nas lagostas.

Em sua revisão, Haley (1969) reporta que o nível de crescimento relativo dos gonópodos é alterado devido à puberdade. Analisando a espécie *Ovalipes catharus*, Davidson & Marsden (1987) observaram que em animais menores que 40 mm de largura de carapaça apresentaram um crescimento desse apêndice significativamente maior do que daqueles acima de 40 mm. Nesse estudo é sugerido que a descontinuidade no crescimento do gonópodo a partir de 40 mm de largura de carapaça, indica o tamanho em que os caranguejos realizam a muda da puberdade. Para *U. cordatus* analisados nessa pesquisa, se observou que o ponto de inflexão das retas de indivíduos imaturos e maduros, do ponto de vista funcional, correspondeu a 66 mm de largura do cefalotórax, sendo o maior valor registrado entre as relações testadas. Além disso, a inclinação das retas apresentou diferenças significativas. Considerando que a maturidade funcional é um parâmetro fundamental para o estabelecimento de um tamanho mínimo de captura para espécies exploradas, como o

caranguejo-uçá, essa relação parece ser um adequado indicador pelo fato de os indivíduos analisados terem alcançado a maturidade com um tamanho de 66 mm. Em termos populacionais, para uma melhor manutenção de seu equilíbrio, isso é interessante, pois a captura de indivíduos maiores garantiria, pelo menos teoricamente, que esses animais já teriam se reproduzido e contribuído para o recrutamento e reposição dos estoques. Por outro lado, um possível estabelecimento do tamanho mínimo correspondente a esse valor de 66 mm poderia causar um decréscimo substancial na produção. Dessa forma, prejudicando toda uma cadeia produtiva, que vai do catador ao consumidor em virtude da alta dos preços devido à uma possível escassez do produto, caso se elaborasse uma legislação com base nesse tamanho.

No presente estudo, para a relação CPQM/LC foi observada uma descontinuidade entre as retas de regressão para indivíduos considerados imaturos e maduros, do ponto de vista funcional, em torno de 60,1 mm de largura de cefalotórax, indicando ser esse o tamanho na maturidade funcional dos indivíduos analisados nesse estudo. Na região de Iguape (SP), Pinheiro & Fiscarelli (2001) utilizando como parâmetro a mesma relação, observaram que *U. cordatus* atingiram a maturidade funcional em torno de 53 mm de largura de cefalotórax. Para a mesma espécie estudada em manguezais do Estado do Paraná, Dalabona *et al.* (2005) verificaram que o ponto de inflexão das retas entre jovens e adultos correspondeu a 44 mm de largura de cefalotórax para os machos. Esses autores constataram, também, que o própodo da quela maior dos machos exibiram diferentes níveis de crescimento relativo. Nos jovens, a quela mostrou um padrão isométrico, já nos adultos a alometria mostrou-se positiva. Essas observações foram corroboradas no presente trabalho.

Nos caranguejos braquiúros, o abdômen das fêmeas tem um papel relacionado à proteção e incubação dos ovos, que ficam aderidos aos pleópodos. De acordo com Hartnoll



(1974), alterações no crescimento alométrico dessa estrutura ocorrem no início da maturidade sexual. No presente trabalho, para a determinação do tamanho da maturidade funcional, foi utilizada a relação LA/LC. Nas fêmeas analisadas, a descontinuidade das retas indicou que a maturidade funcional foi alcançada em torno 66,1 mm de largura de cefalotórax. Utilizando essa mesma relação, Pinheiro & Fiscarelli (2001) verificaram que as fêmeas da região de Iguape (SP) atingiram a maturidade aos 43 mm de largura de cefalotórax, mesmo tamanho registrado por Dalabona *et al.* (2005) em manguezais da Baía das Laranjeiras, sul do Brasil. Nesse estudo, os autores observaram diferentes padrões de crescimento relativo; nas fêmeas jovens, o abdômen exibiu alometria positiva e nas adultas o crescimento foi isométrico. No presente trabalho, o crescimento do abdômen exibiu diferentes padrões de crescimento relativo. Nas fêmeas imaturas o abdômen mostrou um padrão de crescimento isométrico e nas maduras foi observada alometria negativa, indicando um decréscimo nas taxas de crescimento desse tagma em relação ao tamanho corporal. Du Preez & McLachlan (1984) reportam que a largura do abdômen das fêmeas mostra uma clara alteração nos níveis de crescimento na muda da puberdade e Finney & Abele (1981) afirmam que a taxa de crescimento decresce levemente em consequência do alcance da maturidade sexual, estando essa afirmação de acordo com as observações realizadas no presente trabalho.

Com base nos resultados dos referidos trabalhos sobre maturidade sexual com o caranguejo-uçá, foi possível constatar que, nas diferentes regiões onde foram realizados os respectivos estudos, *U. cordatus* atingiu a maturidade funcional com diferentes tamanhos de largura de cefalotórax. Essas diferenças podem estar relacionadas com a estrutura da população, já que Paiva (1997) reporta que o tamanho médio populacional dessa espécie pode variar em decorrência da abundância de nutrientes disponíveis no manguezal e das características ambientais peculiares de cada área. Desse modo, a avaliação e o conhecimento

da estrutura populacional é um pré-requisito essencial para estudos sobre maturidade sexual e conseqüentemente para a elaboração bem fundamentada de legislações que tratem do estabelecimento do tamanho mínimo de captura de recursos pesqueiros importantes como o caranguejo-uçá. Portanto, é importante analisar a viabilidade de se elaborar legislações diferenciadas para cada Estado, considerando as características ambientais típicas de cada região e suas respectivas estruturas populacionais.

7) Conclusões

- 1) As características macro e microscópicas dos aparelhos reprodutores masculino e feminino do caranguejo-uçá *U. cordatus* analisados no presente trabalho, confirmam as descrições realizadas por Pinheiro & Fiscarelli (2001) e Leite (2002).
- 2) As fêmeas analisadas no presente trabalho demonstraram uma sazonalidade em relação às fases de desenvolvimento gonadal.
- 3) Não se verificou um evidente ciclo sazonal de reprodução para machos dessa espécie, tendo por base o critério de maturidade adotado. A produção de espermátóforos parece ser contínua ao longo do ano.
- 4) Por meio de análises biométricas de *U. cordatus*, foi constatado que, no manguezal do Rio Coreáú, os machos são maiores que as fêmeas.
- 5) As relações C2p/LC e CPQM/LC demonstraram diferenças na proporção de crescimento entre os sexos, sendo indicadoras de dimorfometria sexual.

- 6) Os parâmetros morfométricos testados, associados aos critérios indicadores de maturidade fisiológica, não permitiram identificar mudanças nos níveis de crescimento das estruturas associadas às características sexuais secundárias entre indivíduos imaturos e maduros em ambos os sexos.
- 7) Na porção analisada do vaso deferente, a presença ou ausência de espermatóforos como critério indicador do estágio de maturação do animal, não permitiu determinar o tamanho na maturidade fisiológica.
- 8) Para as fêmeas, também não foi possível determinar o tamanho da maturidade gonadal pelo fato de, nas análises histológicas, não terem sido observados ovários caracterizados como imaturos.
- 9) As análises de crescimento relativo revelaram a ocorrência de diferentes níveis de alometria nas relações: CPQM/LC nos machos e LA/LC nas fêmeas.
- 10) Para efeito do estabelecimento um possível tamanho mínimo de captura, tendo-se como parâmetro o alcance da maturidade funcional, sugere-se adotar o valor de 60 mm de largura de cefalotórax obtido na relação CPQM/LC, já que a realização da biometria para essa relação é relativamente simples e menos sujeita a erros de medição, no momento da captura.

8) Perspectivas sobre aspectos reprodutivos de *U. cordatus*

É evidente que ainda há muitas questões a serem investigadas sobre a biologia reprodutiva do caranguejo-uçá. Uma delas é a melhor compreensão da dinâmica reprodutiva, sobretudo no que concerne ao aparelho reprodutor masculino. Um estudo mais detalhado, utilizando análises ultraestruturais, focado no funcionamento da zona germinativa, visando verificar se ao longo de um período ocorre o predomínio de uma determinada categoria de células germinativas em relação a outras. Isso indicaria um possível padrão de sazonalidade reprodutiva para os machos por meio da análise dessa região, para então inferir sobre o uso de outros critérios indicadores de maturidade fisiológica. Outra questão envolve as funções do vaso deferente, principalmente, na síntese desses espermátóforos. A realização de estudos que permitam conhecer de maneira segura e fundamentada o local de produção dessas estruturas, podem fornecer dados importantes relacionados a períodos de maior ou menor intensidade na síntese de espermátóforos, ao longo de um determinado período, sendo um indicador dos níveis de atividade reprodutiva de machos dessa espécie. A compreensão do funcionamento da glândula androgênica, por meio de análises ultraestruturais, também é importante tendo em vista que essa estrutura é responsável pela produção de hormônios envolvidos no estímulo da espermatogênese, bem como no desenvolvimento das características sexuais secundárias.

A obtenção de amostras do caranguejo-uçá para estudos relacionados a aspectos reprodutivos ou mesmo de dinâmica populacional e biologia pesqueira é, geralmente, proveniente de capturas. Isso é um fator limitante, tendo em vista que a amostragem fica restrita a amplitude de tamanho que é capturável por meio do método de pesca adotado pelo caranguejeiro, no caso dessa pesquisa o "braceamento". Assim, torna-se difícil a

compreensão de como o processo de maturação das gônadas de machos e fêmeas evolui. A coleta desses animais por outras técnicas de captura como a "ratoeira" e estudos de larvicultura podem ser uma alternativa interessante, para o acompanhamento do crescimento do animal, já que há uma maior dificuldade na obtenção de indivíduos nas fases iniciais de desenvolvimento (juvenis) em seu ambiente natural.

9) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adiyodi, R.G., & Subramonian, T. Oogenesis, Ovoposition and Oosorption. In: Adiyodi, R.G. & Adiyodi, K. G. (eds): *Reproductive Biology of Invertebrates*. John Wiley & Sons Ltd, p. 443-493, 1983.

Alcântara-Filho, P. Contribuição ao estudo da biologia e ecologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), no manguezal do Rio Ceará (Brasil). *Arq. Cien. Mar.*, v. 18 (1/2), p. 1-41. 1978

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

Ando, H. & Makioka, T. Structure of the ovary and mode oogenesis in the freshwater crab *Potamon dehaani*. *Journal of Morphology*, n. 239, p. 107-114, 1999.

Barnes, R.D. *Zoologia dos invertebrados*. São Paulo: Livraria Roca LTDA, 1179p., 1984.

Barreto, A. V., Ivo, C. T. C., & Katsuragawa, M. Comprimento médio na primeira maturidade gonadal dos machos da lagosta pintada *Panulirus echinatus* (Smith, 1869), em recifes costeiros de Tamandaré, Pernambuco, Brasil. *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, v. 11, n. 1, p. 91-97, 2003.

Bauchau, A. *La vie des crabes*. Paris: Éditions Paul Lechevalier, 136p, 1966.

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.

- Botelho, E. R. O., Dias, A. F., & Ivo, C. T. C. Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado nos estuários dos rios Formoso e Ilhetas (Tamandaré), no estado de Pernambuco. *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, v. 11, n. 1, p. 117-145, 1999.
- Brusca, R.C. & Brusca, G.J. *Invertebrates*. Sinauer associates, Inc. publishers: Sutherland, Massachussets, 1990.
- 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.
- Butcher, A. R., Fielder, D. R. The reproductive anatomy of male freshwater prawns *Macrobrachium australiense* (Holthuis, 1890) in southwest Queensland. *Invertebrate Reproduction and Development*, v. 26, n. 3, p. 205-212, 1994.
- Carmona-Suárez, C.A. Reproductive biology and relative growth in the spider crab *Maja crispata* (Crustacea: Brachyura: Majidae), *Scientia Marina*, v. 67, n.1, p. 75-80, 2003.
- Castiglioni, D. S., & Santos, S. Reproductive aspects of *Cyrtograpsus angulatus* Dana, 1851 (Brachyura, Grapsidae) in the Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Nauplius*, v.9, n.1, p. 11-20, 2001.
- Cepene (Estatpesca). *Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil*. Tamandaré, PE, 140 p., 2002.
- 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.

- Chu, K. H., Chen, Q. C., Huang, L. M., & Wong, C. K. Morphometric analysis of commercially important penaeid shrimps from Zhujiang estuary, China. *Fisheries Research*, v. 23, p. 83-93, 1995.
- Chubb, C.F. *Reproductive Biology: Issues for management, Chapter 13*, p. 181-212, 1994.
- Clayton, D.A. & Snowden, R. J., Allometric growth in *Ilyoplax stevensi* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, v. 61(1), p. 2 – 9. 1991.
- Collins, P. Relative growth of the freshwater prawn *Macrobrachium borelli* (Nobili, 1896) (Decapoda: Palemonidae). *Nauplius*, v. 9, n. 1, p. 53-60, 2001.
- Comeau, M. & Savoie, F. Maturity and reproductive cycle of the female american lobster, *Homarus americanus*, in the southern gulf of St. Lawrence, Canada. *Journal of Crustacean Biology*, v. 22 (4), p. 762-774. 2002.
- Conan, G. Y., Comeau, M., & Moriyasu, M. Are morphometrical approaches appropriate to establish size at maturity for male American lobster, *Homarus americanus*? *Journal of Crustacean Biology*, v. 21 (4), p. 937-947, 2001.
- Costa, R.S. Biologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) – Crustáceo, decápode – no Nordeste brasileiro. *Bol. Cear. Agron.*, Fortaleza, v.20, p. 1 – 74. 1979.
- 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.
- Dalabona, G. *Reprodução e análise biométrica do caranguejo-uçá Ucides cordatus nas ilhas de Pavoçá e das Peças, Paraná, Brasil*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, PR, Brasil), 2001.

Dalabona, G., Loyola e Silva, J., Pinheiro, M.A.A. Size at morphological maturity of *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae) in the Laranjeiras Bay, Southern Brazil, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 48, n.1, p. 139-145, 2005.

Davidson, R.J. & Marsden, I.D. Size relationships and relative growth of the New Zealand swimming crab *Ovalipes catharus* (WHITE, 1843). *Journal of Crustacean Biology*, v. 7 n.2, p. 308-317. 1987.

Diele, K. *Life history and population structure of exploited mangrove crab Ucides cordatus cordatus (L.) (Decapoda: Brachyura) in Caeté estuary, North Brazil. ZMT Contributions 9, Bremen, 103p. 2000.*

Donaldson, W.E., Cooney, R.T. & Hilsinger, J.R. Growth, age and size at maturity of tanner crab, *Chionoecetes bairdi* M.J RATHBUN, in the northern gulf of Alaska (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, v. 40(3) p. 286 – 302. 1981.

Du Preez, H.H. & McLachlan, A. Biology of the three-spot swimming crab, *Ovalipes punctatus* (DE HAAN), I. Morphometrics and relative growth (Decapoda, Portunidae). *Crustaceana*, 47(1): 73 – 82, 1984.

Felder, D. L. & Lovett, D. L. Relative growth and sexual maturation in the estuarine ghost shrimp *Callinassa louisianensis* Schmitt, 1935. *Journal of Crustacean Biology*, v. 9 n.4, p. 540-553, 1989.

Finney, W.C. & Abele, L., Allometric variation and sexual maturity in the obligate coral commensal *Trapezia ferruginea* LATREILLE (Decapoda, Xanthidae). *Crustaceana*, v. 41 (2), p. 113 – 129. 1981.

Fonteles-Filho, A. A. *Recursos pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional*. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 296p. 1989.

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.

Geo Brasil. *Perspectivas do meio ambiente do Brasil. O estado dos recursos pesqueiros: pesca e aquicultura*. Theresa Cristina Carvalho Santos e João Batista Drummond Câmara (Org.). Brasília, Edição IBAMA, 2002.

George, R.W., Morgan, G.R. Linear growth stages in the rock lobster (*Panulirus versicolor*) as a method for determining size at physical maturity. *Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* v .175, p. 182 – 185, 1979.

González-Gurriarán, E., Freire, J. Sexual maturity in the velvet swimming crab *Necora puber* (Brachyura, Portunidae): morphometric and reproductive analyses. *J.mar. Sci.*, v. 51, p. 133-145. 1994.

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.

Gregory, D. R. , Labisky, R. F. , & Combs, C. L. Reproductive dynamics of the Spiny Lobster *Panulirus argus* in South Florida. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 111, p. 575-584, 1982.

- Gu, H., Mather, P. B., & Capra, M. F. The relative growth of chelipeds and abdomen and muscle production in male and female redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* von Martens. *Aquaculture*, v. 123, p. 249-257, 1994.
- 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.
- Hartnoll, R.G. Variation in growth pattern between some secondary characters in crabs (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, v.16, n.2, p. 131-136, 1974.
- Hartnoll, R.G. Growth and molting. In: Burggren, W.W. & McMahon, B.R. *Biology of the land crabs*. Cambridge University Press, p. 186 – 210. 1988.
- Hartnoll, R.G. Growth. In: BLISS, D.E. *The biology of Crustacea*. London: Academic Press, v.1, p. 111 – 196. 1982.
- Hinsch, G. W., & Cone, M. V. Ultrastructural observations of vitellogenesis in the spider crab, *Libinia emarginata*. *The Journal of Cell Biology*, v. 40, p. 336-342, 1969.
- Hinsch, G. W., Mcnight, C. E. The vas deferens of spanish lobster, *Scyllarus chacei*. *International Journal of Invertebrate Reproduction and Development*, v. 13, p. 267-280, 1988.
- Hinsch, G. W., Walker, M. H. The vas deferens of the spider crab, *Libinia emarginata*. *Journal of Morphology*, New York, v. 143, p. 1-19, 1974.

Ibama. *Lagosta, Caranguejo-uçá e Camarão do Nordeste*. Brasília: Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca, 190p. 1994.

Ibama. Caranguejo-uçá. www.ibama.gov.br/projetos centros/centros/cepene/carang.htm. Acessado em: 10 de Março, 2005.

Ivo, C. T. C., Dias, A.F, Mota, R.I. Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus*, (LINNAEUS, 1763), capturado no delta do rio Parnaíba, Estado do Piauí. *Bol. Tec. Cien. Cepene*, v. 7, n.1, p. 53-84. 1999.

Ivo, C.T.C., & Fonteles-Filho, A. A. 1997. *Estatística pesqueira: Aplicações em Engenharia de Pesca*. Laboratório de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, 193p.

Ivo, C. T. C., Gesteira, T. C. V. Sinopses sobre a bioecologia e pesca do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), capturados em estuários de sua área de ocorrência no Brasil. *Bol. Tec. Cien. Cepene*, v. 7, n.1, p. 9-50. 1999.

Jennerjahn, T.C., & Ittekkot, V. Relevance of mangroves for the production and deposition of organic matter along tropical continental margins. *Naturwissenschaften*, n. 89, p. 23-30, 2002.

Johnson, P. T. *Histology of the blue crab *Callinectes sapidus*: A model for Decapoda*. New York: Praeger Publishers, p. 327- 367, 1980.

Kao, H.C., Chan, T.Y., Yu, H.P. Ovary development of the deep-water shrimp *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1826) (Crustacea: Decapoda: Aristidae) from Taiwan. *Zoological Studies*, v. 38, n.4, p. 373-378, 1999.

King, M. Fisheries Resources. *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Blackwell Science, Osney Mead, Oxford. 246p. 1995.

Knuckey, I.A. Maturity in male mud crabs, *Scylla serrata*, and the use of mating scars as a functional indicator. *Journal of Crustacean Biology*, v. 16 n.3, p. 487- 495, 1996.

Kogan, M., Greco, L.S.L., Romano, L.A., & Rodríguez, E.M. Effects of cadmium on somatic and gonadal growth of juvenile females of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (brachyuran, Grapsidae). *Zoological Studies*, v.39, n. 4, p. 344-350, 2000.

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. p. 295-343, 1992.

Lacerda, L.D. Manguezais: florestas de beira-mar. *Revista Ciência Hoje*, v.3, n. 12, 1984.

Laulier, M., Demeusy, N. Étude histologique du fonctionnemet ovarien au cours d'une maturation de ponte chez le crabe *Carcinus maenas* L. (Crustacé, Decápode). *Cachiers de Biologie Marine Tome XV*, p. 343-354, 1974.

Lee, S.Y. Cheliped size and structure: the evolution of a multifunctional decapod organ. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.193, p.161-176, 1995.

Leite, M.M.L. *Estudo morfológico do sistema reprodutor masculino do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)*. Monografia de bacharelado. Universidade Federal do Ceará, 66p. 2002.

- Lima, A.V.P. *Estudo do Sistema Reprodutivo de machos da Lagosta verde Panulirus laevicauda (Latreille, 1817) (Decapoda: Palinuridae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 200p, 1995.
- 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.
- Lizárraga-Cubedo, H.A., Tuck, I., Bailey, N., Pierce, G.J., Kinnear, J.A.M. Comparisons of size at maturity and fecundity of two Scottish populations of the European lobster *Hommarus gammarus*. *Fisheries Research*, v. 65, p. 137-152, 2003.
- 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.
- Melo, G.A. *Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro*. São Paulo: Editora Plêiade, FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). 604p. 1996.
- Melville-Smith, R. The reproductive biology of *Geryon maritae* (Decapoda: Brachyura) of south west Africa/ Namibia. *Crustaceana*, v. 53 n.3, p. 259-275, 1987.
- 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.
- 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.
- Nagao, J., Munehara, H. Annual cycle of testicular maturation in the helmet crab *Telmessus cheiragonus*. *Fisheries Science*, n. 69, p. 1200-1208, 2003.

Nascimento, S.A., *Biologia do caranguejo-uçá (Ucides cordatus)*. Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA). Aracajú, SE, 45p. 1993.

Nordi, N. *Os catadores de caranguejo-uçá Ucides cordatus da região de Vázea Nova (PB): uma abordagem ecológica e social*. São Carlos: UFSCar, Tese de Doutorado, 107p. 1992.

Paiva, M. P. *Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil*. Fortaleza: EUFC, 286p. 1997.

Phillips, B.F., Cobb, J.S., & Kittaka, J. *Spiny Lobster Management. Part 2. Research for management: Case studies*. P. 179, 1994.

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

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

Quintero, M.E.S. & Gracia, A. Stages of gonadal development in the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis*. *Journal of Crustacean Biology*, v. 18, n. 4, p. 680-685.

Rios, G.J. *Análises dos caracteres biométricos das lagostas Panulirus argus e Panulirus laevicauda (LATREILLE), no estado do Ceará, Brasil*. Monografia de graduação. Depto. Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 33p, 1991.

- Ruppert, E. & E., Barnes, R. D. *Invertebrate Zoology*. New York: Saunders College Publishing, 6th ed., 1040p. 1994.
- 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*, p. 506-521, 1967.
- Sampedro, M.P., González-Gurriarán, E., Freire, J., & Muiño, R. Morphometry and sexual maturity in the spider crab *Maja squinado* (Decapoda: Majidae) in Galicia, Spain. *Journal of Crustacean Biology*, v. 19 n.3, p. 578-592, 1999.
- Santana, G.X.. *Caracterização morfológica do sistema reprodutor feminino do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ocypodidae)*. Monografia de bacharelado, Universidade Federal do Ceará 75p. 2002.
- Sastry, A.N. Ecological aspects of reproduction. In: W.B. Vernberg (ed), *The biology of Crustacea: environments adaptations 8: 179-270* (Academic Press, New York), 1983.
- Schaeffer-Novelli, Y. Importância do manguezal e suas comunidades. *Associação Latino-Americana de Investigações em Ciências do Mar – ALICMAR*, 5 p. , 1982.
- Schram, F. R. *Crustacea*. New York: Oxford University Press, Inc., 606 p., 1986.
- 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., Gesteira, T.C.V., Rocha, C. A. Relações morfométricas ligadas à reprodução da lagosta espinhosa, *Panulirus laevicauda* (LATREILLE) (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae)

do Estado do Ceará – Brasil. *Bol.Tec.Cient. CEPENE*, Rio Formoso, v. 2 n.1, p. 59 – 88. 1994.

Silva, J.R.F., *Histomorfometria da reprodução da lagosta verde Panulirus laevicauda (LATREILLE, 1817) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) do litoral do Estado do Ceará*. Dissertação de Mestrado. João Pessoa, 137p. 1992.

Stewart, J., Kennely, S.J., Hoegh-Guldberg, O. Size at sexual maturity and reproductive biology of two species of scyllarid lobster from New South Wales and Victoria, Australia. *Crustaceana*: v. 70, n. 3, p.345-367, 1997.

Streissl, F. & Hodl, W. Growth, morphometrics, size at maturity, sexual dimorphism and condition index of *Austropotamobius torrentium* Schrank. *Hidrobiologia*, n. 477, p. 201-208, 2002.

Vasconcelos, E. M. S., Vasconcelos, J. S., & Ivo, C. T. C. Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado do estuário do rio Curimataú (Canguaretama) no Estado do Rio Grande do Norte. *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, Tamandaré, v. 7, n. 1, p. 85-116, 1999.

Vazzoler, A.E.A.M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos – Teoria e Prática*. Universidade Federal de Maringá – PR, p. 1996 – 169, 1996.

Xavier-Filho, E. S. *Sistema filogenético dos Reptantia (Decapoda, Malacostraca)*. Dissertação de Mestrado, João Pessoa, 97p. , 1995.