

GISELA GERALDINE CASTILHO

ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus* (L.) (CRUSTACEA, BRACHYURA, OCYPODIDAE), NA BAÍA DE ANTONINA, PARANÁ, BRASIL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ostrensky

CURITIBA

2006

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



PARECER

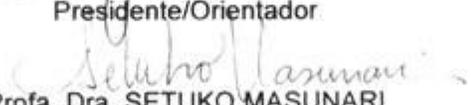
A Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação da Mestranda **GISELA GERALDINE CASTILHO**, candidata ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área Produção Animal após a realização desse evento, exarou o seguinte Parecer:

- 1) A Dissertação, intitulada “**ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus* (L.) (CRUSTACEA, BRACHYURA, OCYPODIDAE), NA BAÍA DE ANTONINA, PARANÁ, BRASIL**” foi considerada, por todos os Examinadores, como um louvável trabalho, encerrando resultados que representam importante progresso na área de sua pertinência.
- 2) A Candidata apresentou muito bem durante a Defesa de Dissertação, respondendo a todas as questões que foram colocadas.

Assim, a Comissão Examinadora, ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 78 da Resolução nº 62/03 – CEPE considerou a candidata Aprovada concluindo que faz jus ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área Produção Animal.

Curitiba, 31 de julho de 2006.


Prof. Dr. ANTONIO OSTRENSKY NETO
Presidente/Orientador


Profa. Dra. SETUKO MASUNARI
Membro


Profa. Dra. SÔNIA G. MELO
Membro

Agradeço ao Prof. Dr. Antonio Ostrensky pela orientação, confiança, dedicação, apoio e por ter me proporcionado a oportunidade de realizar esta dissertação. A minha mãe Janine, meu pai Manoel e minhas tias Alexandra, Eugênia e Henriqueta pelo incentivo e apoio, essenciais em minha formação. Ao Ábani por seu carinho e presença constantes, dando apoio e incentivo em todos os momentos. Aos colegas do Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais (Alexandre, Cristiane, Débora, Ezequiel, Francisco, Gabriel, Leandro, Manuela, Marcelo, Márcio, Paulo, Robert, Robson e Ubiratan) pela amizade e colaboração durante todos os momentos. As minhas amigas (Denise, Márcia, Regina, Sílvia, Tizianne e Valkíria) pelos momentos de descontração, auxílio e estímulo. Ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná pelo apoio oferecido durante o transcorrer do curso.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada nos seguintes capítulos:

Capítulo I

Consiste em uma revisão bibliográfica sobre o caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, que procura abordar diversos aspectos de sua biologia, fisiologia e importância sócio-econômica e ambiental.

Capítulo II

Descreve a histologia e a anatomia macroscópica dos aparelhos reprodutores masculinos e femininos de *U. cordatus*. Neste capítulo também é proposta uma classificação dos estágios de maturação do ovário.

Capítulo III

Discute o ciclo reprodutivo do caranguejo-uçá na Baía de Antonina, Paraná, Brasil, com base em análises histológicas do ovário e captura de fêmeas ovígeras.

Capítulo IV

Estuda a correlação entre aspectos fenotípicos e reprodutivos do caranguejo-uçá. Neste trabalho, são confrontadas as colorações da região dorsal do cefalotórax e dos ovários com os estágios de maturação gonadal.

Anexo

Este anexo se refere a um artigo de divulgação científica elaborado com o objetivo de sintetizar os resultados e conhecimentos gerados durante o trabalho de dissertação de mestrado.

SUMÁRIO

<u>ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO</u>	IV
<u>SUMÁRIO</u>	V
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	VIII
<u>LISTA DE TABELAS</u>	XIV
<u>ABREVIACÕES</u>	XV
<u>RESUMO</u>	XVI
<u>ABSTRACT</u>	XVII
<u>CAPÍTULO I</u>	1
<u>REVISÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA ACERCA DE <i>Ucides cordatus</i> (LINNAEUS, 1763)</u>	1
RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE <i>U. cordatus</i>	5
3. ASPECTOS REPRODUTIVOS	7
4. ASPECTOS ECOLÓGICOS	10
5. <i>U. cordatus</i> COMO BIOINDICADOR	13
6. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DE <i>U. cordatus</i>	15
7. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E IMPORTÂNCIA CULTURAL DE <i>U. cordatus</i>	17
8. DOENÇA DO CARANGUEJO LETÁRGICO (DCL)	19
9. REFERÊNCIAS	19

CAPÍTULO II 28

ANATOMIA E HISTOLOGIA DO APARELHO REPRODUTIVO DE *Ucides cordatus*... 28

RESUMO	28
1. INTRODUÇÃO	28
2. MATERIAL E MÉTODOS	29
ÁREA DE ESTUDO	29
COLETA DE ANIMAIS	30
MEDIÇÕES E REMOÇÃO DOS APARELHOS REPRODUTORES	31
PREPARAÇÃO DOS TECIDOS PARA HISTOLOGIA	32
3. RESULTADOS	32
ANATOMIA DO APARELHO REPRODUTIVO MASCULINO	33
TESTÍCULO	34
VASOS DEFERENTES	39
DUCTO EJACULADOR	44
PÊNIS	46
ANATOMIA DO APARELHO REPRODUTIVO FEMININO	47
OVÁRIOS	48
ESPERMATECAS	57
4. DISCUSSÃO	62
5. REFERÊNCIAS	64

CAPÍTULO III 67

CICLO REPRODUTIVO DE *Ucides cordatus* NA BAÍA DE ANTONINA, PARANÁ,

BRASIL 67

RESUMO	67
1. INTRODUÇÃO	67
2. MATERIAL E MÉTODOS	68
OBTENÇÃO DE ANIMAIS	68
NECROPSIA E COLETA DE MATERIAL	68
PREPARAÇÃO DOS TECIDOS PARA HISTOLOGIA	69

ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO OVARIANA	69
3. RESULTADOS	69
DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DAS FREQUÊNCIAS RELATIVAS (%) DE FÊMEAS DE <i>U. cordatus</i> NOS DIVERSOS ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO OVARIANA	70
DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE FÊMEAS OVÍGERAS DE <i>U. cordatus</i>	72
4. DISCUSSÃO	72
5. REFERÊNCIAS.....	77

CAPÍTULO IV..... 80

RELAÇÃO ENTRE O DESENVOLVIMENTO GONADAL E AS COLORAÇÕES DE OVÁRIO E EXOESQUELETO DE *Ucides cordatus*..... 80

RESUMO	80
1. INTRODUÇÃO	80
2. MATERIAL E MÉTODOS	81
COLETA DE ANIMAIS	81
MEDIÇÕES E REMOÇÃO DOS OVÁRIOS	82
IDENTIFICAÇÃO DAS COLORAÇÕES	82
PREPARAÇÃO DOS TECIDOS PARA HISTOLOGIA	82
ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO OVARIANA	83
TRATAMENTO ESTATÍSTICO	83
3. RESULTADOS	83
COLORAÇÃO OVARIANA	83
COLORAÇÃO DE CARAPAÇA	86
RELAÇÃO ENTRE OS ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO GONADAL E AS COLORAÇÕES DE EXOESQUELETO E DOS OVÁRIOS.....	89
4. DISCUSSÃO	93
5. REFERÊNCIAS.....	96

ANEXO..... 99

A REPRODUÇÃO DE *Ucides cordatus*: ESTUDO REVELA ASPECTOS DA REPRODUÇÃO DO CARANGUEJO-UÇÁ NA BAÍA DE ANTONINA-PR 99

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Mapa do continente americano com a distribuição das subespécies do gênero *Ucides*, adaptado de Diele (2000). 2
- Figura 2. Exemplos adultos: (A) *U. cordatus cordatus*. (B) *Ucides cordatus occidentalis*.3
- Figura 3. Vista aérea da Baía de Antonina no litoral paranaense..... 29
- Figura 4. Fêmea do caranguejo-uçá, *U. cordatus*. 31
- Figura 5. Regiões do aparelho reprodutor masculino de *U. cordatus*. **A)** (T) testículo e (VDM). **B)** Testículo (T), vaso deferente anterior (VDA), vaso deferente médio (VDM), vaso deferente posterior (VDP) e ducto ejaculador (DE). 33
- Figura 6. Vista ventral de exemplar macho de *U. cordatus*, com abdome rebatido. As setas indicam os pênis e o primeiro par de pleópodos ou gonopódios (G). 34
- Figura 7. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. As setas amarelas indicam o epitélio que reveste os lóbulos testiculares (L). (H) Hemolinfa. Coloração em HE. Aumento de 400x. 35
- Figura 8. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. **A)** As setas indicam ductos seminíferos. Aumento de 100x. **B)** Epitélio pavimentoso (E) formando a parede do ducto seminífero indicado pela estrela. Aumento de 400x. **C)** Ductos seminíferos em aumento de 400x. Coloração em HE. 35
- Figura 9. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. **A)** Centros Germinativos (CG) na periferia dos lóbulos testiculares. Aumento de 400x. **B)** Espermatogônias primárias (Ep) com cromatina granular. Aumento de 1.000x. Coloração em HE. 36
- Figura 10. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. **A)** Espermatogônias secundárias (Es) com cromatina dispersa em aumento de 400x e **B)** em aumento de 1.000x. Coloração em HE..... 36
- Figura 11. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. Lóbulos testiculares com espermátocitos primários (Et 1) e espermátocitos secundários (Et 2). Coloração em HE. Em **A)** e **B)** aumento de 400x e em **C)** aumento de 1.000x..... 37
- Figura 12. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. **A)** Lóbulos testiculares contendo espermátides (Esp), espermátocitos primários (Et 1), espermátocitos secundários (Et 2) e espermatogônias (Ep) em aumento de 400x. **B)** Espermátides em aumento de 1.000x. Coloração em HE. 37
- Figura 13. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. Modificações celulares durante a espermiogênese, cuja seqüência de modificações é indicada pela numeração (1

a 5). 5) A seta indica espermatozóides maduros. Aumento de 1.000x. Coloração em HE.	38
Figura 14. Variação de diâmetro das células germinativas durante a espermatogênese em <i>U. cordatus</i>	39
Figura 15. Região anterior do Vaso Deferente Anterior. Coloração em HE. A) Regiões do ducto seminífero: lúmen (L) com espermatozóides maduros (Sptz), epitélio colunar (E) e fibras musculares (M). Aumento de 400x. B) Ductos seminíferos (DS). Aumento de 200x.	40
Figura 16. Região medial do Vaso Deferente Anterior repleta de espermatozóides (sptz) em sua luz. Coloração em HE. A) Aumento de 100x. B) Aumento de 200x.	40
Figura 17. Região posterior do Vaso Deferente Anterior em secção longitudinal. Coloração em HE. As setas indicam espermatóforos. B) e C) Aumento de 400x. A) e D) Aumento de 200x E) Aumento de 100x.	41
Figura 18. Parede do Vaso Deferente Médio em secção longitudinal. Coloração em HE. A) Fibras musculares (M), epitélio cilíndrico (E) e luz (L) do VDM preenchido por espermatóforos. Aumento de 400x. B) Em destaque as camadas de tecido muscular com disposição longitudinal (MI) e transversal (Mt) ao VDM. Aumento de 1.000x.	42
Figura 19. Espermatóforos (E) na luz do Vaso Deferente Médio. A) Aumento de 400x. Coloração em HE. B) Espermatóforos imersos em secreção positiva para reação de PAS. Aumento de 1.000x. Reação histoquímica de PAS. C) Aumento de 200x. Reação histoquímica de PAS.	42
Figura 20. VDP em corte transversal. Evaginações do VDP, indicadas pelas estrelas, apresentando distribuição irregular dos espermatóforos. A) Secreção e espermatozóides positivos para reação histoquímica de PAS. Aumento de 40x. B) Coloração em HE. Aumento de 100x.	43
Figura 21. VDP em corte longitudinal. Coloração em HE. A) Parede do VDP com destaque para as camadas: muscular (M) e epitelial (E). Aumento de 1.000x. B) Lúmen do VDP rico em secreção, porém em ausência de espermatóforos. Aumento de 400x. C) Setas indicam espermatóforos imersos em secreção no interior do VDP. Aumento de 200x.	44
Figura 22. Ducto ejaculador em corte longitudinal com indicação para o lúmen (L), o epitélio pseudoestratificado (E) e a camada de tecido muscular (M). Coloração em HE. A) Aumento de 200x. B) Aumento de 1.000x.	45

Figura 23. A) Ducto ejaculador em corte transversal. Lúmen (L). B) Espermátóforos (E) na luz do ducto. C) Tecido glandular. Aumento de 400x. Coloração em HE.....	45
Figura 24. Corte transversal do pênis que permite visualizar: epitélio com cutícula de quitina (EQ), tecido conjuntivo frouxo (CF), tecido muscular (M) e tecido glandular (TG), epitélio pavimentoso (EP) e espermátóforos (E) imersos em secreção. Aumento de 40x. Coloração de HE.	46
Figura 25 Pênis em corte transversal. A) Lúmen (L) preenchido com espermátóforos e secreção, tecido glandular (TG), epitélio cubóide com cutícula (EC). Aumento de 200x. B) Tecido conjuntivo frouxo (CF). Aumento de 400x. C) Tecido muscular (M), epitélio pavimentoso (EP). Aumento de 400x. Coloração em HE.	47
Figura 26. Vista ventral de exemplar fêmea de <i>U. cordatus</i> , com abdome rebatido. As setas indicam gonóporos (G) e pleópodos (P).....	48
Figura 27. Aparelho reprodutor feminino de <i>U. cordatus</i> . A) A seta indica o ovário, em coloração roxa, e posicionado dorsalmente no cefalotórax. B) Ovário dissecado (Ov) ligado as espermatecas (Es).	48
Figura 28. Ovário em secção longitudinal. Centro germinativo (CG) próximo à luz da gônada (L) envolvido por células foliculares (CF), com destaque para ovogônias (OG) presentes em grande quantidade. Coloração em HE. Aumento de 400x.	50
Figura 29. Ovário em secção longitudinal. Centro germinativo contendo ovogônias (OG) e ovócitos primários (Op). Aumento de 400x. Coloração em HE.	50
Figura 30. Ovário em secção longitudinal. Ovócitos II. Aumento de 1.000x. Coloração em HE. A) Ovócitos II (Os) e ovogônias (OG) no centro germinativo. B) Destaque para o nucléolo (Nu), vacúolo intracitoplasmático (V) e núcleo (estrela) dos ovócitos II rodeados por células foliculares (CF).	51
Figura 31. Ovário em secção longitudinal. Ovócito III com destaque para gotículas eosinófilas (GE) e de lipídio (GL) intracitoplasmáticas. Aumento de 400x. Coloração em HE.	52
Figura 32. Ovário em secção longitudinal. Ovócitos IV. Coloração em HE. A) Aumento de 200x. B) Aumento de 1.000x.....	52
Figura 33. Ovário em secção longitudinal. Ovócito V. Coloração em HE. A) Destaque para células foliculares (CF) alongadas. Aumento de 1.000x. B) Aumento de 200x.	53
Figura 34. Variação do diâmetro ovocitário nos diferentes estágios de vitelogênese de <i>U. cordatus</i>	54

- Figura 35. Representação gráfica da prevalência das diferentes fases de ovócitos durante a maturação ovariana de *U. cordatus*, de acordo com a classificação proposta... 55
- Figura 36. Ovário em regeneração. Coloração em HE. **A)** Destaque para ovócitos V em processo de reabsorção (R) entremeados por ovócitos II (Os) e células foliculares (CF). Aumento de 200x. **B)** Centro germinativo (CG) próximo a ovócitos V em reabsorção (R). Aumento de 100x..... 55
- Figura 37. Ovário em estágio V de fêmea ovígera com ovócito V em reabsorção (R), ovócitos III (Ot), ovócito II (Os) e centro germinativo (CG). Aumento de 200x. Coloração em HE. 56
- Figura 38. Tecido Conjuntivo Esponjoso (TCE) envolvendo o ovário (Ov). Coloração em HE. **A)** Aumento de 40x. **B)** Aumento de 100x. **C)** Destaque para TCE. Aumento de 400x. 57
- Figura 39. Vista dorsal das espermatecas ligadas aos ovários. Aumento de 6,3x sob microscópio estereoscópico. 58
- Figura 40. Fotomicrografia de secção longitudinal da espermateca. **A)** Em destaque epitélio escamoso estratificado (Es) recobrimdo a luz (L) da espermateca. Aumento de 400x. Coloração em HE. **B)** Vilosidades (V) na parede da espermateca. Aumento de 400x. Coloração em HE. **C)** Região próxima ao oviduto, com indicação para a camada de tecido conjuntivo denso (TD) e a luz (L) da espermateca preenchida por espermatóforos. Aumento de 100x. Coloração em HE. **D)** Parede da espermateca com espessa camada de tecido conjuntivo denso (TD). Aumento de 200x. Coloração em Tricrômico de Mallory..... 59
- Figura 41. Secção longitudinal de espermateca com a parede pigmentada. Coloração em HE. **A)** A estrela indica a região pigmentada. Aumento de 400x. **B)** Extensa área de pigmentação (estrela). Aumento de 100x. **C)** Camada pigmentada espessa (aumento de 400x) em destaque (aumento de 1.000x). 60
- Figura 42. **A)** Espermatóforos contendo espermatozóides inviáveis (I) e viáveis (V) no interior da espermateca. Aumento de 400x. Coloração em HE. **B)** Espermatozóides viáveis (V) e inviáveis (I) imersos em secreção (S) positiva para reação de PAS. Aumento de 1.000x. **C)** Ovócitos em fase V na luz da espermateca. Aumento de 40x. Coloração em HE. **D)** Ovócitos em fase V envolvidos por espermatóforos (E). Destaque para ovócito com alteração celular observada pela perda de conformação (F5). Aumento de 200x..... 61

Figura 43. As setas indicam o canalículo de ligação entre o ovário (Ov) e a espermateca (Esp). Coloração em HE. A) e B) Aumento de 40x.....	62
Figura 44 Distribuição mensal da freqüência relativa de fêmeas de <i>U. cordatus</i> em cada estágio de desenvolvimento gonadal.....	71
Figura 45. Distribuição sazonal da freqüência relativa de fêmeas de <i>U. cordatus</i> nos diversos estágios de desenvolvimento gonadal.....	71
Figura 46. Distribuição mensal da percentagem de fêmeas ovíferas de <i>U. cordatus</i> entre os exemplares capturados na Baía de Antonina, Paraná.	72
Figura 47. Colorações observadas em ovários de <i>U. cordatus</i> . A) A seta indica ovário de coloração creme. B) Ovário amarelo envolvido pelo hepatopâncreas de mesma cor, é indicado pela seta. C) Coloração alaranjada do ovário em destaque. D) Ovário marrom indicado pela seta. E) Ovário de cor roxa com evidente aumento de volume. F) Ovário roxo observado em microscópio estereoscópico com ovócitos evidentes.....	84
Figura 48. Ocorrência das diferentes colorações das gônadas dos exemplares de <i>U. cordatus</i> analisados ao longo do período de estudo (outubro de 2002 a março de 2005). A) Gônada incolor a creme B) ; gônada amarela C) ; gônada alaranjada; D) gônada marrom; E) gônada roxa.....	86
Figura 49 Exemplares de <i>U. cordatus</i> , destaque para as colorações de carapaça azul (A) , cinza-chumbo (B) , amarela (C) , roxa (D) e marrom (E)	87
Figura 50. Ocorrência das diferentes colorações de carapaça dos exemplares de <i>U. cordatus</i> analisados ao longo do período de estudo (outubro de 2002 a março de 2005). A) Carapaça amarela. B) Carapaça azul. C) Carapaça cinza-chumbo. D) Carapaça roxa. E) Carapaça marrom.....	88
Figura 51 Análise de Cluster com dados referentes à coloração de carapaça e estágios de maturação gonadal de <i>U. cordatus</i>	89
Figura 52 Correlações entre os percentuais mensais de fêmeas com diferentes colorações de carapaça e o percentual mensal de exemplares em diferentes estágios de maturação ovariana. As correlações demonstradas graficamente referem-se a $R^2_{(ajust.)} > 0,5$. A) Correlação entre exemplares com ovários maduros e fêmeas de carapaças roxas. B) Correlação entre exemplares com ovários maduros e fêmeas de carapaças amarelas. C) Correlação entre exemplares com ovários maduros e fêmeas de carapaças azuis. D) Correlação entre exemplares com ovário imaturo e fêmeas de carapaças cinza-chumbo.	90

Figura 53 Análise de Cluster com dados referentes à coloração ovariana e estágios de maturação gonadal *U. cordatus*..... 91

Figura 54. Correlações entre os percentuais mensais de fêmeas com diferentes colorações gonadais e o percentual mensal de exemplares em diferentes estágios de maturação ovariana. As correlações demonstradas graficamente referem-se a $R^2_{(ajust.)}>0,5$. **A)** Correlação entre exemplares com ovários maduros e fêmeas de ovários roxos. **B)** Correlação entre exemplares com ovários em maturação final e fêmeas com ovários marrons. 92

Figura 55 Correlação entre os percentuais mensais de fêmeas ovígeras e o percentual mensal de exemplares com coloração ovariana variando de incolor a creme. A correlação demonstrada graficamente refere-se a $R^2_{(ajust.)}>0,5$ 93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição morfológica de <i>U. cordatus cordatus</i> , segundo Melo (1996).....	4
Tabela 2. Densidade populacional relativa de <i>U. cordatus</i> em manguezais brasileiros....	13
Tabela 3. Padrões microbiológicos sanitários para crustáceos, segundo a Resolução – RDC n°12 de janeiro de 2001, Brasil.	18
Tabela 4. Meses de coleta de exemplares machos de <i>U. cordatus</i> , durante o período de estudo (dezembro de 2002 a fevereiro de 2005), destacados em vermelho.....	31
Tabela 5. Valores médios de Largura Cefalotorácica em machos e fêmeas de <i>U. cordatus</i>	33
Tabela 6. Meses de maior freqüência relativa de fêmeas de <i>U. cordatus</i> em estágio final de desenvolvimento ovariano, em manguezais do litoral brasileiro.....	73
Tabela 7. Distribuição temporal de fêmeas ovígeras de <i>U. cordatus</i> em manguezais do litoral brasileiro.	76
Tabela 8. Períodos de andada de <i>U. cordatus</i> registrados em diferentes regiões do litoral brasileiro.....	77
Tabela 9. Coeficientes de determinação calculados para os agrupamentos formados na Análise de Cluster entre coloração de gônada e estágio de maturação.....	92

ABREVIATÖES

ALFAC: Fixador de Davidson, composto por 33% de álcool 95°, 22% de formol, 11,5% de ácido acético e 33,5% de água destilada.

DE: Ducto Ejaculador

GIA: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais

HE: Coloração em Hematoxilina de Harris e Eosina

L.: Linnaeus, 1763

LC: Largura Cefalotorácica

PAS: Reação Histoquímica Ácido Periódico de Schiff

R²_(ajust.): Coeficiente de Determinação Ajustado

UFPR: Universidade Federal do Paraná

VDA: Vaso Deferente Anterior

VDM: Vaso Deferente Médio

VDP: Vaso Deferente Posterior

6,3x: Aumento de 6,3 vezes no microscópio estereoscópico

40X: Aumento de 40 vezes no microscópio óptico

100X: Aumento de 100 vezes no microscópio óptico

200X: Aumento de 200 vezes no microscópio óptico

400X: Aumento de 400 vezes no microscópio óptico

1000X: Aumento de 1000 vezes no microscópio óptico

RESUMO

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, é considerado um dos componentes biológicos mais importantes do ecossistema de manguezais, além de apresentar grande relevância econômica para populações que dependem de sua captura como fonte de renda e alimento. Atualmente, a espécie sofre com a intensa pressão de captura, com a destruição de seu habitat e com a ocorrência de uma enfermidade, a Doença do Caranguejo Letárgico, que tem devastado populações do caranguejo-uçá ao longo da costa nordeste brasileira. A falta de alternativas para conservação e manejo dos estoques é um reflexo direto do ainda limitado conhecimento científico sobre a espécie. O presente trabalho teve por objetivo estudar aspectos da reprodução de *U. cordatus* na Baía de Antonina (25° 25' S; 48° 42' W) por meio da descrição anatômica dos aparelhos reprodutores de machos e fêmeas, bem como o ciclo de maturação ovariana e sua relação com caracteres fenotípicos. As coletas foram realizadas de outubro de 2002 a março de 2005. Foram analisados mensalmente cerca de 14 indivíduos, totalizando 431 espécimes (367 fêmeas e 64 machos). Os animais capturados foram medidos, para determinação de Largura Cefalotorácica (LC), registradas as colorações de sua carapaça e de ovários, e descrita a anatomia macroscópica dos aparelhos reprodutivos masculinos e femininos. Lâminas permanentes foram confeccionadas com amostras dos aparelhos reprodutores, coradas em Hematoxilina de Harris e Eosina, Tricrômico de Mallory e Reação Histoquímica Ácido Periódico de Schiff. Os machos (LC média de 6,8 cm), apresentam o aparelho reprodutivo constituído por pares de: testículos; vasos deferentes anterior, médio e posterior; canais ejaculadores, pênis e pleópodos modificados para condução dos espermátóforos até à fêmea. As fêmeas (LC média de 6,6 cm) apresentam, macroscopicamente, ovários nas cores: incolor, amarelo, alaranjado, marrom e roxo. A histologia das espermatecas demonstrou a presença de espermatozóide viáveis em todos os meses do ano. As gônadas femininas foram classificadas quanto ao desenvolvimento ovocitário, caracterizado pelos graduais aumentos no diâmetro celular e na acidofilia citoplasmática em: estágio 1 - imaturas, estágio 2 - em maturação inicial, estágio 3 - em maturação final, estágio 4 – maduras e estágio 5 – gônadas em processo de regeneração. Foram identificadas as seguintes colorações de carapaça nas fêmeas: azul, cinza-chumbo, amarelo, roxo e marrom. As análises apresentaram evidências consistentes de que as colorações de carapaças amarela, azul e roxa estejam relacionadas à ocorrência de ovários maduros, assim como a coloração cinza-chumbo relaciona-se à presença de ovários imaturos. Em fêmeas com ovários E4, a cor predominante do ovário foi à roxa, enquanto que em fêmeas em maturação final, predominaram ovários de coloração marrom. Os demais padrões fenotípicos de cores observadas tanto em carapaça quanto no ovário apresentaram baixa correlação com fases específicas de desenvolvimento gonadal de *U. cordatus*. Os dados gerados no presente estudo indicaram que as fêmeas de *U. cordatus* estiveram em processo reprodutivo nos manguezais da Baía de Antonina-PR de outubro a março, com pico na primavera. Contudo, o padrão de distribuição temporal de fêmeas ovígeras e de exemplares com ovários maduros sofreram pequenas variações entre os diferentes anos de duração das análises.

ABSTRACT

The mangrove crab, *Ucides cordatus*, is one of the most important biological components of mangrove ecosystems. Moreover, this species represents an important fishery resource of crab collectors, which often depend on it as a source of food and income. Populations of this species are declining in several locations due to overfishing, habitat destruction and a newly described infirmity (Lethargic Crab Disease), which is devastating populations of the mangrove crab in Northeastern Brazil. The lack of alternatives for conservation and management of local populations are due to the still limited scientific knowledge on the biology of this species. The aim of the present was study reproductive aspects of *U. cordatus* in Antonina Bay, Paraná (25° 25' S; 48° 42' W) through anatomical description of reproductive devices of females and males, the ovary maturation cycle and the relationship between morphological characters of *U. cordatus* and its reproductive cycle. The collections were carried out between October, 2002 and March, 2005. Approximately 14 individuals were analyzed monthly, totaling 431 crabs (367 females and 64 males). A variety of characteristics were recorded from the captured crabs, such as carapace width (CW), the coloration of the carapace and ovaries, and the macroscopic anatomy of male and female reproductive systems. Permanent slides of the reproductive systems were stained with hematoxylin-eosin, mallory trichromic, and Periodic Acid Schiff (PAS). The reproductive system of males (average CW = 6.8 cm) is composed of pairs of: testicles, anterior, medial, and posterior defferent ducts, ejaculatory channels, as well as penis and modified pleopods to transport the spermatophore into the female. The reproductive system of females (average CW = 6.6 cm) display the following possible colorations: colorless, yellow, orange, brown, and purple. The histology of seminal receptacles demonstrated the presence of viable sperm throughout the entire year. The ovaries were classified according to the level of ovocitary development, which was characterized by the gradual increases in cell diameter and acidophilic cytoplasm: stage 1 – immature, stage 2 - in initial maturation, stage 3 - in final maturation, stage 4 – mature and stage 5 – regenerating ovaries. Observed female carapace colors were: yellow, blue, lead gray, brown, and purple. The analyses have shown that yellow, blue, and purple carapace colors are associated with the presence of mature ovaries, whereas lead gray carapaces are correlated with immature ovaries. The predominant color of mature female ovaries was purple, whereas females in their final maturation usually displayed brown ovaries. The remaining phenotypic characteristics of carapace and gonadal colors were poorly associated with specific developmental stages of *U. cordatus*. The data generated in the present study indicates that females of the mangrove crab in Antonina Bay were the reproductive period between October and March, with a peak during spring. However, there can be slight variations in the temporal distribution pattern of ovigerous females and females with matures ovaries.

CAPÍTULO I
REVISÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA ACERCA DE *Ucides cordatus*
(LINNAEUS, 1763)

RESUMO

Pertencente à Família Ocypodidae, o caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, é endêmico da costa atlântica do continente americano. Possuindo grande importância econômica para populações de baixo poder aquisitivo, que dependem de sua captura como fonte de renda e alimento, *U. cordatus* é considerado um dos componentes biológicos mais importantes do ecossistema dos manguezais, por seu papel na ciclagem de matéria orgânica. Possivelmente em virtude do intenso esforço de captura, somado à destruição de seus habitats, os manguezais, têm-se observado uma tendência de redução dos estoques pesqueiros de caranguejo-uçá no litoral brasileiro. Porém, a despeito de sua importância ecológica, econômica e social, o número de pesquisas científicas desenvolvidas com a espécie ainda pode ser considerado reduzido. O objetivo deste trabalho foi apresentar os principais estudos publicados sobre a espécie até o ano de 2005.

1. INTRODUÇÃO

As primeiras referências ao gênero *Ucides* são anteriores a Linnaeus, tendo sido feitas por Souza (1587) *apud* Costa (1979) e, posteriormente, por Marcgrave (1648) *apud* Costa (1979). O gênero *Ucides* (Rathbun, 1897), inicialmente incluído como membro da família Gecarcinidae, foi posteriormente inserido em Ocypodidae por Chance & Hobbs (1969) devido a uma maior similaridade morfológica com esta família. O gênero *Ucides* compreendia inicialmente duas espécies, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) e *Ucides occidentalis* (Ortmann, 1897) (Bright & Hogue, 1972). Posteriormente, adotou-se uma classificação embasada em observações fenotípicas e na distribuição geográfica que considera a existência de duas subespécies, *Ucides cordatus occidentalis* (Ortmann, 1897) e *U. cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Diele, 2000; Rodrigues & Hebling, 1989; Spivak, 1997) que se insere na posição sistemática descrita a seguir:

Filo: Arthropoda

Classe: Crustacea

Ordem: Decapoda

Infraordem: Brachyura

Família: Ocypodidae

Gênero: *Ucides*

Espécie: *Ucides cordatus*

Subespécie: *Ucides cordatus cordatus*

A subespécie *U. cordatus cordatus*, popularmente conhecida no Brasil como caranguejo-uçá, catanhão, caranguejo do mangue ou caranguejo-verdadeiro (Branco, 1993; Nordhaus, 2003), foi registrada pela primeira vez no litoral brasileiro no início do século XIV por jesuítas e viajantes portugueses (Melo, 1996).

Endêmico da costa atlântica do continente americano, o caranguejo-uçá tem uma distribuição geográfica que abrange da Flórida (E.U.A.) até Santa Catarina (sul do Brasil) (Costa, 1979; Mello, 1996; Blankensteyn *et al.*, 1997; Spivak, 1997; Diele, 2000; Silva, 2002). *U. cordatus occidentalis* habita a costa oeste do continente Americano, desde a Ilha de Espírito Santo – Califórnia, EUA até o Rio Tumbes, Peru. Segundo Diele (2000), em regiões da Colômbia e Venezuela, há exemplares do gênero *Ucides* que exibem caracteres fenotípicos de ambas as subespécies, conforme indicado na Figura 1.

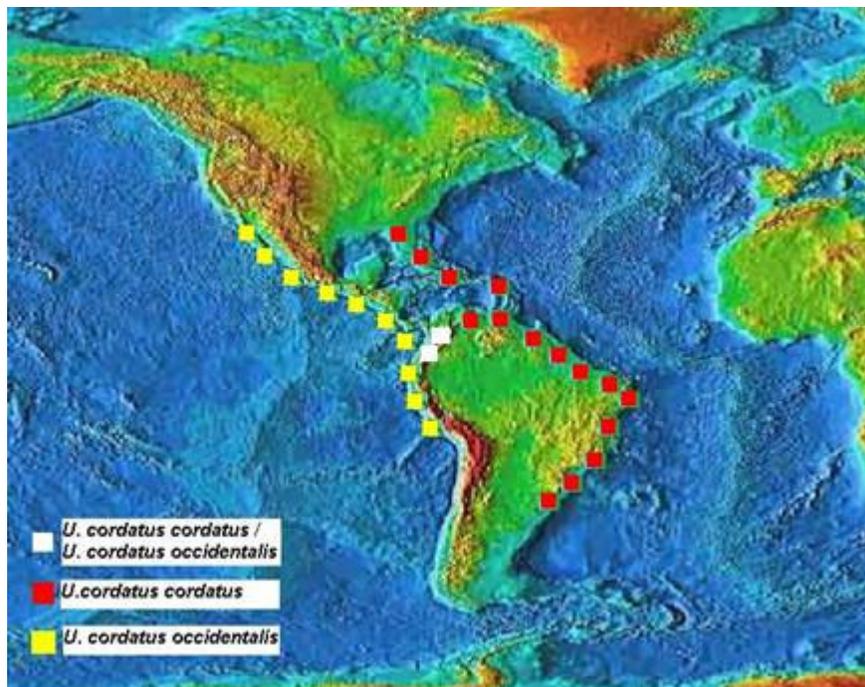


Figura 1. Mapa do continente americano com a distribuição das subespécies do gênero *Ucides*, adaptado de Diele (2000).

A diferenciação fenotípica entre as subespécies pode ser desenvolvida através da coloração de exoesqueleto (Figura 2). Segundo Bright & Hogue (1972) *Ucides cordatus occidentalis* (caranguejo vermelho ou “Guariche”), possui carapaça cinza avermelhada,

margem lateral vermelho-alaranjado e pereiópodos de tonalidade vermelha. *U. cordatus cordatus*, no entanto, possui carapaça de coloração que varia de azul-celeste a marrom-escuro, pereiópodos lilás ou roxos, quando na fase juvenil, e de cor ferruginosa ou marrom-escuro, pouco antes da muda em exemplares adultos (Pinheiro & Fiscarelli, 2001).

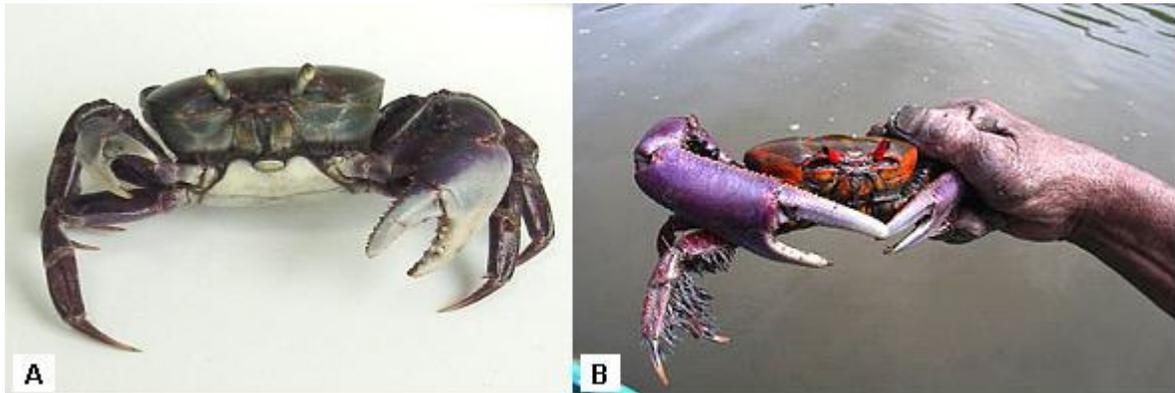


Figura 2. Exemplares adultos: (A) *U. cordatus cordatus*¹. (B) *Ucides cordatus occidentalis*².

As colorações de exoesqueleto foram utilizadas por Bright & Hogue (1972) como instrumento para classificação sistemática de *U. cordatus cordatus*. Estes autores descreveram os indivíduos adultos como possuindo carapaça amarela pálida e marrom. Já os juvenis apresentariam a margem mediana anterior da carapaça cinza-escuro, pereiópodos vermelho-violeta e com as pontas das quelas de coloração creme. *U. cordatus cordatus* foi identificado por Melo (1996) como uma espécie de grande porte, que apresenta as características descritas na Tabela 1.

¹ Fonte: GIA/UFPR

² Fonte :<http://www.upch.edu.pe/facien/dcbf/biomarina/WebManglares/MANGLARES%20DE%20TUMBEZA/MBES.HTM>

Tabela 1. Descrição morfológica de *U. cordatus cordatus*, segundo Melo (1996).

Estrutura	Descrição Morfológica
Carapaça	Transversalmente subelíptica, pouco mais larga do que longa, fortemente convexa longitudinalmente.
Largura fronto-orbital	Apresentando não mais de 2/3 da largura máxima da carapaça nos machos adultos. A fronte se alarga em direção à base, não subespatular e com margens regularmente curvas, convergindo posteriormente.
Córnea	Ligeiramente inflada, ocupando menos da metade do pedúnculo ocular.
Quelípodos	Desiguais em ambos os sexos
Dedos da quela maior	Ligeiramente maiores do que a palma.
Patas ambulatórias 2-4	Com longa franja de pêlos sedosos, especialmente no carpo e própodo, apenas em machos.
Coxa das patas 3-4	Franjas de pêlos reduzidas ou ausentes nas faces opostas da coxa das terceiras e quartas patas.

Os aspectos relativos ao crescimento desse crustáceo Brachyura foram objeto de estudo de Dalabona (2001) e Dalabona *et al.* (2005), que identificaram quais aspectos morfométricos poderiam estar relacionados ao dimorfismo sexual e ao tamanho de primeira maturação morfológica da espécie. Relacionando as medidas de comprimento da carapaça, do própodo dos quelípodos e a largura do abdome à largura da carapaça, verificaram que o comprimento da carapaça e do própodo dos quelípodos maior e menor apresentou padrões de crescimento diferenciados entre os sexos, indicando serem estes caracteres sexuais secundários para a espécie. A maturidade sexual morfológica foi observada para animais com larguras de carapaça a partir de 4,4 cm para machos e 4,3 cm para fêmeas.

Santos & Mendes (1982) pesquisaram a relação da morfologia da quela de *U. cordatus cordatus* com sua função e seu posicionamento, evidenciando a ausência de um padrão de posicionamento da quela maior, ocorrendo na razão de 1:1 tanto no lado direito quanto no esquerdo do corpo. As vantagens mecânicas, calculadas a partir de dados biométricos, relacionando as dimensões das quelas, indicaram função esmagadora e cortadora para a quela menor, enquanto que para a maior não se identificou função específica.

Por ser a única subespécie do gênero *Ucides* presente no Brasil, nessa dissertação será utilizada a nomenclatura: *U. cordatus* em substituição a *U. cordatus cordatus*.

2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE *U. cordatus*

Considerado o maior Ocypodidae, *U. cordatus* é um organismo marcadamente eurihalino (Martinez *et al.*, 1998). Faz incursões na superfície do solo durante a maré baixa para limpar ou construir a toca e se alimentar. Estas atividades são desenvolvidas por várias horas e sem que o caranguejo esteja imerso em água. Além disso, *U. cordatus* é naturalmente exposto à ampla variação de salinidade (2 a 33) resultante das variações de maré, enquanto mantém a concentração de sódio na hemolinfa em uma escala relativamente estreita de 300 mM a 390 mM (Martinez *et al.*, op. cit.).

A capacidade de manutenção da homeostase nessa espécie é atingida pela presença de um eficaz mecanismo osmorregulatório presente nas brânquias posteriores (Martinez *et al.*, 1999). A aplicação da microscopia óptica e eletrônica como ferramenta de estudo da capacidade eurihalina de *U. cordatus* possibilitou a Martinez *et al.* (1999) descreverem aspectos morfológicos e microanatômicos branquiais, além de identificarem os locais de atividade osmorregulatória e respiratória em brânquias posteriores de *U. cordatus*. Como resultado, verificaram que as brânquias 5 e 6 (de um total de 7) detêm lamelas mais espessas e uma área osmorregulatória, sendo que a 5ª tem capacidade de excretar NaCl (Martinez *et al.*, 1998; Lucu & Towle, 2003).

Em crustáceos Brachyura a $\text{Na}^+\text{K}^+\text{-ATPase}$ é responsável pela passagem por movimento transepitelial de íons monovalentes, principalmente através das brânquias posteriores. A $\text{Na}^+\text{K}^+\text{-ATPase}$ é encontrada predominantemente em células ricas em mitocôndrias que são morfológica e bioquimicamente especializadas em mediar NaCl, sugerindo seu envolvimento no transporte de tecidos e, por conseguinte, na capacidade de *U. cordatus* invadir ambientes estuarinos (Turkin, *et al.*, 1992; Lucu & Towle, 2003). Harris & Santos (1993) relataram que, após a aclimação a 9 de salinidade por 120 horas, houve um aumento na atividade da $\text{Na}^+\text{K}^+\text{-ATPase}$ nas brânquias posteriores e na glândula antenal de *U. cordatus*, possibilitando ao caranguejo se adaptar ao ambiente de baixa salinidade.

Contribuições sobre o conhecimento de aspectos relacionados à regulação osmótica e iônica de *U. cordatus* nos campos da bioquímica e fisiologia também foram obtidas mediante a análise de hemolinfa e de urina (Zanders & Martelo, 1984; Santos & Salomão, 1985 ab; Santos, 1987) Santos & Salomão (1985a), após submeterem exemplares de *U. cordatus* a diferentes salinidades por um período de 15 dias, avaliaram as concentrações de sódio, potássio, magnésio e cálcio na hemolinfa. Para estes autores,

os pontos iso-osmótico e iso-iônico dos espécimes estudados se mantiveram em 7,5 de salinidade para a maioria dos sais, exceto para o magnésio, cujo valor encontrado foi de 2,5 de salinidade. Santos (1987), em estudos subseqüentes, constatou que a produção urinária de *U. cordatus* foi 60% mais elevada em meio diluído (0,9 de salinidade) do que a 3,5 de salinidade. Segundo a autora, a glândula antenal, quando em meio diluído, regularia o volume da hemolinfa e perderia soluto, excretando potássio, magnésio e cálcio. Entretanto, Santos (op. cit.) notou uma reduzida perda de sódio que, associada a uma redução no fluxo urinário, evitaria a perda excessiva de líquidos.

Zanders & Martelo (1984) pesquisando as influências da temperatura de aclimatação de *U. cordatus*, em condições controladas, na regulação de sulfato e magnésio, verificaram uma hiporregulação de magnésio hemolinfática mais pronunciada em exemplares mantidos a 30°C quando comparada à mesma análise realizada a 15°C. Também, verificaram que o magnésio é ativamente excretado na urina, excreção esta que se intensifica à medida que há elevação de temperatura. A regulação de sulfato na hemolinfa, em contrapartida, é pouco influenciada pela temperatura de aclimatação e a taxa de secreção de sulfato é menor que a de magnésio, não se elevando com o acréscimo de temperatura.

A presença de grânulos eletrodensos no tecido hepatopancreático foi pesquisada por Corrêa Jr. *et al.* (2003). Segundo estes autores *U. cordatus* possui dois tipos de grânulos eletrodensos (GED) no hepatopâncreas - estrutura encontrada em vários tecidos de organismos vertebrados e invertebrados - os mineralizados e os não mineralizados. Os GED não mineralizados são encontrados, principalmente, dentro de vacúolos que reagem positivamente com a fosfatase ácida e o ácido D-amino oxidase, que possibilitam a degradação de lipídios de membrana. Os GED mineralizados, por sua vez, envolvem a membrana do retículo endoplasmático, reagindo positivamente à glicose-6-fosfatase. Conforme os mesmo autores, os GED mineralizados são compostos por fosfato amorfo de cálcio-magnésio. Após submeter tecido hepatopancreático de caranguejos do mangue (*U. cordatus*) à análise em microscópios óptico e eletrônico, Allodi *et al.* (2002) sugeriram que há uma associação entre retículo endoplasmático e a gênese da mineralização de GED. Para estes autores, existe uma provável associação entre a capacidade de estocagem de cálcio e fósforo pelos caranguejos estudados e a síntese de uma nova carapaça. Corrêa Jr. (1998), realizando Espectrofotometria de Absorção Atômica, demonstrou que o hepatopâncreas de organismos provenientes de regiões contaminadas

apresenta maior concentração de zinco do que na situação controle de seu experimento. Com base neste resultado, o autor sugere que as concreções de minerais amorfos possam estar relacionadas ao fenômeno de retenção de cátions de metais pesados do ambiente em *U. cordatus*.

A presença de heparina na constituição da hemolinfa foi pesquisada por Medeiros *et al.* (2000), que verificaram a distribuição de sulfato de glicosaminoglicanos em 13 filós de invertebrados. Estes autores se defrontaram com a presença de sulfato de heparina em 23 espécies, nas quais *U. cordatus* estava inserido. A purificação deste composto indicou atividade anticoagulante de 52 UI/mg nas amostras obtidas do caranguejo-uçá.

O metabolismo oxidativo de brânquias e hepatopâncreas referentes ao consumo de oxigênio foram estudados por Amorim (1980) e Damiani (1980) em *U. cordatus* oriundos da Baía de Paranaguá. Segundo Amorim (*op. cit.*), os homogenados de brânquias apresentaram um consumo endógeno de oxigênio maior que o homogenado de hepatopâncreas, que apresenta uma menor capacidade de metabolização dos substratos.

3. ASPECTOS REPRODUTIVOS

A compreensão da biologia reprodutiva é considerada por Diele (2000) como fator crucial no estudo da dinâmica populacional de uma espécie e, quando somada ao conhecimento dos processos de recrutamento, tornam-se importantes para a administração de estratégias que objetivem uma exploração comercial sustentável.

Góes *et al.* (2000), estudando o comportamento reprodutivo de *U. cordatus*, definiram a ocorrência de quatro eventos principais relacionados à reprodução: caranguejo espumando (evento observado apenas em machos, que produzem uma espuma branca na região acima dos terceiros maxilípedes, na altura dos meropoditos, exalando odor característico de caranguejo por todo o mangue); andada para acasalamento (comportamento pré-copulatório quando há grande movimentação e batalhas entre machos, machos e fêmeas e entre fêmeas); acasalamento (observado na entrada das galerias, ocorre quando macho e fêmea permanecem entrelaçados ventre a ventre); liberação das larvas (ocorreu durante todo o período de baixa-mar, nas margens dos canais de maré, quando as fêmeas abrem e fecham o abdome várias vezes enquanto liberam um líquido da região acima dos terceiros maxilípedes sobre os ovos, cuja função ainda é desconhecida).

Com referência à andada, Costa (1979) descreveu que, em determinados períodos do ano, parte dos indivíduos da população de *U. cordatus* que habita manguezais de Fortaleza, Ceará, abandona as galerias, por 2 ou 3 dias sucessivos, geralmente coincidentes com as mais baixas marés do mês, quando vagueiam, por toda a área do manguezal. Segundo este autor, durante o período de andada ou “carnaval”, os indivíduos de ambos os sexos se deslocam desordenadamente para um lado e outro, perseguindo-se mutuamente. A formação de casais inicia com a entrada da fêmea em uma toca abandonada, seguida por um macho que a puxa pelo quelípodo até a superfície do solo. Então, tem-se início a cômte, que se caracteriza pelo arremesso dos quelípodos, um no outro, e que finaliza com a cópula (acasalamento).

Diele (2000), estudando *U. cordatus* na faixa de manguezal do estuário do Rio Caeté, Belém, Brasil, verificou que a reprodução desta espécie foi sazonal, seguindo um ritmo estritamente lunar. As fêmeas liberaram as larvas nos manguezais inundados no estofo de maré, precedendo as marés vazantes, com os picos de eclosão sempre ocorrendo antes da lua nova. O crescimento seguiu um padrão indeterminado, com a verificação de que aumentos relativos de crescimento e freqüência de muda diminuem distintamente com o tamanho. Estes resultados indicaram que, segundo a autora, *U. cordatus* é uma espécie de *Brachyura* longeva, com um período máximo de vida de mais de dez anos e que alcança a maturidade sexual em torno de 2,1 a 3,0 anos para fêmeas.

A morfologia gonadal macro e microscópica, assim como o estudo do ciclo reprodutivo tem sido alvo de estudos, como o realizado por Alves (1975), que descreveu a morfologia dos aparelhos reprodutores masculinos e femininos, além do acasalamento e o período reprodutivo do caranguejo-uçá no Ceará (Brasil). Nakamura (1979), posteriormente, estudou a fenologia de *U. cordatus* oriundos da Baía de Paranaguá. A observação de aspectos macroscópicos dos ovários e as variações da relação gonadossomática do caranguejo-uçá permitiu a Góes et al (2000) definirem o período reprodutivo nos manguezais da Baía de Vitória (Espírito Santo, Brasil) entre os meses de dezembro a maio. O período reprodutivo de *U. cordatus* também foi objeto de estudo por Dalabona (2001), que pesquisou exemplares das Ilhas do Pavoça e das Peças (Paraná, Brasil), enquanto que a ultraestrutura do espermatozóide do caranguejo-uçá do litoral norte do Brasil foi descrita por Matos et al (2000).

Ostrensky *et al.* (1995) em estudos realizados no litoral paranaense, verificaram que *U. cordatus* não respondeu positivamente ao processo de ablação do pedúnculo

ocular, comumente utilizado em laboratórios de reprodução de camarão para acelerar o processo de maturação gonadal. Contrariamente ao esperado, os exemplares submetidos à ablação não apresentaram aumento da frequência de desovas, mas uma redução significativa no número de ovos produzidos.

Segundo Hattori & Pinheiro (2003), a fertilidade de fêmeas de caranguejo-uçá, em condições de laboratório, varia de 71.200 a 220.800 larvas, valores que apresentam correlação positiva com a largura de carapaça. Hattori (2002) e Pinheiro & Hattori (2003) também observaram que o processo de eclosão, que ocorre preferencialmente à noite, é reduzido à medida que há aumento na largura de carapaça, o que possivelmente está associado à redução de espermatóforos na espermateca ou à senilidade das fêmeas.

Pinheiro & Hattori (op. cit.) também observaram, em condições de laboratório que, os ovos do caranguejo-uçá tendem a se tornar ligeiramente elipsoidais com o desenvolvimento embrionário, aumentando em 13,9% seu diâmetro e 91,7% em volume. Distinguem-se três grupos diferentes para o diâmetro (estágios lii, lii-vi, e Vii-viii) e para o volume (estágios I-iii, iv-v-v, e Vi-viii), adotando-se como classificação dos embriões os estágios: inicial, intermediário, e final, que também são usados atualmente nos estudos da biologia reprodutiva de outros crustáceos decápodes. Segundo estes autores, a identificação dos diferentes estágios embrionários de *U. cordatus* pode ser conseguida somente se os dados biométricos forem combinados à observação da morfologia interna dos embriões e da coloração dos ovos. Essa modificação gradual na tonalidade é notada à medida que se dá o desenvolvimento embrionário durante a incubação dos ovos presos aos apêndices abdominais (pleópodos) das fêmeas por cerca de 28 a 30 dias (Rodrigues, 1982).

O desenvolvimento larval de *U. cordatus* é constituído por seis estádios zoea e um de megalopa, não sendo observado estágio pré-zoea (Rodrigues, 1982; Rodrigues & Hebling, 1989). Após a ecdise da megalopa, origina-se o primeiro estágio juvenil do caranguejo-uçá. Neste estágio os exemplares têm tamanho reduzido, cerca de 1,5 mm de largura de cefalotórax (Diele, 2000).

No que diz respeito à dispersão larval de caranguejo-uçá, pesquisas no Estuário de Caeté, região norte do Brasil, mostraram que as eclosões de larvas de zoea ocorreram de forma sincronizadas. As fêmeas desovaram nos manguezais inundados, no estofo de maré, antes das marés vazantes. Os picos de desova sempre ocorreram um dia antes da lua nova, com densidades iniciais de zoea I de cerca de 23.000 larvas/m³. Registrou-se a

ausência de estádios seguintes de zoea nas águas estuarinas, o que indicou a permanência das larvas fora da costa durante as suas três ou quatro semanas de desenvolvimento, até o estágio de megalopa ou pós-larval, quando retornaram aos manguezais (Diele, op. cit).

Freire (1998), estudando a dispersão larval de *U. cordatus* em manguezais na Gamboa Maciel, Baía de Paranaguá-PR, observou maior número médio de zoea I no mês de janeiro de 1995, seguido de fevereiro, quando teve início uma intensa queda na quantidade de larvas, até março, na Gamboa Maciel. Resultado semelhante foi o encontrado na Baía de Guaraqueçaba, onde a maior quantidade de zoea I também foi obtida em janeiro de 1996, embora nos demais meses tenham sido registradas baixas densidades larvais. Em ambos locais de estudo, zoea I de *U. cordatus* apresentam mecanismos de dispersão, afastando-se dos manguezais das populações parentais em direção à costa.

4. ASPECTOS ECOLÓGICOS

Encontrado exclusivamente em manguezais, *U. cordatus* habita regiões influenciadas pelas marés e de supra litoral, em substratos macios, onde constrói tocas com uma profundidade máxima de 2 metros. As tocas são construídas abaixo do mais alto nível de maré alta, com aspecto uniforme, geralmente rasas, relativamente em linha reta e freqüentemente com múltiplas entradas, que se cobrem diariamente, com a elevação de maré (Bright & Hogue, 1972). A abertura de galerias de caranguejos é um traço da intensa atividade biogênica nos solos dos manguezais. A fauna de caranguejos é a mais conspícua nos ecossistemas de mangue e a predominância de formas cavadoras, como o *U. cordatus*, proporciona a oxigenação e drenagem do sedimento (Blankensteyn *et al.*, 1997).

Os caranguejos permanecem dentro das tocas quando submersas, obtendo proteção contra predadores e contra a dessecação (Nordhaus, 2003). A observação de aspectos etológicos de *U. cordatus* revelam como comportamentos mais comuns à limpeza das galerias, quando parcialmente inundadas, e a fuga para evitar o contato com os seres humanos. O caranguejo-uçá apresenta comportamento territorialista, construindo galerias individuais que são intensamente protegidas contra invasores por seus habitantes (Costa, 1979; Garcia de Geraldés & Bonelli de Calventi, 1983; Branco, 1993).

Os caranguejos são responsáveis pela assimilação de uma porção considerável do carbono produzido nesses ecossistemas (Blankensteyn *et al.*, 1997). Associado ao ciclo biogeoquímico no ecossistema estuarino, *U. cordatus* tem papel central na degradação de matéria orgânica, através do consumo de resíduos vegetais (Silva, 2002; Corrêa Jr. *et al.*, 2000). A degradação de folhas dentro de tocas, realizada pelo caranguejo-uçá, é cerca de 2,4 vezes mais rápida que a ocorrida na superfície do solo (Middleton & Mckee, 2001). Segundo Dittmar & Lara (2001), aproximadamente 75% de matéria úmida proveniente das folhas caídas no mangue são rapidamente incorporadas ao sedimento devido à ação do caranguejo-uçá. Em manguezais da região de Bragança (Pará, Brasil), verificou-se que o caranguejo-uçá é responsável por 67% do processo de degradação de folhas senescentes, seguido da exportação através da água e variações de maré (31%) e decomposição microbiana das folhas (2%). A evidente importância na reciclagem de matéria orgânica por *U. cordatus* sugere notáveis efeitos no fluxo de carbono (Schories *et al.*, 2003).

O alimento ingerido por *U. cordatus* é obtido durante a baixa-mar, nas proximidades das tocas. Análises de conteúdo estomacal realizadas por Nordhaus (2003) com exemplares provenientes do Estuário de Caeté – Norte do Brasil, mostraram que a dieta deste crustáceo é constituída por folhas de mangue (61,2%), material vegetal não identificado e detritos (28,0%), raízes (4,9%), sedimento (3,3%), casca de árvores (2,5%) e material animal, como crustáceos, poliquetas, insetos, bivalves e gastrópodes. (0,1%). A grande variedade de alimentos que fazem parte da dieta de machos e fêmeas de *U. cordatus* permite classificar a espécie como onívora (Branco, 1993).

Através do armazenamento em buracos e consumo de folhas, a maior parte da serapilheira, assim como a energia e os nutrientes são retidos na floresta de mangue. O impacto do *U. cordatus* na taxa de renovação da serapilheira é similar ou maior que a dos caranguejos Sesarminae na região indo-pacífica oeste. As populações de *U. cordatus* produzem grandes porções de fezes finamente particuladas, ricas em carbono, nitrogênio e biomassa bacteriana, se comparadas com o sedimento. A decomposição das folhas de mangue, assim como a remineralização dos nutrientes e transferência destes para o sedimento, é amplamente acelerada devido ao processamento de folhas pelo *U. cordatus*. As densidades microbianas cresceram 210 vezes, e o grupo Bacteroidetes 673 vezes, entre folhas recém senescentes de *Rizophora mangle* e fezes. O material fecal e partículas de folhas finamente rasgadas enriquecem os detritos, promovendo assim a

produção de organismos detritívoros, em particular caranguejos *Uca* spp. Pode ser notado que as atividades de perfurações do solo por *U. cordatus* promovem a oxigenação das camadas mais profundas de sedimento, coincidindo com o incremento das abundâncias e biomassas microbiais (Nordhaus, 2003).

Como resultado de uma intensa atividade extrativista de captura, os estoques pesqueiros de caranguejo-uçá têm sofrido redução, o que pode resultar no esgotamento deste recurso em escala econômica e em graves desequilíbrios ecológicos. Wolff *et al.*, (2000), pesquisando *U. cordatus* no Pará-BR, argumenta que, como resultado da diminuição desta população haveria um aumento na quantidade de matéria orgânica. Conseqüentemente, este autor sugere que ocorreria uma subsequente elevação na quantidade de camarões no estuário, pelo aumento da oferta de alimento, e um efeito negativo sobre as populações de *Uca pugnax* (Smith, 1870) e seus predadores. *U. pugnax* é uma espécie detritívora, que utiliza como fonte de alimento os resíduos da alimentação de *U. cordatus* em processo de degradação microbiana.

Investigando a bioecologia de caranguejo-uçá em manguezais do Itacorubi, Santa Catarina, Branco (1993) verificou episódios de mortalidade entre juvenis e adultos nos meses de junho de 1987 e 1988, os quais o autor atribuiu às baixas temperaturas da água das tocas (10°C) naquele período. O número reduzido de caranguejos avistados em atividade durante o inverno, bem como a ausência destes fora das tocas em temperaturas inferiores a 15°C corrobora com o limite de distribuição geográfica da espécie, mais abundante em regiões de clima tropical.

Dados alusivos à densidade populacional de *U. cordatus* em manguezais do litoral brasileiro têm sido obtidos mediante investigações que relacionam a topografia dos terrenos à distribuição e abundância dos caranguejos. A metodologia adotada nesses estudos, basicamente, estima o número de tocas por metro quadrado em três áreas de manguezais: terrenos baixos, próximos aos canais, terrenos intermediários, longe dos canais e terrenos altos próximos às zonas de transição com os terrenos secos (Blankensteyn *et al.*, 1997). A Tabela 2 mostra os resultados de alguns dos principais trabalhos desenvolvidos quanto à densidade populacional de *U. cordatus*.

Tabela 2. Densidade populacional relativa de *U. cordatus* em manguezais brasileiros.

Local de Estudo*	Densidade populacional relativa total (média de tocas/ m ²)*		
	Terrenos baixos	Terrenos intermediários	Terrenos altos
Manguezal do Rio Ceará (BR) (Alcântara-Filho, 1978) <i>apud</i> Blankensteyn <i>et al.</i> (1997).	5,17	4,45	0,00
Nordeste brasileiro (Costa, 1979)	4,00	4,00	ND
Manguezal do Estado do Sergipe (BR) (Nascimento <i>et al.</i> , 1982) <i>apud</i> Blankensteyn <i>et al.</i> (1997).	4,60	ND	ND
Município do Curuçá (PA/BR), Brasil (Almeida & Mello, 1996) <i>apud</i> Blankensteyn <i>et al.</i> (1997).	ND	6,00	ND
Manguezais da Baía das Laranjeiras e adjacências (PR/BR) (Blankensteyn <i>et al.</i> , 1997).	1,42	2,01	ND
Manguezal de Itacuruçá-Coroa Grande, Baía de Sepetiba (RJ/BR) (Souza, 1999).	2,60 ^m	2,60 ^m	2,60 ^m
Estuário do Rio Caeté (PA/BR) (Diele, 2000).	1,70	ND	ND
Vala do Bento, Baía da Guanabara (RJ/BR) (Pereira Filho, 2003).	0,19 ^m	0,19 ^m	0,19 ^m
Baía da Babitonga (SC/BR) (Pinheiro, 2003b)	2,05	ND	2,06
Rio Caceribu, Baía da Guanabara (RJ/BR) (Pereira Filho, 2003).	0,20 ^m	0,20 ^m	0,20 ^m

(ND) Não há dados disponíveis.

(m) Densidade média calculada para os três pontos.

5. *U. cordatus* COMO BIOINDICADOR

U. cordatus pode ser um importante biomonitor de áreas críticas, pois além de ser encontrado em grande parte do litoral brasileiro, demonstra sensibilidade a diversos poluentes (Santos, 2002).

Hydrocarboneto de petróleo aromático monocíclico, o benzeno, é largamente utilizado como solvente industrial para tintas, resinas, corantes e pesticidas, sendo uma fonte em potencial de contaminação de áreas de manguezais. Martinez *et al.* (1987), pesquisando este poluente, obtiveram uma dose letal média (DL₅₀) em 24 horas de 200 ppm para *U. cordatus*. Santos (2002) pesquisando o resultado da exposição de *U.*

cordatus ao benzeno, notou diversos distúrbios fisiológicos decorrentes da resposta ao poluente. Nesse estudo, o benzeno provocou a modificação da taxa de ingestão de água de *U. cordatus* e afetou significativamente sua capacidade osmorregulatória, além de causar mudanças quanto à sua presença nos teores de água e íons em diferentes tecidos. Nessa pesquisa também foi observada a interação entre os efeitos do benzeno e fatores hormonais, possivelmente relacionados ao influxo de água. Segundo Toledo (1999), a utilização desse crustáceo como biomonitor parece viável, uma vez que alterações fisiológicas indicam que a breve exposição ao benzeno é capaz de causar mudanças metabólicas significativas, podendo comprometer processos vitais.

A utilização de *U. cordatus* como bioindicador também pode ser realizada para avaliação da presença de poluentes compostos contendo metais pesados. Harris & Santos (2000) forneceram dados sobre a contaminação por metais pesados em mangues no litoral do estado de São Paulo utilizando *U. cordatus* e *Callinectes danae* (Smith, 1869) como bioindicadores. Nesse estudo, mensuraram-se as concentrações de cobre, cádmio, zinco e ferro em hepatopâncreas, brânquias e sedimento, além da análise de parâmetros fisiológicos (capacidades osmorregulatórias e ionorregulatórias, atividade branquial de Na/K-ATPase, taxas de consumo de oxigênio, excreção de amônia, mensuração dos níveis de ATP, ADP e AMP em tecido muscular e hepatopâncreas). Como resultado, verificou-se que as populações habitantes de manguezais poluídos apresentaram alterações significativas em muitos parâmetros fisiológicos. As alterações produzidas pela poluição, segundo os mesmos autores, poderiam conduzir a uma redução na taxa de crescimento e de fertilidade das espécies analisadas.

A adoção de *U. cordatus* como bioindicador também foi alvo de pesquisas realizadas por Côrrea Jr., *et al.* (2000). Estes autores compararam as concentrações de zinco no tecido hepatopancreático de exemplares provenientes de áreas do litoral do Estado do Rio de Janeiro, sendo duas sabidamente contaminadas e uma livre de contaminação. Os caranguejos coletados nas baías comprometidas pela poluição apresentaram níveis significativamente mais elevados ($p < 0,05$) de zinco.

A compreensão de mecanismos relacionados à ação de metais pesados no organismo de *U. cordatus* revelou sinais de comprometimento hormonal neste crustáceo, como verificado por Corrêa Jr. *et al.* (2005). Estes autores obtiveram resultados sugestivos da produção de disruptores endócrinos em exemplares de caranguejo-uçá,

mantidos sob altas concentrações ambientais de cromo e manganês, o que desencadeou alterações glicêmicas nesses crustáceos.

Sabendo que o processo de degradação de DDT em DDE e a razão DDT/DDE podem ser usados como estimativa do período de aplicação, em ambientes específicos, nos quais a meia-vida é conhecida, Tavares *et al.* (1999) quantificaram as concentrações de DDT, DDE, DDD, HCB, HCH, Aldrin, Dieldrin e Endrin na Baía de Todos os Santos – BA (Brasil). Para este procedimento, utilizou-se sedimento e bioindicadores (caranguejos da espécie *U. cordatus* e três espécies de moluscos bivalves). Entre os resíduos pesquisados, foram encontrados nos moluscos e caranguejos analisados, altos níveis de DDT.

Miguel *et al.* (2002) pesquisaram os efeitos da radiação U.V. sobre o sistema visual de *U. cordatus*, mais especificamente sobre os neurônios de primeira e segunda ordem presentes nos olhos. A partir desses estudos, concluiu-se haver nos órgãos da visão de *U. cordatus* sensibilidade à radiação U.V., sugerindo que alterações na camada de ozônio possam ocasionar lesões irreversíveis nessa espécie.

6. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DE *U. cordatus*

O ecossistema manguezal apresenta grande importância social e econômica para uma parcela significativa da população litorânea, que retira desse ambiente os meios para sua subsistência. Dentre os recursos naturais extraídos de manguezais, a captura de caranguejo-uçá é considerada a atividade econômica mais importante conduzida em escala comercial no Brasil (Kjerfve & Lacerda, 1990 *apud* Schories *et al.*, 2003; Vieira *et al.*, 2004).

Na tentativa de se estimar o número de indivíduos de *U. cordatus* retirados da natureza anualmente, algumas pesquisas foram desenvolvidas na região Norte do Brasil. Levantamentos efetuados em manguezais do estuário de Caeté, 200 km a sudeste do delta do Rio Amazonas-BR, estimaram que em 1997 foram capturados 22 milhões de indivíduos, cerca de 3.300t de caranguejo-uçá (Wolff *et al.*, 2000). Os estados do Maranhão e do Pará, locais de maior extensão em ecossistemas de manguezais do litoral brasileiro, contribuíram com cerca de 50% na produção total contabilizada de caranguejo-uçá em toda a região norte e nordeste nos anos de 1998 e 1999, cujos valores médios foram da ordem de 9.700t (IBAMA, 2002). A captura anual média de caranguejo-uçá nos estados do Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe foi, respectivamente, de 760t, 118t e 288t nos anos de 1980 a 1990. Em 1996, houve um aumento na produção anual de

caranguejo no Piauí e em Sergipe. No Rio Grande do Norte, entretanto, observou-se uma redução de 95t (Ivo & Gesteira, 1999). Nas regiões sudeste e sul a produção contabilizada atingiu valores de 632t, em 1998 (IBAMA, op. cit.).

Glaser (2003), após colher informações de 13.000 habitantes de 21 comunidades rurais do Estuário de Caeté, norte do Brasil, verificou que 83% destas pessoas possuem sua renda ligada a atividades de subsistência. Nessa pesquisa, a dependência da extração de recursos do mangue se mostrou bastante expressiva, sendo adotada por 68% das pessoas pesquisadas, das quais 42% realizavam a cata de *U. cordatus*. Segundo a mesma autora, o caranguejo-uçá é a espécie mais importante economicamente para a região, visto que, se mostrou como a principal fonte de renda para 38% dos catadores pesquisados. Wolff *et al.* (2000), Santos (2002) e Glaser & Diele (2004), corroborando com o descrito por Glaser (2003), enfatizam que *U. cordatus* é uma espécie de grande importância econômica, constituindo fonte de renda para parte da população com baixo poder aquisitivo da região Norte do Brasil.

Pesquisas quanto aos aspectos sócio-econômicos e a percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá, desenvolvidas por Alves & Nishida (2003), revelaram uma situação sócio-econômica aquém do esperado para a manutenção de uma boa qualidade de vida desses trabalhadores na região do estuário do Rio Mamanguape, Nordeste do Brasil. Botelho *et al.* (1999) verificaram que catadores de caranguejo-uçá do estuário dos rios Formoso (Rio Formoso) e Ilhetas (Tamandaré), no Estado de Pernambuco, capturaram cerca de 360 caranguejos/catador/semana. Considerando que o valor médio de mercado do caranguejo-uçá nesta região é de US\$ 12,00/100 unidades, a captura de caranguejo contribui com cerca de US\$ 43,20/catador/semana.

Trabalhando na Região de Várzea Nova, Paraíba-BR, Nordi (1994) tomou como base a média de captura de cada catador durante 18 dias, constatando grande relevância na captura de *U. cordatus* para a região em estudo, no que se refere, principalmente, a oferta de proteína animal.

Analisando a viabilidade técnico-econômica de cultivos de *U. cordatus* no litoral paranaense, Ostrensky *et al.* (1995) verificaram que os cultivos, em substituição à atividade extrativista, seriam uma forma de garantia para a estruturação de uma empresa de comercialização ou processamento, além de minimizar possíveis impactos decorrentes de uma exploração indiscriminada. Entretanto, esses estudos revelaram que, apesar do caranguejo-uçá sofrer boa adaptação ao cativeiro, o período estimado para que atingisse

o tamanho comercial seria de 6,3 a 11 anos, o que inviabilizaria economicamente qualquer tentativa de cultivar a espécie comercialmente.

7. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E IMPORTÂNCIA CULTURAL DE *U. cordatus*

Estudos etnobiológicos da interação entre catadores de caranguejo na comunidade pesqueira do Estado da Bahia, Brasil, demonstraram que, assim como *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) e *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787), o caranguejo-uçá é amplamente consumido e tradicionalmente utilizado como recurso medicinal para o tratamento de doenças localmente diagnosticadas (Costa Neto & Lima, 2000).

No que se refere ao valor nutricional da carne de *U. cordatus*, Pedrosa & Cozzolino (2001) a consideram um alimento rico em proteínas e minerais, principalmente zinco, com baixos teores lipídicos e calóricos. Blankensteyn *et al.* (1997) verificou que a carne de *U. cordatus* provenientes da Ilha das Peças – PR apresentava cerca de 73,4% de teores protéicos do peso seco, praticamente o mesmo valor quantificado em exemplares de Guaraqueçaba este valor foi de 73,63%. Souza (2002), por sua vez, identificou um rendimento médio de proteínas assimiláveis em torno de 18,5% a 40,0% para caranguejos fêmeas e de 20,5% a 34,8% para caranguejos machos. Caúla (2003) quantificou na carne de *U. cordatus* o teor médio de colesterol em 56,6 mg/100g e o valor energético médio em 93,0 Kcal/100g. Com respeito à composição química centesimal, os seguintes valores médios foram encontrados: 76,6% de umidade; 19,9% de proteína total; 1,0% de lipídios totais; 2,3% de cinzas; e, 1,1% de carboidratos.

Pesquisando patógenos relacionados à ocorrência de Doenças Transmitidas por Alimentos, Theophilo (1992) isolou em amostras de carne crua e cozida de *U. cordatus* comercializadas em Fortaleza, Ceará, 65 cepas de *V. parahaemolyticus*. Vieira *et al.* (2004) pesquisaram a presença de *Vibrio* spp. e de *Salmonella* spp. em exemplares adultos de *U. cordatus* comercializados vivos em Fortaleza, Ceará, Brasil. A análise microbiológica da carne destes caranguejos revelou a presença dos sorovares *Salmonella senftenberg* e *Salmonella poona* e um Número Mais Provável (NMP) de *Vibrio* spp. (*V. alginolyticus* e *V. parahaemolyticus*) variando entre 110/g e 110.000/g. Bactérias pertencentes às famílias Enterobacteriaceae e Pseudomonaceae, também foram detectadas nas amostras analisadas, as quais foram identificadas como: *Escherichia coli*,

Klebsiella pneumoniae, *Enterobacter cloacae*, *Pantoea agglomerans* e *Pseudomonas aeruginosa*. No entanto, conforme a Resolução da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) – RDC n°12, de 02 de janeiro de 2001, que se aplica aos alimentos destinados ao consumo humano, apenas *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella* sp. e Coliformes Termotolerantes (Coliformes a 45°C ou Coliformes Fecais) têm os limites aceitáveis de contaminação regulamentados para carne de crustáceos, conforme observado na Tabela 3.

Tabela 3. Padrões microbiológicos sanitários para crustáceos, segundo a Resolução – RDC n°12 de janeiro de 2001, Brasil.³

Pescado e Produtos de Pesca	Microorganismo	Tolerância para amostra indicativa	Tolerância para amostra representativa			
			n	c	N	M
Pescado, ovas de peixes, crustáceos e moluscos cefalópodes "in natura", resfriados ou congelados não consumido cru.	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	10 ³	5	2	5 x 10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i> sp./25g	Ausência	5	0	Ausência	-
Moluscos bivalves, carne de siri e similares cozidos, temperados e não, industrializados resfriados ou congelados.	Coliformes a 45°C/g	5x10	5	2	10	5x10
	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	10 ³	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i> sp./25g	Ausência	5	0	Ausência	-
Pescados, moluscos e crustáceos secos e ou salgados; semiconservas de pescados, moluscos e crustáceos, mantidas sob refrigeração (marinados, anchovados ou temperados).	Coliformes a 45°C/g	10 ²	5	3	10	10 ²
	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	5x10 ²	5	2	10 ²	5x10 ²
	<i>Salmonella</i> sp./25g	Ausência	5	0	Ausência	-
Pescado defumado, moluscos e crustáceos, refrigerados ou congelados; produtos derivados de pescado (surimi e similares), refrigerados ou congelados	Coliformes a 45°C/g	10 ²	5	2	10	10 ²
	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	5x10 ²	5	2	10 ²	5x10 ²

³ **m** é o limite que separa o lote aceitável do produto ou lote com qualidade intermediária aceitável. **M** é o limite que separa o produto aceitável do inaceitável. **n** é o número de unidades a serem colhidas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente. **c** é o número máximo aceitável de unidades de amostras com contagens entre os limites de m e M. Nos casos em que o padrão microbiológico seja expresso por "ausência", c é igual a zero.

Além da utilização da carne de caranguejo na alimentação humana, pesquisas vêm sendo desenvolvidas para o aproveitamento de seus subprodutos, como realizado por Niu & Volesky (2003), que utilizaram exoesqueletos de *U. cordatus* como fonte de biomaterial composto por quitina. Neste estudo, constatou-se grande importância deste biomaterial para o emprego na manipulação de ânions como o cromato (CrO_4^{2-}), vanato (VO_4^{3-}), selenato (SeO_4^{2-}) e ouro-cianeto ($\text{Au}(\text{CN})_2^-$) no campo da mineração, metalurgia e para superfícies de revestimento na indústria.

8. DOENÇA DO CARANGUEJO LETÁRGICO (DCL)

Responsável por elevadas taxas de mortalidade de *U. cordatus* da região nordeste do Brasil, a Doença do Caranguejo Letárgico tem como agente causal um fungo amorfo Ascomycota, Fungi. Embora os estudos tenham iniciado por volta de 1997, ainda pouco se conhece quanto aos mecanismos de transmissão da doença. Sabe-se que o fungo provoca intensas lesões nos órgãos internos dos caranguejos como coração e hepatopâncreas, e no sistema nervoso. O diagnóstico desta enfermidade é realizado através de exame clínico, quando se evidenciam sinais de elevada ataxia e apatia, de pesquisa histológica por microscopia óptica e eletrônica, e de “Polymerase Chain Reaction” (PCR) (Boeger *et al.*, 2005).

Ucides cordatus é estudado em diversas linhas de pesquisas, o que reafirma sua grande importância ambiental e socio-econômica. Em virtude do intenso esforço de pesca e do efeito de doenças emergentes, como a DCL, pesquisas que aprofundem o conhecimento de sua biologia fundamentarão medidas mais eficientes para a preservação da espécie.

9. REFERÊNCIAS

ALLODI, S.; FARINA, M.; CORRÊA Jr., J. D. Cytoarchitectural features of *Ucides cordatus* (Crustacea Decapoda) hepatopancreas: structure and elemental composition of electron-dense granules. **Tissue & Cell**, v. 34, n. 5, p. 315–325. 2002.

ALVES, M. I. M. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus), em mangues do Estado do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 15, n. 2, p. 85-91. 1975.

ALVES, R. R. N.; NISHIDA, A. K. Socio-economical aspects and environmental perception of 'Caranguejo-uçá', *U. cordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura) gatherers in the Mamanguape river estuary, northeast Brazil. **Interciência**, v. 28, n. 1, p. 36-43. 2003.

AMORIM, P. C. S. **Sobre o metabolismo oxidativo de homogenados de brânquias de *Ucides cordatus* (L., 1763), Crustacea – Brachyura, da Baía de Paranaguá.** Curitiba, 1980. 44f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Área de Zoologia) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

BLANKENSTEYN, A.; CUNHA FILHO, D.; FREIRE, A. S. Distribuição, estoques pesqueiros e conteúdo protéico do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L. 1763) (Brachyura: Ocypodidae) nos manguezais da Baía das Laranjeiras e adjacências, Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 40, n. 2, p. 331-349. 1997.

BOEGER, W. A.; PIE, M. R.; OSTRENSKY, A.; PATELLA, L. Lethargic crab disease: multidisciplinary evidence supports a mycotic etiology. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, n. 2, p. 161-167. 2005.

BOTELHO, E. R. O.; DIAS, A. F.; IVO, C. T. C. Study on the biology of *U. cordatus*, caught in the estuaries of rivers Formoso and Ilhetas, Pernambuco State, Brazil. **Boletim técnico científico do Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste**, v. 7, n. 1, p. 117-145. 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC nº12, de 02 de Janeiro de 2001**, Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. 2001.

BRANCO, J. O. Aspectos bioecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) do manguezal do Itacorubi, Santa Catarina, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 36, n. 1, p. 133-148. 1993.

BRIGHT, D. B.; HOGUE, C. L. **A synopsis of the burrowing land crabs of the world and list of their arthropod symbionts and burrow associates**, Los Angeles – USA: Natural History Museum, nº 220, 1972.

CAÚLA, F. C. B. **Avaliação nutricional de algumas espécies de pescado do Estado do Ceará**, Ceará, 2003. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará. Resumo.

CORRÊA Jr., J. D. **Ocorrência, composição e mapeamento elementar de minerais amorfos encontrados em células hepatopancreáticas do caranguejo *Ucides cordatus* (Crustacea-Decapoda)**, Rio de Janeiro, 1998. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciências Morfológicas), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Resumo.

CORRÊA Jr., J. D.; ALLODI, S.; AMADO-FILHO, G. M.; FARINA, M. Zinc accumulation in phosphate granules of *Ucides cordatus* hepatopancreas. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 33, p. 217-221. 2000.

CORRÊA Jr., J. D.; ALLODI, S.; FARINA, M. Enzymatic, analytical and structural aspects of electron-dense granules in cells of *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda) Hepatopâncreas. **Cell Tissue Research**, v. 311, p. 107-116. 2003.

CORRÊA Jr., J. D.; SILVA, M. R.; SILVA, A. C. B.; LIMAD, S. M. A.; MALME, O.; ALLODI, S. Tissue distribution, subcellular localization and endocrine disruption patterns induced by Cr and Mn in the crab *Ucides cordatus*. **Aquatic Toxicology**, v. 73, p. 139–154. 2005.

COSTA, R. S. Bioecologia do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) – Crustáceo, Decápode – no nordeste brasileiro. **Boletim Cearense de Agronomia**, v. 20, p. 1-74. 1979.

COSTA NETO, E. M.; LIMA, K. L. G. Contribution to the study of interaction between fishermen and crab (Crustacea, Decapoda, Brachyura): ethnobiological considerations in a fishing community from the State of Bahia, Brazil. **Atualidades Biológicas**, Medellín, v. 22, n. 73, p. 195-202. 2000.

DALABONA, G. **Reprodução e Análise Biométrica do Caranguejo-uçá *Ucides cordatus* nas Ilhas do Pavoçá e das Peças, Paraná, Brasil**. Curitiba, 2001. 36f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Área de Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

DALABONA, G.; SILVA, J. L.; 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 an International Journal**, v. 48, n. 1, p. 139-145. 2005.

DAMIANI, C. E. N. **Sobre o metabolismo oxidativo de homogenados de hepatopâncreas de *Ucides cordatus* (L., 1763), Crustacea – Brachyura, da Baía de**

Paranaguá. Curitiba, 1980. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Área de Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

DIELE, K. **Life history and population structure of the exploited mangrove crab *U. cordatus* (L.) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté estuary, North Brazil.** Bremen, 2000. 103f. Tese (Doutorado na área de especialidade 2 – Biologia/Química) - Zentrum für Marine Tropenökologie, Universität Bremen.

DITTMAR, T.; LARA, R. J. Molecular evidence for lignin degradation in sulfate-reducing mangrove sediments (Amazônia, Brazil). **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 65, n. 9, p.1417–1428. 2001.

FREIRE, A. S. **Dispersão larval do Caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L.1763) em manguezais da Baía de Paranaguá, Paraná.** São Paulo, 1998. 71pf. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica), Universidade de São Paulo.

GARCIA DE GERALDES, M; BONNELLI DE CALVENTI, I. Experimental surveys on the maintenance in of *Ucides cordatus*. **Ciencia Interamericana**, v. 23, n. 1-4, p. 41-53. 1983.

GLASER, M. Interrelations between mangrove ecosystem, local economy and social sustainability in Caeté Estuary, North Brazil. **Wetlands Ecology and Management**, v. 11, p. 265–272. 2003.

GLASER, M.; DIELE, K. Asymmetric outcomes: assessing central aspects of the biological, economic and social sustainability of a mangrove crab fishery, *Ucides cordatus* (Ocypodidae), in North Brazil. **Ecological Economics**, v. 49, p. 361-373. 2004.

GÓES, P.; SAMPAIO, F. D. F; CARMO, T. M. S.; TOSO, G. C; LEAL, M. S. Comportamento e período reprodutivo do caranguejo do mangue *Ucides cordatus*. **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação**, Universidade Federal do Espírito Santo, v. 2, p. 335-345. 2000.

HARRIS, R. R.; SANTOS, M. C. F. Sodium uptake and transport ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) ATPase changes following Na^+ depletion and low salinity acclimation in the mangrove crab *Ucides cordatus* (L.). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 105, n 1, p. 35-42. 1993.

HARRIS, R. R.; SANTOS, M. C. F. Heavy metal contamination and physiological variability in the Brazilian mangrove crabs *Ucides cordatus* and *Callinectes danae* (Crustacea: Decapoda). **Marine Biology**, v. 137, p. 691-703. 2000.

HATTORI, G. Y. **Biologia populacional do caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) em Iguape (SP)**. São Paulo, 2002. 82f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Área de Produção Animal), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Jaboticabal. Resumo.

HATTORI, G. Y.; PINHEIRO, M. Fertilidade do caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), em Iguape (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 2, p. 309-313. 2003.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. O Estado dos Recursos Pesqueiros: Pesca Extrativa e Aqüicultura, in: **Geo Brasil - Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. Brasília: Edições IBAMA, p.132-147. 2002.

IVO, C. T. C.; GESTEIRA, T. C. V. Synopsis of the observations on the bioecology and fishery of the mangrove crab *U. cordatus* (Linnaeus, 1763), caught in estuaries in Brazil. **Boletim técnico científico do Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste**, v. 7, n. 1, p. 9-52. 1999.

KJERFVE, B.; LACERDA, L. D. Mangroves of Brazil, in L. D. LACERDA, ed. **Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and African regions**. Part 1: Latin America. Mangrove Ecosystems Technical Reports, p. 245-272.1993.

LUCU, C.; TOWLE, D. W. Na⁺ + K⁺ - ATPase in gills of aquatic Crustacea. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part A**, v. 135, p. 195-214. 2003.

MATOS, E.; MATOS, P.; CORRAL, L.; AZEVEDO, C. Ultraestrutura do espermatozóide de *Ucides cordatus* Linnaeus (Crustácea, Ocypodidae) do litoral norte do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 3, p. 753-756. 2000.

MARTINEZ, C. B. R.; ALVARES, E. P.; HARRIS, R. R.; SANTOS, M. C. F. A morphological study on posterior gills of the mangrove crab *Ucides cordatus*. **Tissue & Cell**, v. 31, n. 3, p. 380-389. 1999.

MARTINEZ, C. B. R.; HARRIS, R.R.; SANTOS, M.C.F. Transepithelial potential differences and sodium fluxes in isolated perfused gills of the mangrove crab *Ucides cordatus*. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part A**, v. 120, p. 227-236. 1998.

MARTINEZ, C. B. R.; SANTOS, M. C. F. Determinação da DL₅₀ de benzeno para *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 (Crustácea, Decapoda, Gecarcinidade), in.: **Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**. Cananéia: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, v.2, p. 148. 1987.

MEDEIROS, G. F.; MENDES, A.; CASTRO, R. A.B.; BAU, E. C.; NADER, H. B.; DIETRICH, C. P. Distribution of sulfated glycosaminoglycans in the animal kingdom: widespread occurrence of heparin-like compounds in invertebrates. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1475, p. 287-294. 2000.

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

MIDDLETON, B. A.; MCKEE, K. L. Degradation of mangrove tissues and implications for peat formation in Belizean island forests. **Journal of Ecology**, v. 89, p. 818–828. 2001.

MIGUEL, N. C. O.; MEYER-ROCHOWC, V. B.; ALLODIA, S. Ultrastructural study of first and second order neurons in the visual system of the crab *Ucides cordatus* following exposure to ultraviolet radiation. **Micron**, v. 33, p. 627–637. 2002.

NAKAMURA, I. T. **Sobre a fenologia de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), (Crustacea, Brachyura), da Baía de Paranaguá**. Curitiba, 1979. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

NIU, H ; VOLESKY, B. Characteristics of anionic metal species biosorption with waste crab shells. **Hydrometallurgy**, v. 71, p. 209–215. 2003.

NORDI, N. A produção dos catadores de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) na região de Várzea Nova, Paraíba, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 9, n. 1, p. 71-77. 1994.

NORDHAUS, I. **Feeding ecology of the semi-terrestrial crab *U. cordatus* (Decapoda: Brachyura) in a mangrove forest in northern Brazil**. Bremen, 2003. 217f. Tese

(Doutorado em Ciências Naturais) - Zentrum für Marine Tropenökologie, Universität Bremen.

OSTRENSKY, A.; STERNHAIN, U. S.; BRUN, E.; WEGBECHER, F. X.; PESTANA, D. Análise da viabilidade técnico-econômica dos cultivos do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no litoral paranaense. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 38, n. 3, p. 939-947. 1995.

PEDROSA, L. F. C.; COZZOLINO, S. M. F. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/RN. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 154-157. 2001.

PEREIRA FILHO, O. **Aspectos da população de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) sob a influência da pesca exercida pelos catadores de caranguejo de Itaoca, Baía de Guanabara, São Gonçalo, RJ**. Rio de Janeiro, 2003. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental), Universidade Federal Fluminense. Resumo.

PINHEIRO, M. A. A.; FISCARELLI, A. G. **Manual de apoio à fiscalização do Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Itajaí, Santa Catarina: Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul - CEPSUL. 2001.

PINHEIRO, M. A. A.; HATTORI, G. Y. Embryology of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Brachyura: Ocypodidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 23, n. 3, p. 729-737. 2003.

a

PINHEIRO, M. A. A. Biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), na Baía da Babitonga, São Francisco do Sul, Santa Catarina, in.: **Relatório científico final: Projeto uçá Babitonga**. 2003. Disponível em: <http://www.kolnet.com.br/babitonga1/pub/PesquisadoresProjeto/PaTrimonio3/ProjetoUCarabqueijo.pdf> , acessado em agosto de 2006. b

RODRIGUES, M. D. **Desenvolvimento pós-embrionário de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustácea, Decapoda, Gecarcinidae)**. São Paulo. 1982. 101f. Dissertação, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

RODRIGUES, M. D.; HEBLING, N. J. *U. cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda). Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, n. 1, p.147-166. 1989.

SANTOS, M. C. F. Regulação Osmótica e iônica no caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in.: **Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**, Cananéia: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, v. 2, p. 149. 1987.

SANTOS, M. C. F. Drinking and osmoregulation in the mangrove crab *Ucides cordatus* following exposure to benzene. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part A**, v. 133, p. 29–42. 2002.

SANTOS, M. C. F.; MENDES, E. G. Biometric Studies and Mechanical Advantages in the Dimorphic Chelae of the Mangrove Crab, *Ucides cordatus*. **Boletim de Fisiologia Animal**, Universidade de São Paulo, v. 6, p.143-150. 1982.

SANTOS, M. C. F.; SALOMÃO, L. C. Hemolymph osmotic and ionic concentrations in the gecarcinid crab *Ucides cordatus*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 81, n. 3, p. 581-583. 1985. a.

SANTOS, M. C. F.; SALOMÃO, L. C. Osmotic and cationic urine concentrations/blood concentrations ration in hyporegulating *Ucides cordatus*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 81, n. 4, p. 895-898. 1985. b.

SANTOS, M. do C. F. Regulação osmótica e iônica no caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). **Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira – síntese dos conhecimentos**, Cananéia, São Paulo: ACIEP, v. 2, p.149. 1987.

SCHORIES, D.; BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M.; KRUMME, U.; MEHLIG, U.; RADEMAKER, V. The keystone role of leaf-removing crabs in mangrove forests of North Brazil. **Wetlands Ecology and Management**, v. 11, p. 243–255. 2003.

SILVA, U. A. T. **Cultivos experimentais de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1673)**. Curitiba, 2002. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Paraná.

SOUZA, C. M. O. **Consideração sobre a bioecologia e o processo de captura do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*, Linnaeus) no Manguezal do Campo do V-8, Olinda-PE**. Paraíba, 2002. 71f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal da Paraíba / João Pessoa. Resumo.

SOUZA, E. P. **Distribuição, aspectos reprodutivos e morfométricos do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no manguezal de Itacuruçá-Coroa Grande, Baía de Sepetiba, RJ.** Rio de Janeiro, 1999. 48f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Resumo.

SPIVAK, E. D. Cangrejos estuariales del Atlántico sudoccidental (25°-41°S) (Crustacea: Decapoda: Brachyura). **Investigaciones Marinas**, v. 25, p. 105-120. 1997.

TAVARES, T.M.; BERETTA, M.; COSTA, M.C. Ratio of DDT/DDE in The All Saints Bay, Brazil and its use in environmental management. **Chemosphere**, v. 38, n. 6, pp. 1445-1452. 1999.

THEOPHILO, G. N. D. **Isolamento de *Vibrio parahaemolyticus* em caranguejos comercializados em Fortaleza, CE.** Ceará, 1992.122f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará. Resumo.

TOLEDO, A. C. C. **Efeito do Benzeno e da mudança de salinidade no consumo de oxigênio e amônia excretada no caranguejo de mangue *Ucides cordatus*.** São Paulo, 1999. 127f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de Fisiologia Geral), Universidade de São Paulo. Resumo.

TURKIN, M. Q. A.; SAWAYA, M. I.; SANTOS, M. C. F.; VEIGA, L. V.; MANTERO, F.; OPOCHER, G. Atrial Natriuretic Peptide (ANP) increases in the mangrove crab *Ucides cordatus* when exposed to increased environmental salinity. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 101, n. 4, p. 803-806. 1992.

VIEIRA, R. H. S. F.; LIMA, E. A.; SOUSA, D. B. R.; REIS, E. F.; COSTA, R. G.; RODRIGUES, D. P. *Vibrio* spp. and *Salmonella* spp., presence and susceptibility in crab *Ucides cordatus*. **Revista Do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 46, n. 4, p. 179-182. 2004.

WOLFF, M.; KOCH, V.; ISAAC, V. A trophic flow model of the caeté mangrove estuary (north brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 50, p. 789-803. 2000.

ZANDERS, I. P.; MARTELO, M. The influence of acclimation temperature on magnesium and sulphate regulation in two mangrove crabs. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Physiology**, v. 78, n. 3, p. 487-492. 1984.

CAPÍTULO II

ANATOMIA E HISTOLOGIA DO APARELHO REPRODUTIVO DE *Ucides cordatus*

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo descrever a anatomia macroscópica e a histologia dos aparelhos reprodutivos masculinos e femininos, a espermatogênese e a ovogênese de *U. cordatus*. Durante o período de outubro de 2002 a março de 2005 foram coletados 367 fêmeas e 64 machos adultos, em manguezais da Baía de Antonina, PR (25° 25'S; 48°42'W). Nos machos pesquisados identificaram-se seis tipos celulares durante a espermatogênese, assim como foi possível a diferenciação entre as estruturas que compõem o aparelho reprodutor masculino. Nas fêmeas, a classificação dos estágios de maturação ovariana foi desenvolvida a partir de modificações ovocitárias durante a vitelogênese. Variações nos padrões de vitelogênese observadas em algumas fêmeas sugerem a possibilidade de haver mais de uma desova num mesmo período reprodutivo.

1. INTRODUÇÃO

O completo conhecimento da biologia reprodutiva de *Ucides cordatus*, principalmente da anatomia dos aparelhos reprodutores masculinos e femininos, deveria ser o ponto de partida para qualquer trabalho que visasse à compreensão da dinâmica populacional e também a manutenção dos estoques naturais do caranguejo-uçá.

Alves (1975) estudou a reprodução de *U. cordatus* e fez a descrição geral do aparelho reprodutivo masculino e feminino. A autora procurou determinar os estágios de desenvolvimento gonadal com base em observações da morfologia macroscópica e histológica do aparelho reprodutor de exemplares coletados em manguezais do Ceará, além de estudar a frequência de ocorrência destes estágios ao longo do ano. Estudos da anatomia feminina também foram realizados por Nakamura (1979), que descreveu a morfologia macro e microscópica dos ovários, os estágios de maturação gonadal e a relação entre peso total e o comprimento total dos exemplares adultos de *U. cordatus* provenientes da Baía de Paranaguá, PR. A descrição da ultraestrutura do espermatozóide do caranguejo-uçá do litoral norte do Brasil foi realizada por Matos *et al.* (2000).

Aspectos etológicos e o período reprodutivo do caranguejo-uçá, *U. cordatus*, foram pesquisados por Góes *et al.* (2000), que determinaram os estágios sexuais com base na observação macroscópica dos ovários de fêmeas coletadas em manguezais da Baía de Vitória, ES. O período reprodutivo de *U. cordatus* na Baía das Laranjeiras, Paraná, foi descrito por Dalabona (2001), que usou como ferramenta a observação macroscópica e a histologia das gônadas de fêmeas e de machos adultos, e por

Sampaio (2002), que descreveu aspectos reprodutivos relacionados à proteção jurídica de *U. cordatus* em manguezais do Estado de Espírito Santo. No entanto, apesar de haver alguns estudos reprodutivos de *U. cordatus*, nota-se a insuficiência de informações acerca da descrição anatômica e histológica do aparelho reprodutor masculino e da espermatogênese. Lacunas também são verificadas no conhecimento da anatomia e histologia de todo o aparelho reprodutor feminino e a ovogênese, uma vez que a maioria dos estudos têm como principal foco apenas a descrição dos ovários (Alves, 1975; Nakamura, 1979; Dalabona, 2001).

O presente trabalho teve por objetivo descrever a anatomia macroscópica e a histologia dos aparelhos reprodutivos masculinos e femininos, a espermatogênese e a ovogênese de *U. cordatus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Os caranguejos utilizados neste estudo foram coletados nos manguezais da Baía de Antonina (25° 25' S; 48° 42' W), Estado do Paraná, localizada no extremo oeste da Baía de Paranaguá, na região Sul do Brasil (Figura 3).



Figura 3. Vista aérea da Baía de Antonina no litoral paranaense.⁴

⁴ Fonte: Software Google Earth 2005.

Com cerca de 17.500 habitantes, o município de Antonina possui, em todo o seu complexo estuarino, bancos de areia e ilhas de pequena e média extensão. Em toda a margem do estuário, assim como rios e gamboas, há mangues de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. Em regiões mais calmas do estuário há bancos de *Spartina alterniflora* (Kolm *et al.*, 2002).

O clima do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), do qual faz parte a Baía de Antonina, é classificado segundo Köpen como Cfa (**C**: clima pluvial temperado, **f**: sempre úmido, com chuva todos os meses do ano, **a**: temperatura média do mês mais quente acima de 22°C), com pluviosidade média de 2.500 mm (máximo 5.300 mm) e, aproximadamente, 85% de umidade média do ar (Lana *et al.*, 2001). O período de maior pluviosidade é o verão, destacando-se o mês de fevereiro e o período mais seco durante o inverno, principalmente de julho a agosto. A temperatura média anual é de 21 °C, com predominância de ventos leste e sudeste (CEM-UFPR, 2006).

A bacia hidrográfica da Baía de Antonina é classificada como uma das sub-bacias da Bacia do Atlântico e é formada, principalmente, pelos rios São Sebastião, Cachoeira, Conceição, Cotia, Mergulhão, Cacatu, Nunes e Xaxim (Leite, 2000). Com área de 35 km², a Baía de Antonina têm profundidades média de 1,9 metros e máxima de 8 metros (CEM-UFPR, 2006). Os padrões de circulação e estratificação da água têm variação sazonal. As salinidades e temperaturas médias durante o verão e o inverno são, respectivamente, de 12-29 e 23-30°C e 20-34 e 18-25°C. A variação anual da concentração de oxigênio dissolvido nesta baía é de 4 a 7,5 ml l⁻¹. O CEP apresenta uma grande diversidade de ambientes, incluindo planícies de maré, baixios, ilhas, costões rochosos, marismas, dunas, gamboas e manguezais (Lana *et al.*, 2001).

Segundo Lana *et al.* (2001) a pesca é essencialmente artesanal e representa a principal atividade em mais de 50 comunidades de pescadores do CEP. Evidências da superexploração de estoques de camarão e caranguejo-uçá, desmatamento, assoreamento da baía e aumento no número de habitantes, são alguns dos problemas apontados por Lana *et al.* (op. cit.) para esta região.

Coleta de Animais

Machos e fêmeas adultos de *U. cordatus* (Figura 4) foram capturados de outubro de 2002 a março de 2005. Fêmeas foram coletadas em todos os meses de estudo, enquanto que os machos em 17 meses (Tabela 4). O número e a frequência de fêmeas coletas foi maior que a de machos em virtude da necessidade de descrever não só a anatomia, mas os estágios de desenvolvimento ovariano ocorridos ao longo do ano.



Figura 4. Fêmea do caranguejo-uçá, *U. cordatus*.

Tabela 4. Meses de coleta de exemplares machos de *U. cordatus*, durante o período de estudo (dezembro de 2002 a fevereiro de 2005), destacados em vermelho.

MESES	A N O			
	2002	2003	2004	2005
Janeiro				
Fevereiro				
Março				
Abril				
Maio				
Junho				
Julho				
Agosto				
Setembro				
Outubro				
Novembro				
Dezembro				

A captura dos caranguejos foi realizada por catadores locais pelo método de “braceamento”, que consiste da coleta manual, diretamente das tocas.

Todos os exemplares foram transportados vivos até o Laboratório de Histopatologia, do Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais (GIA), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba-PR.

Medições e remoção dos aparelhos reprodutores

Ao chegar ao laboratório, os espécimes foram inspecionados, para o descarte de eventuais indivíduos mortos ou com lesões que pudessem comprometer a qualidade do estudo. Os exemplares foram sexados e tiveram determinada a sua

largura cefalotorácica (LC) - medição tomada no plano dorsal do cefalotórax em sua porção mais larga, de uma borda a outra – com um paquímetro.

Os caranguejos foram mantidos a -10°C por, aproximadamente, 15 minutos para redução da taxa metabólica, observada pela letargia dos exemplares. Subseqüentemente, foi feita a remoção da parte dorsal da carapaça, para expor a cavidade interna e permitir a visualização do aparelho reprodutor que, tanto em machos, quanto em fêmeas, foi minuciosamente dissecado, com auxílio de instrumental de necropsia sob microscópio estereoscópico Leica MZE. A dissecação possibilitou a descrição da disposição e morfologia dos órgãos que compõem os aparelhos reprodutores.

Preparação dos tecidos para histologia

Para a confecção das lâminas histológicas foram coletados os aparelhos reprodutores de fêmeas e machos. Todo o material coletado foi fixado em ALFAC – Fixador de Davidson (33% álcool 95°, 22% formol, 11,5% ácido acético e 33,5% de água destilada) por 24 horas. A preparação das peças para histologia constituiu na obtenção de fragmentos de aproximadamente 1 cm³. Para a confecção das peças de exemplares machos, utilizou-se a totalidade do aparelho reprodutor, enquanto que de fêmeas, devido ao maior volume, coletaram-se fragmentos dos ovários nas porções anterior, medial e posterior. As espermatecas foram coletadas inteiras, incluindo-se as estruturas de ligação ao gonóporo e ao ovário.

Os tecidos fixados foram então desidratados em uma série crescente de álcoois, diafanizados em xilol por 50 minutos e impregnados em parafina histológica a 56°C durante 5 horas em um processador histológico Leica TP1020. Após a inclusão das peças e modelagem dos blocos, os tecidos foram seccionados em 5µm de espessura em um micrótomo Leica RM2125RT. Lâminas permanentes foram produzidas em colorações de Hematoxilina de Harris e Eosina (HE) e Tricrômico de Mallory, e reação histoquímica com Ácido Periódico de Schiff (PAS), segundo Behmer *et al.* (1976), e analisadas em microscópio óptico Leica DMLS. As fotomicrografias utilizadas no estudo foram realizadas com o Software Leica Qwin Lite V. 2.4 (Imaging Solution Inc., 1998). Todas as fotos e fotomicrografias utilizadas neste capítulo foram realizadas pela autora ou por demais componentes da equipe técnica do GIA-UFPR.

3. RESULTADOS

Ao longo do período de estudo 431 espécimes foram analisados, sendo 367 fêmeas (85,19%) e 64 machos (14,81%), os valores médios registrados de LC estão descritos na (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de Largura Cefalotorácica em machos e fêmeas de *U. cordatus*.

	Número de exemplares analisados	Largura Cefalotorácica (cm)		
		Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão
Fêmea	367	3,5	8,0	6,6 ± 0,75
Macho	64	5,0	8,5	6,8 ± 0,80

Anatomia do aparelho reprodutivo masculino

A parte interna do aparelho reprodutivo masculino de *U. cordatus* é bilateral, com o formato semelhante à letra “H” e de coloração esbranquiçada a branco leitoso (Figura 5). O aparelho é constituído por um par de testículos, vasos deferentes (anteriores, médios e posteriores) e ductos ejaculadores, que desembocam nos pênis.

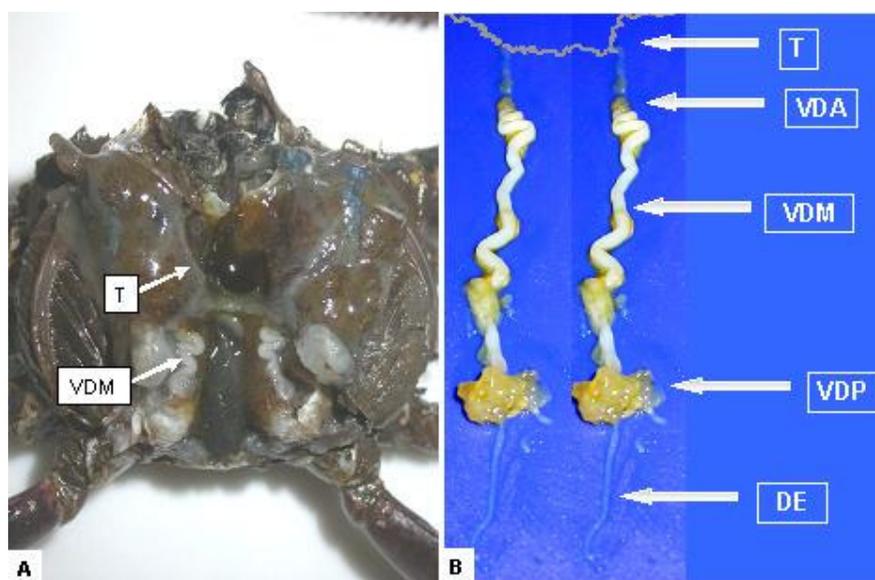


Figura 5. Regiões do aparelho reprodutor masculino de *U. cordatus*. **A)** (T) testículo e (VDM). **B)** Testículo (T), vaso deferente anterior (VDA), vaso deferente médio (VDM), vaso deferente posterior (VDP) e ducto ejaculador (DE).

A condução dos espermatozoides, vesículas acelulares contendo os espermatozoides, e sua transferência aos gonóporos da fêmea é realizada através do primeiro par de pleópodos (gonopódios masculinos) (Ruppert & Barnes, 1996; Beninger & Larocque, 1998) (Figura 6).

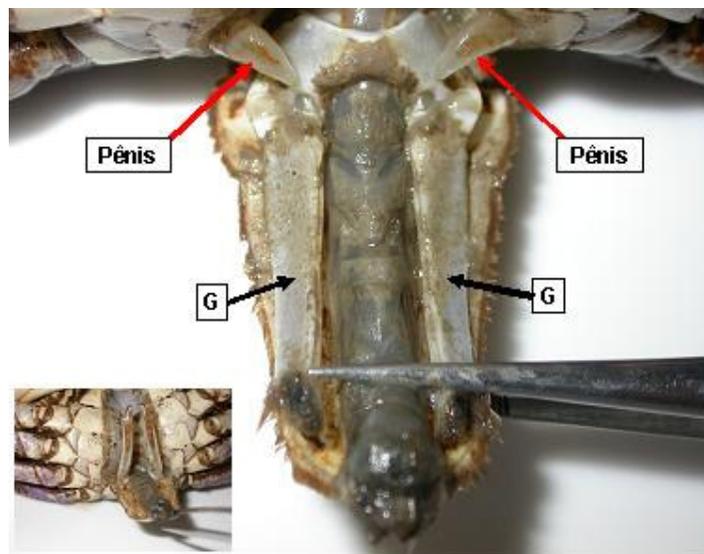


Figura 6. Vista ventral de exemplar macho de *U. cordatus*, com abdome rebatido. As setas indicam os pênis e o primeiro par de pleópodos ou gonopódios (G).

Testículo

- Estrutura macroscópica

Cada testículo é formado por um túbulo enovelado esbranquiçado, localizado na porção dorsal do hepatopâncreas. Apresentam disposição curvilínea, na região anterodorsal do cefalotórax, seguindo lateralmente ao estômago até se unirem na porção posterior deste órgão (Figura 5A).

- Histologia

Os testículos são órgãos tubulares formados por lóbulos, visíveis microscopicamente, onde ocorre a espermatogênese. Os testículos são envolvidos por epitélio pavimentoso simples, que se prolonga e também envolve os lóbulos testiculares individualmente (Figura 7). Entre os lóbulos, podem-se observar espaços preenchidos por hemolinfa, que irriga esse órgão. Em toda a extensão testicular dos indivíduos pesquisados, os lóbulos analisados eram compostos por células germinativas em um ou mais estágios de diferenciação.

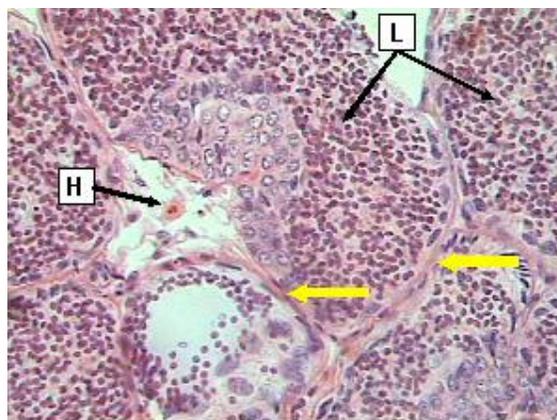


Figura 7. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. As setas amarelas indicam o epitélio que reveste os lóbulos testiculares (L). (H) Hemolinfa. Coloração em HE. Aumento de 400x.

A coleta dos espermatozoides maduros é realizada através de ductos seminíferos, estruturas de lúmen irregular, compostas por um epitélio pavimentoso simples ou cilíndrico. O epitélio cilíndrico é encontrado principalmente quando próximo ao vaso deferente anterior. Os ductos seminíferos podem ser observados inseridos nos lóbulos testiculares e dispostos lateralmente a estas estruturas. A lateralização dos ductos foi mais comumente observada no local de ligação entre os testículos. Somente espermatozoides maduros estão presentes nos ductos seminíferos (Figura 8).

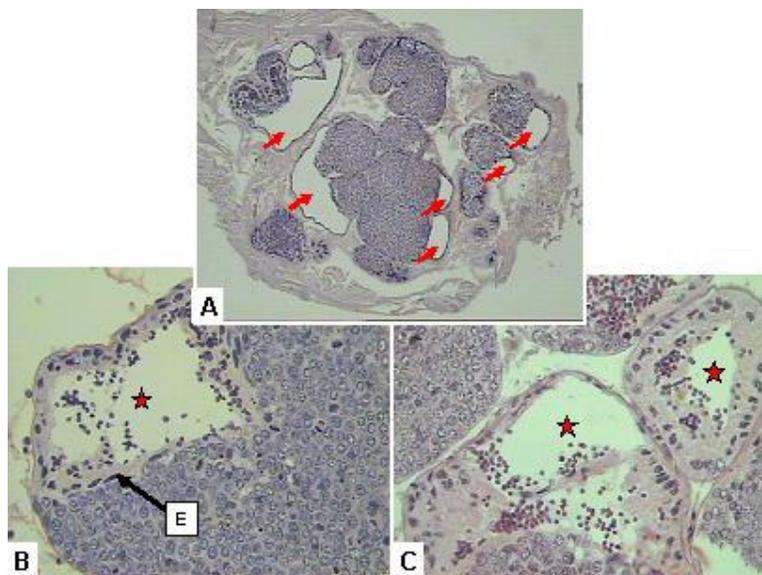


Figura 8. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. **A)** As setas indicam ductos seminíferos. Aumento de 100x. **B)** Epitélio pavimentoso (E) formando a parede do ducto seminífero indicado pela estrela. Aumento de 400x. **C)** Ductos seminíferos em aumento de 400x. Coloração em HE.

- Espematogênese

A espermatogênese, ou processo de formação dos espermatozóides consiste na diferenciação das células germinativas masculinas, observadas ao longo de todo o testículo de *U. cordatus*. A histologia dos testículos revelou a ocorrência de espermatogênese em todos os espécimes analisados, durante todo o período de estudo.

A formação dos espermatozóides tem início nos centros germinativos (Figura 9A), aglomerados de espermatogônias primárias, posicionadas geralmente na periferia lobular ou próximo a ductos seminíferos (Figura 9B). As espermatogônias primárias são células volumosas de núcleo com cromatina granular ($8,98 \pm 1,72 \mu\text{m}$, $n=84$). Com o início do processo de diferenciação, observam-se as espermatogônias secundárias ($7,66 \pm 0,83 \mu\text{m}$, $n=130$), com volume celular semelhante às primárias, porém, com a cromatina granular dispersa homogeneamente, conforme observado nas Figura 10A e B.

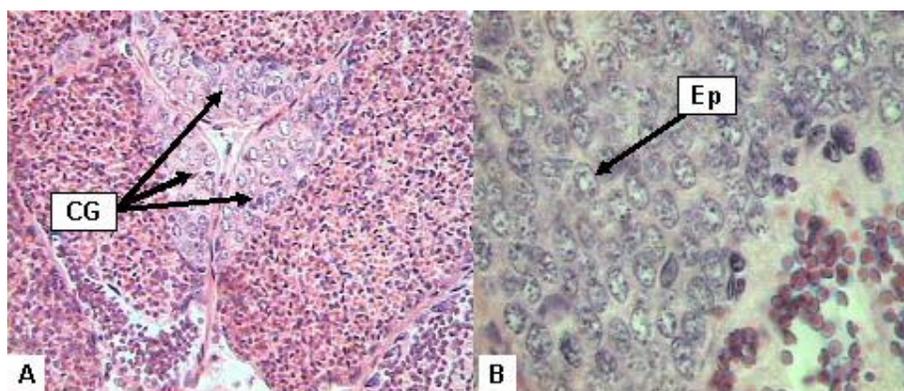


Figura 9. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. **A)** Centros Germinativos (CG) na periferia dos lóbulos testiculares. Aumento de 400x. **B)** Espermatogônias primárias (Ep) com cromatina granular. Aumento de 1.000x. Coloração em HE.

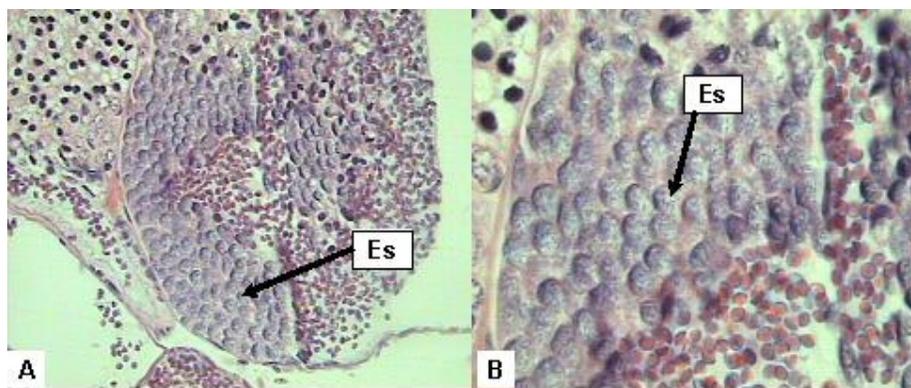


Figura 10. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. **A)** Espermatogônias secundárias (Es) com cromatina dispersa em aumento de 400x e **B)** em aumento de 1.000x. Coloração em HE.

Quando as espermatogônias secundárias iniciam a prófase meiótica, elas se transformam em espermatócitos primários ($7,23 \pm 1,07 \mu\text{m}$, $n=75$), células de núcleos esféricos e com cromatina dispersa, que originam os espermatócitos secundários ($5,82 \pm 1,37 \mu\text{m}$, $n=120$) (Figura 11). Estes, por sua vez, caracterizam-se pela diminuição nuclear e intenso processo de divisão.

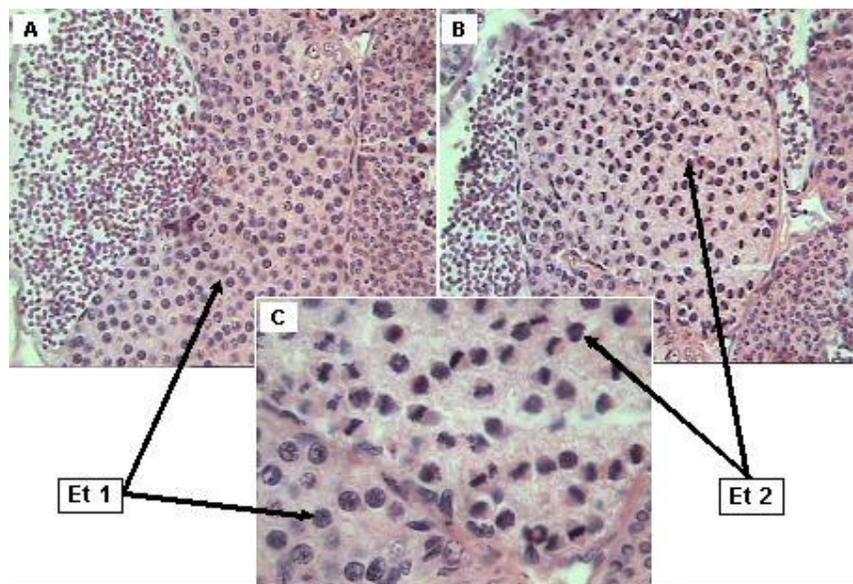


Figura 11. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. Lóbulos testiculares com espermatócitos primários (Et 1) e espermatócitos secundários (Et 2). Coloração em HE. Em **A)** e **B)** aumento de 400x e em **C)** aumento de 1.000x.

Como resultado da meiose II ou divisão equacional formam-se as spermátides ($5,33 \pm 0,71 \mu\text{m}$, $n=111$) (Figura 12). Elas apresentam núcleo pequeno, lateralizado, elíptico e escuro pela condensação da cromatina.

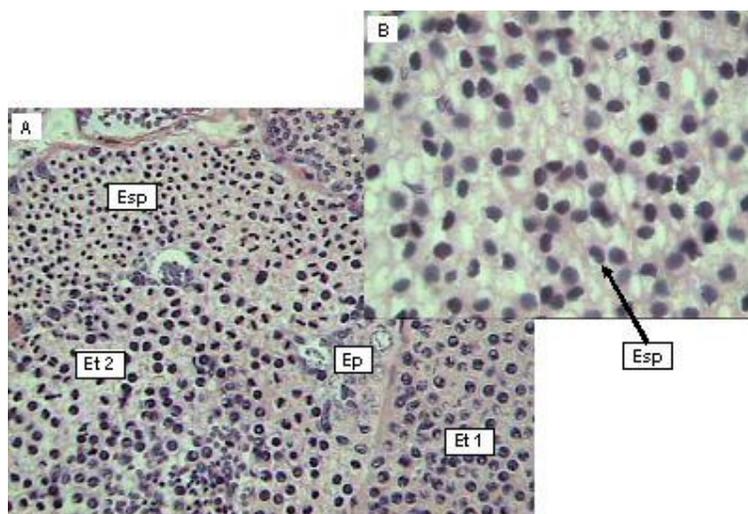


Figura 12. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. **A)** Lóbulos testiculares contendo spermátides (Esp), espermatócitos primários (Et 1),

espermátocitos secundários (Et 2) e espermatogônias (Ep) em aumento de 400x. **B)** Espermátides em aumento de 1.000x. Coloração em HE.

Após a formação das espermátides, as células germinativas, sem sofrerem divisão, diferenciam-se em espermatozóides ($3,19 \pm 0,41 \mu\text{m}$, $n=161$) (Figura 13), fenômeno denominado espermiogênese. Segundo Matos *et al.* (2000), os espermatozóides de *U. cordatus* são constituídos por um acrossoma proeminente, um núcleo polimorfo e uma parte de citoplasma contendo várias organelas celulares.

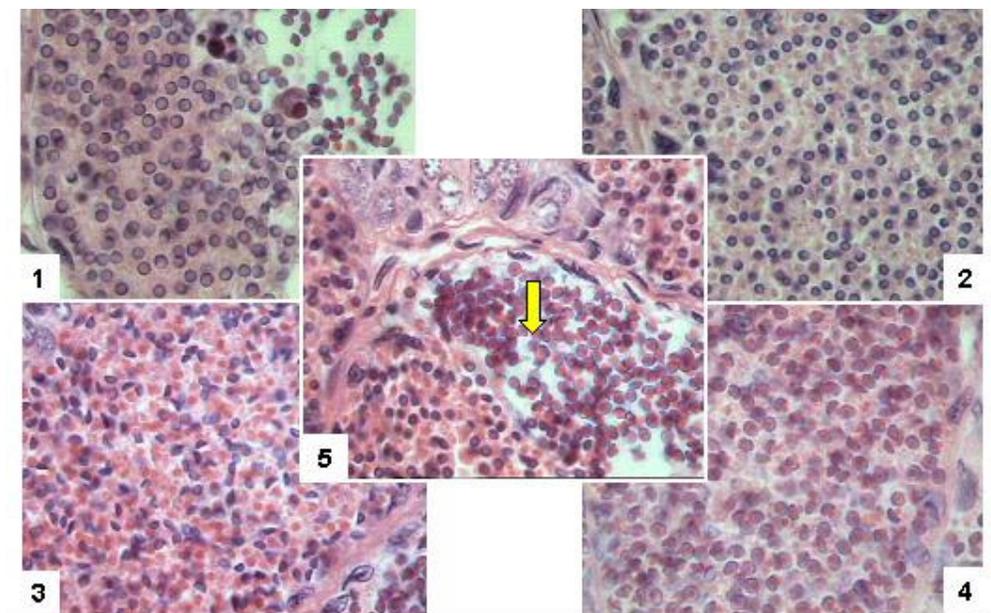


Figura 13. Testículo de *U. cordatus* em corte longitudinal. Modificações celulares durante a espermiogênese, cuja seqüência de modificações é indicada pela numeração (1 a 5). **5)** A seta indica espermatozóides maduros. Aumento de 1.000x. Coloração em HE.

Durante o processo de espermatogênese há uma marcante redução de diâmetro celular (Figura 14), resultando em espermatozóides com cerca de 36% do diâmetro de uma espermatogônia primária.

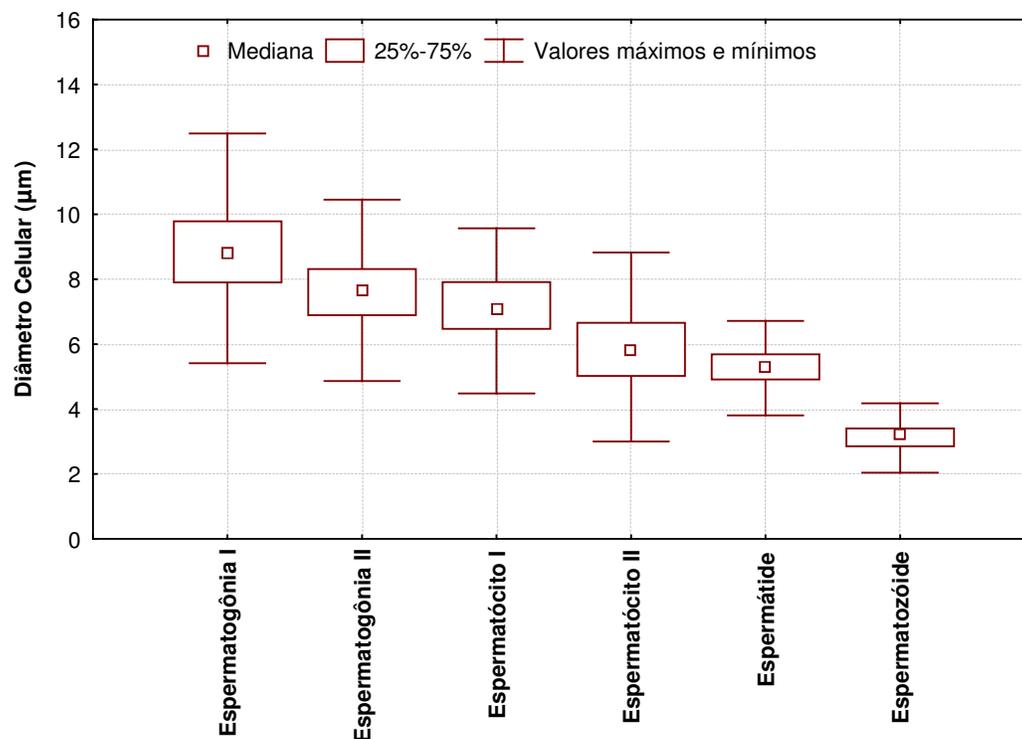


Figura 14. Variação de diâmetro das células germinativas durante a espermatogênese em *U. cordatus*.

Vasos deferentes

Os vasos deferentes são divididos em três porções (anterior, média e posterior), as quais são diferenciadas pela anatomia macro e microscópica e pelo caráter funcional.

Vaso deferente anterior (VDA)

- Estrutura macroscópica

O par de VDA tem origem nos testículos e está localizado na porção mediodorsal do cefalorórax. Com aspecto enovelado, os VDA são constituídos por um par de túbulos delgados, esbranquiçados e de comprimento reduzido, quando comparados aos testículos e aos vasos deferentes médios (Figura 5A).

- Histologia

O VDA é composto por três regiões distintas, caracterizadas quanto à presença e diâmetro dos túbulos seminíferos, além da formação de espermátóforos.

A primeira região, de posicionamento mais anterior e próxima ao testículo, é formada por ductos seminíferos. Estes ductos são revestidos externamente por fibras

musculares em posicionamento longitudinal e transversal. Abaixo desta camada, há um epitélio colunar, com núcleos de formatos irregulares de posicionamento medial ou basal. No lúmen destes ductos há espermatozoides maduros dispersos de modo irregular, sem a presença de espermátóforos (Figura 15).

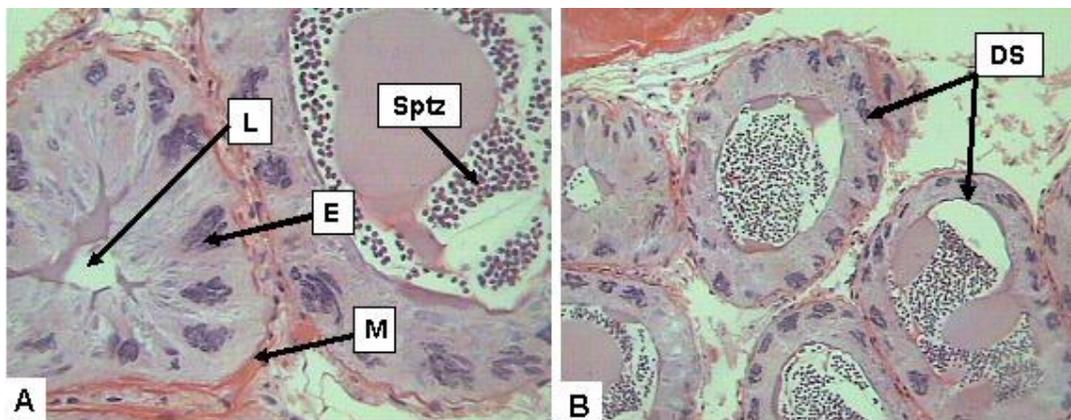


Figura 15. Região anterior do Vaso Deferente Anterior. Coloração em HE. **A)** Regiões do ducto seminífero: lúmen (L) com espermatozoides maduros (Sptz), epitélio colunar (E) e fibras musculares (M). Aumento de 400x. **B)** Ductos seminíferos (DS). Aumento de 200x.

Na segunda região, cujo posicionamento é medial, os ductos sofrem um evidente aumento de diâmetro, associado à redução na espessura da parede. Há espermatozoides dispersos no lúmen, no entanto, não há espermátóforos (Figura 16).

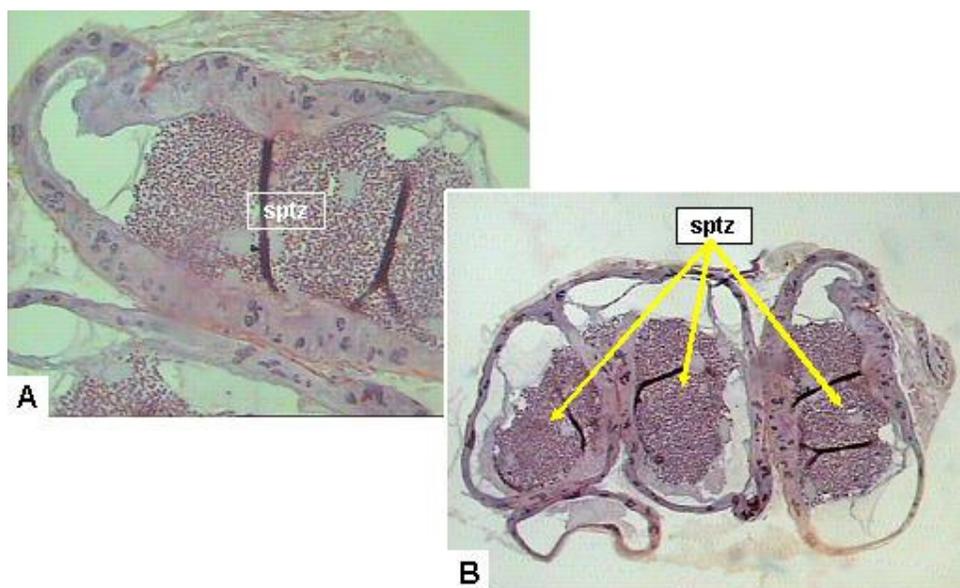


Figura 16. Região medial do Vaso Deferente Anterior repleta de espermatozoides (sptz) em sua luz. Coloração em HE. **A)** Aumento de 100x. **B)** Aumento de 200x.

O VDA passa, então, a ser constituído por um tubo com epitélio distendido, aumento de secreção eosinófila em seu lúmen e formação de espermátóforos (Figura 17).

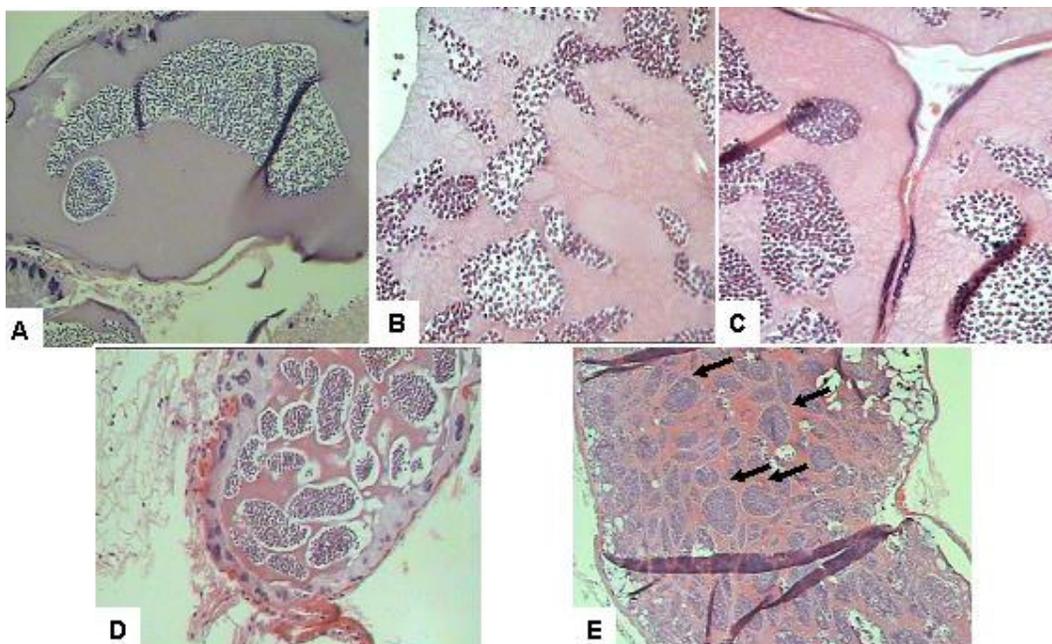


Figura 17. Região posterior do Vaso Deferente Anterior em secção longitudinal. Coloração em HE. As setas indicam espermátóforos. **B)** e **C)** Aumento de 400x. **A)** e **D)** Aumento de 200x **E)** Aumento de 100x.

Vaso deferente médio (VDM)

- Estrutura macroscópica

Cada VDM é constituído por um túbulo sinuoso de coloração branca leitosa e mais calibroso que os testículos e o VDA. Originados da região posterior do par de VDA, os VDM se localizam na porção médiadorsal do cefalotórax.

- Histologia

Externamente, o VDM é revestido por duas camadas de fibras musculares, sendo a mais externa de posicionamento transversal e, logo abaixo, uma camada de feixes logitudinais ao tubo. Revestindo a luz do VDM, há um epitélio cilíndrico com núcleos de posicionamento basal, embora também possam ser observados em posição medial ou apical (Figura 18).

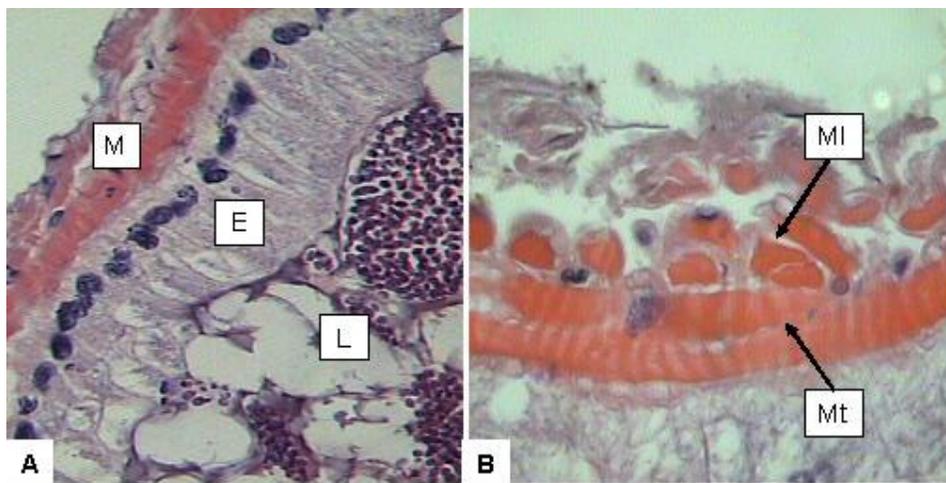


Figura 18. Parede do Vaso Deferente Médio em secção longitudinal. Coloração em HE. **A)** Fibras musculares (M), epitélio cilíndrico (E) e luz (L) do VDM preenchido por espermátóforos. Aumento de 400x. **B)** Em destaque as camadas de tecido muscular com disposição longitudinal (MI) e transversal (Mt) ao VDM. Aumento de 1.000x.

No lúmen do VDM há inúmeros espermátóforos de formato ovóide (tamanho médio: $54,20 \pm 17,84 \mu\text{m} \times 30,04 \pm 11,77 \mu\text{m}$) imersos em secreção positiva para reação de PAS (Figura 19).

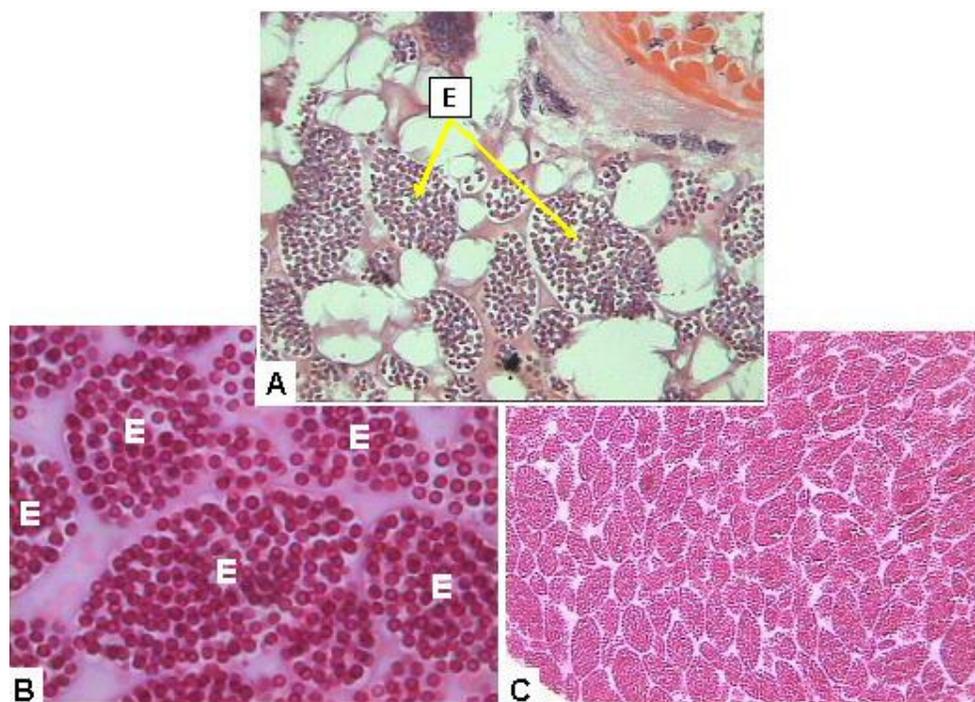


Figura 19. Espermátóforos (E) na luz do Vaso Deferente Médio. **A)** Aumento de 400x. Coloração em HE. **B)** Espermátóforos imersos em secreção positiva para

reação de PAS. Aumento de 1.000x. Reação histoquímica de PAS. **C)** Aumento de 200x. Reação histoquímica de PAS.

Vaso deferente posterior (VDP)

- Estrutura macroscópica

O VDP tem origem na porção final do VDM, apresentando um grande número de evaginações na parede deste vaso. De coloração esbranquiçada, o VDP tem localização posteroventral no cefalotórax.

- Histologia

O VDP é revestido por duas camadas, externamente por tecido muscular e, logo abaixo, por um epitélio cilíndrico com núcleos irregulares. Internamente, as evaginações, estruturas que caracterizam o VDP, são preenchidas por secreção positiva para a reação de PAS, que indica a presença de polissacarídeos. No entanto, a presença de espermatozoides em seu lúmen não é freqüente, sendo observada em menor quantidade (Figura 20 e Figura 21).

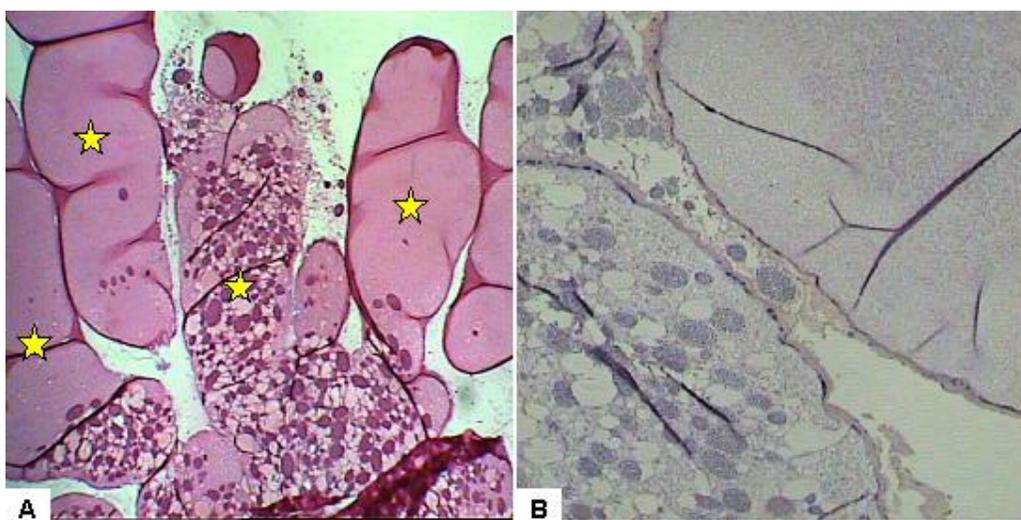


Figura 20. VDP em corte transversal. Evaginações do VDP, indicadas pelas estrelas, apresentando distribuição irregular dos espermatozoides. **A)** Secreção e espermatozoides positivos para reação histoquímica de PAS. Aumento de 40x. **B)** Coloração em HE. Aumento de 100x.

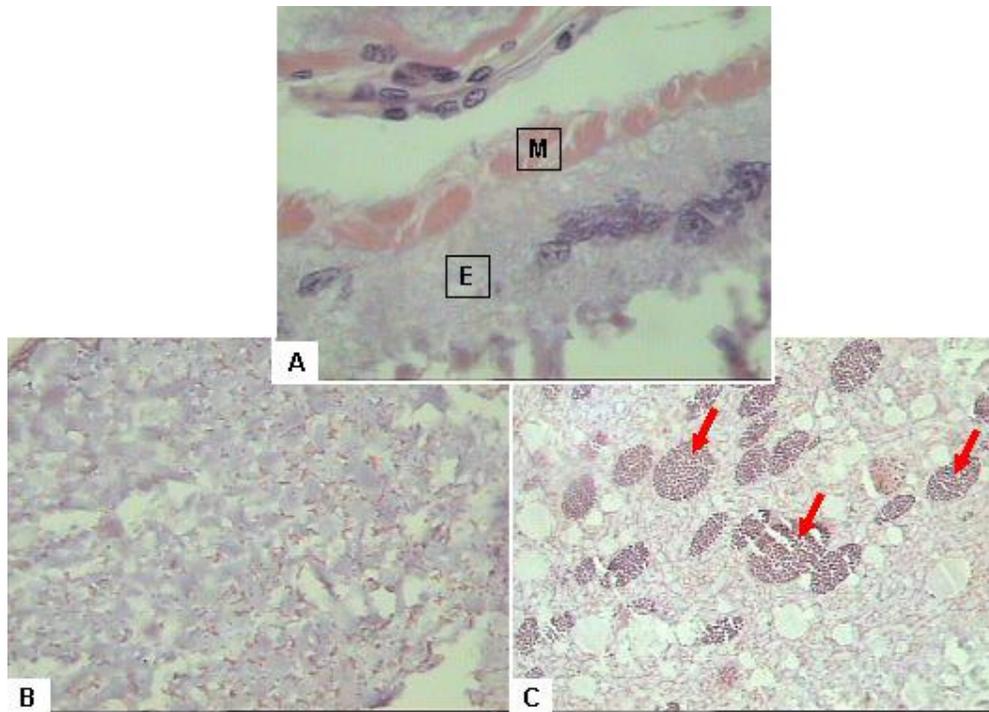


Figura 21. VDP em corte longitudinal. Coloração em HE. **A)** Parede do VDP com destaque para as camadas: muscular (M) e epitelial (E). Aumento de 1.000x. **B)** Lúmen do VDP rico em secreção, porém em ausência de espermatozóides. Aumento de 400x. **C)** Setas indicam espermatozóides imersos em secreção no interior do VDP. Aumento de 200x.

Ducto ejaculador (DE)

- Estrutura macroscópica

A partir de cada VDP inicia-se um ducto ejaculador. O par de DE são túbulos delgados localizados posteroventralmente, abaixo da musculatura torácica do 5º par de pereiópodos. Cada ducto ejaculador conduz os espermatozóides ao pênis correspondente.

- Histologia

O DE é revestido por uma espessa camada de fibras musculares, cujos feixes são dispostos transversalmente à luz do ducto (Figura 22). Logo abaixo desta camada, há um epitélio pseudoestratificado, que recobre a lúmen, geralmente preenchido por espermatozóides e secreção positiva para reação de PAS.

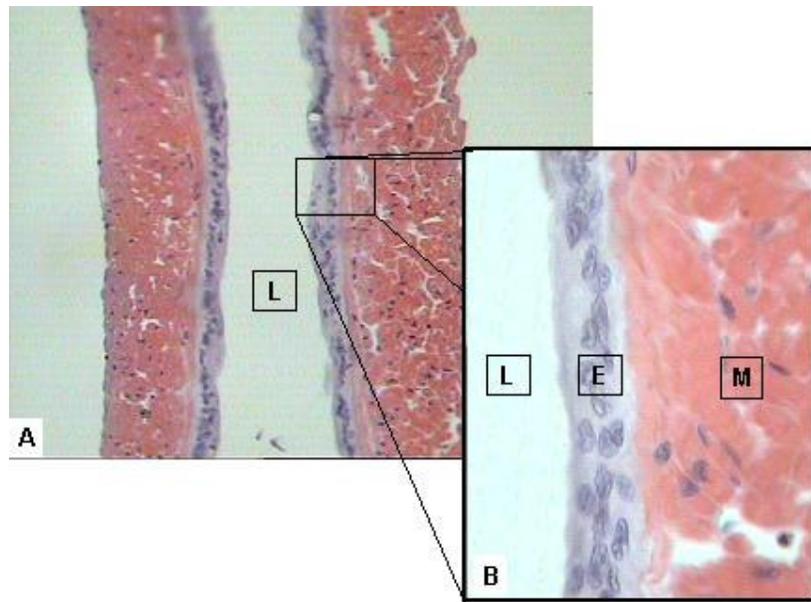


Figura 22. Ducto eejaculador em corte longitudinal com indicação para o lúmen (L), o epitelio pseudoestratificado (E) e a camada de tecido muscular (M). Coloração em HE. **A)** Aumento de 200x. **B)** Aumento de 1.000x.

Externamente, disperso de modo descontínuo sobre o tecido muscular do DE, há tecido glandular, com citoplasma basófilo, volumoso e vacuolizado, além de núcleos esféricos (Figura 23).

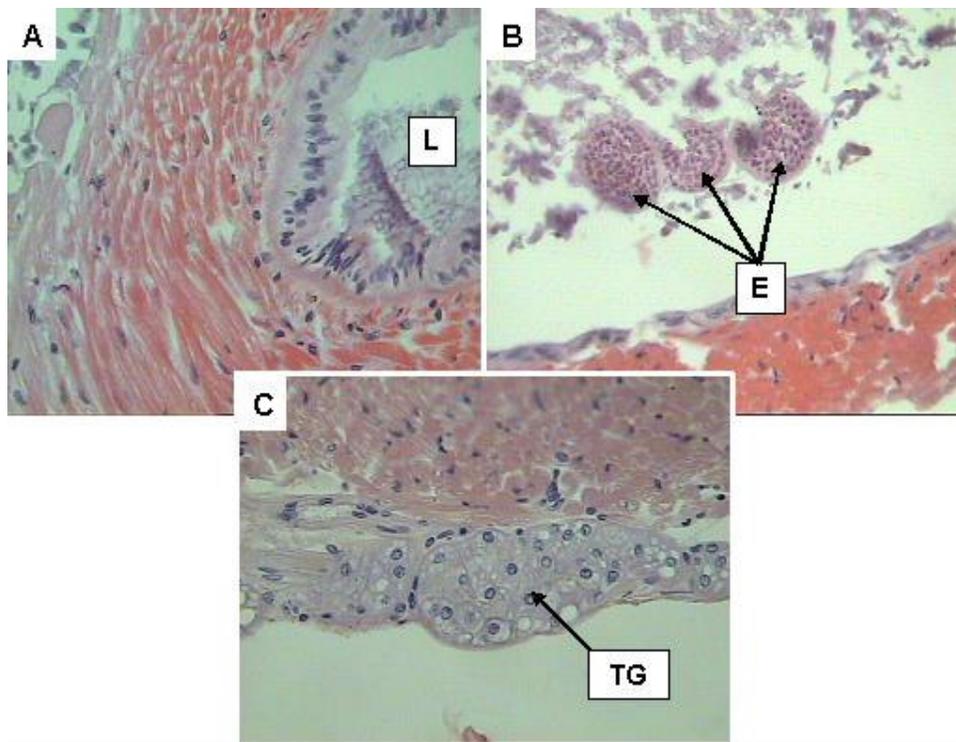


Figura 23. **A)** Ducto eejaculador em corte transversal. Lúmen (L). **B)** Espermatóforos (E) na luz do ducto. **C)** Tecido glandular. Aumento de 400x. Coloração em HE.

Pênis

- Estrutura macroscópica

De formato cônico, os pênis são estruturas localizadas na base do 5º par de pereiópodos, no esternito do oitavo segmento torácico, podendo atingir, segundo Pinheiro & Fiscarelli (2001), cerca de 8 mm em espécimes de maior porte. Durante a cópula, os espermátóforos são conduzidos do pênis ao primeiro par de pleópodos (gonopódios), estrutura esta responsável pelo transporte dos gametas à fêmea e que, em alguns Brachyura, possui tecido glandular responsável pela produção de secreções que protegem os espermátóforos e atuam como lubrificantes (Beninger & Larocque, 1998).

- Histologia

O pênis é formado por uma espessa camada tecidual, constituída por epitélio cubóide com cutícula de quitina como camada mais externa. Sob este epitélio, há tecido conjuntivo frouxo, tecido muscular estriado e epitélio pavimentoso, este último revestindo a luz do pênis. Próximo à base do pênis, entre a camada de tecido conjuntivo frouxo e tecido muscular, há tecido glandular (Figura 24).

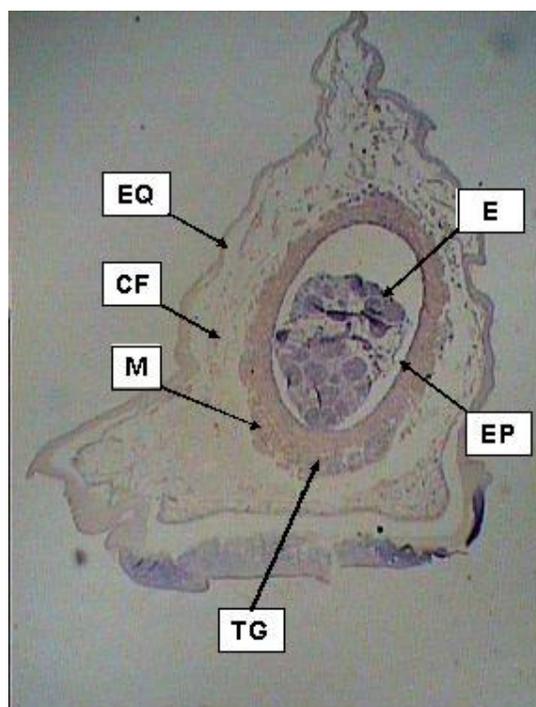


Figura 24. Corte transversal do pênis que permite visualizar: epitélio com cutícula de quitina (EQ), tecido conjuntivo frouxo (CF), tecido muscular (M) e tecido glandular (TG), epitélio pavimentoso (EP) e espermátóforos (E) imersos em secreção. Aumento de 40x. Coloração de HE.

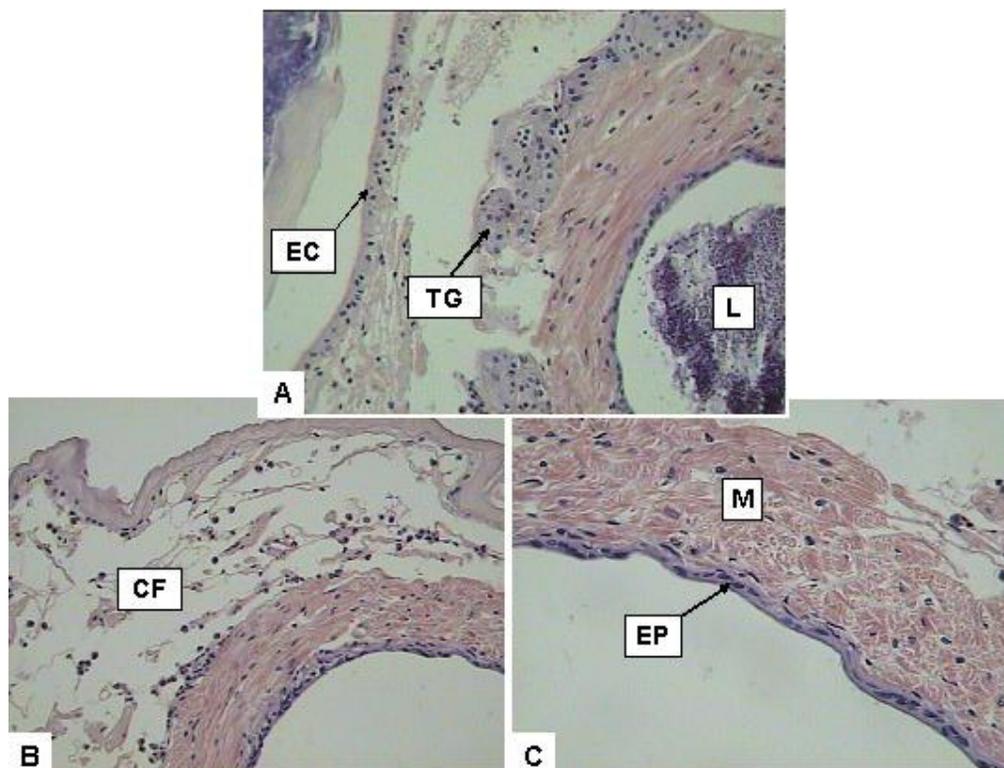


Figura 25 Pênis em corte transversal. **A)** Lúmen (L) preenchido com espermátóforos e secreção, tecido glandular (TG), epitélio cubóide com cutícula (EC). Aumento de 200x. **B)** Tecido conjuntivo frouxo (CF). Aumento de 400x. **C)** Tecido muscular (M), epitélio pavimentoso (EP). Aumento de 400x. Coloração em HE.

Anatomia do aparelho reprodutivo feminino

Externamente, as fêmeas apresentam abdome largo, cobrindo totalmente os esternitos. Na face interna do abdome há pleópodos, estruturas em que os ovos permanecem aderidos durante a embriogênese, até a eclosão das larvas. Localizados medialmente, estão os gonóporos, poros operculados localizados no esternito do sexto segmento torácico e que permitem a penetração dos espermátóforos durante a cópula (Figura 26).

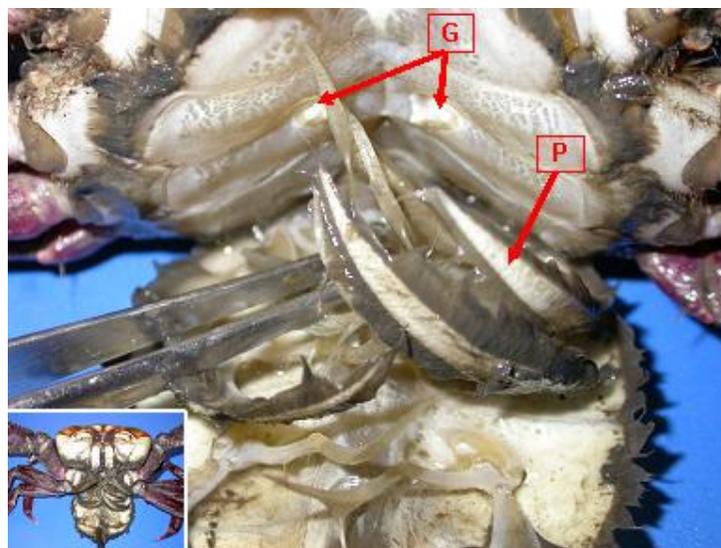


Figura 26. Vista ventral de exemplar fêmea de *U. cordatus*, com abdome rebatido. As setas indicam gonóporos (G) e pleópodos (P).

O aparelho reprodutivo feminino de *U. cordatus* é bilateral, com o formato semelhante à letra “H” (Figura 27). Constituído por um par de ovários conectados por uma ponte de tecido ovariano e um par de espermatecas. As espermatecas são ligadas aos gonóporos.



Figura 27. Aparelho reprodutor feminino de *U. cordatus*. **A)** A seta indica o ovário, em coloração roxa, e posicionado dorsalmente no cefalotórax. **B)** Ovírio dissecado (Ov) ligado as espermatecas (Es).

Ovários

- Estrutura macroscópica

Os ovários estão posicionados homologicamente aos testículos, dorsalmente no cefalotórax. Com formato curvilíneo na porção anterodorsal, prolongam-se até a parte posterior do cefalotórax. Na porção medial, os ovários se comunicam através de uma

expansão transversal, localizada dorsalmente ao estômago. À medida que ocorre a vitelogênese, o volume ovariano tende a aumentar e a sua coloração se altera. As colorações ovarianas observadas foram aqui classificadas como: incolor a translúcida, creme, amarela, alaranjada, marrom e roxa, quando os ovócitos são visíveis individualmente.

- Histologia

Os ovários são revestidos externamente por tecido conjuntivo. Internamente, há células germinativas (ovogônias e ovócitos em diferentes estágios de maturação) e células foliculares (células acessórias ou estroma mesodermal). As células foliculares têm papel fundamental na sustentação do ovário, além de atuar, segundo Krol *et al.* (1992), na vitelogênese.

A vitelogênese é observada durante a ovogênese, processo reprodutivo que pode ser dividido em várias fases e se caracteriza pela produção e maturação dos gametas femininos. As últimas fases da ovogênese são caracterizadas pelo acúmulo de proteína vitelínica e pelo crescimento dos ovócitos, com significativo aumento do diâmetro celular (Tsukimura, 2001). Com base nas alterações morfológicas observadas nas células germinativas de *U. cordatus*, estas foram classificadas quanto à fase de maturação, como descrito a seguir:

OVOGÔNIAS: células germinativas iniciais

Com diâmetro médio de $9,68 \pm 1,50 \mu\text{m}$ (n= 117) as ovogônias possuem um núcleo claro, com grânulos de cromatina dispostos próximos à membrana nuclear. Envolvendo o núcleo há uma reduzida camada de citoplasma basófilo. As ovogônias se localizam nos centros germinativos (faixas de proliferação), estando muitas vezes em processo de divisão celular. Os centros germinativos são envolvidos por células foliculares, que formam um epitélio pavimentoso simples, e se localizam próximos à luz da gônada (Figura 28).

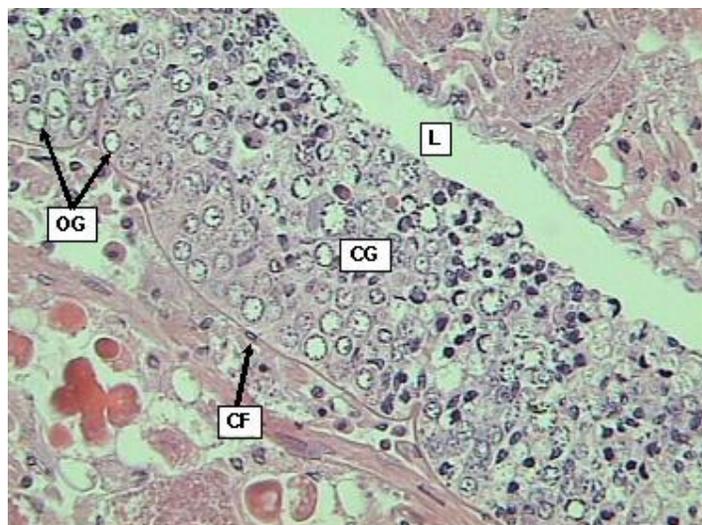


Figura 28. Ovário em secção longitudinal. Centro germinativo (CG) próximo à luz da gônada (L) envolvido por células foliculares (CF), com destaque para ovogônias (OG) presentes em grande quantidade. Coloração em HE. Aumento de 400x.

OVÓCITO I: ovócitos basófilos de citoplasma reduzido

Apresentando diâmetro médio de $16,78 \pm 2,73 \mu\text{m}$ ($n= 116$), os ovócitos I são observados nos centros germinativos, próximos as ovogônias. Possuem citoplasma delgado e basófilo, com um núcleo claro e nucléolos dispostos próximos a carioteca. Um nucléolo maior que os demais muitas vezes é observado (Figura 29).

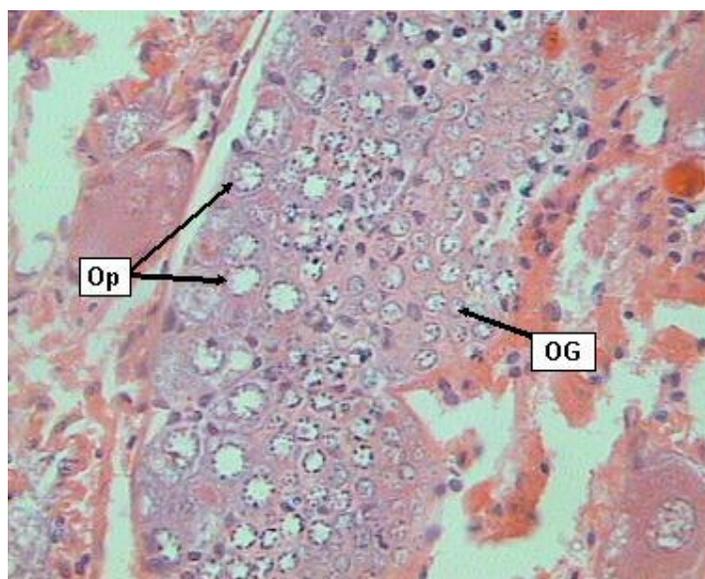


Figura 29. Ovário em secção longitudinal. Centro germinativo contendo ovogônias (OG) e ovócitos primários (Op). Aumento de 400x. Coloração em HE.

OVÓCITO II: ovócitos pré-vitelogênicos

Nesta fase, os ovócitos apresentam citoplasma basófilo, embora possa haver a presença de glóbulos eosinófilos e vacuolização. Apresentam núcleo central claro, com vários nucléolos pequenos e um maior, com diâmetro médio de $3,94 \pm 0,90 \mu\text{m}$, dispostos próximos a carioteca. Ovócitos II têm diâmetro celular médio de $39,14 \pm 7,24 \mu\text{m}$ ($n= 123$) e podem ser observados dentro dos centros germinativos ou dispersos ao longo do ovário (Figura 30).

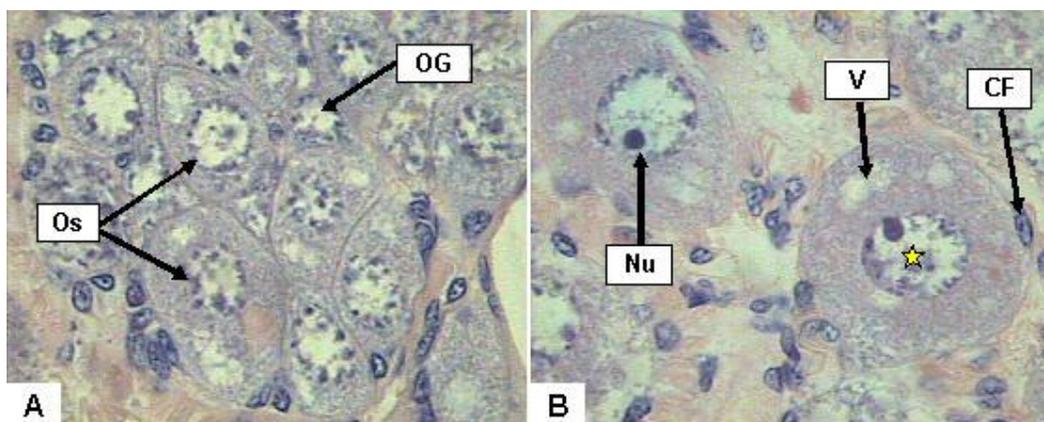


Figura 30. Ovário em secção longitudinal. Ovócitos II. Aumento de 1.000x. Coloração em HE. **A)** Ovócitos II (Os) e ovogônias (OG) no centro germinativo. **B)** Destaque para o nucléolo (Nu), vacúolo intracitoplasmático (V) e núcleo (estrela) dos ovócitos II rodeados por células foliculares (CF).

OVÓCITO III: ovócitos em vitelogênese com citoplasma levemente eosinófilo

Os ovócitos III têm diâmetro médio de $68,53 \pm 12,48 \mu\text{m}$ ($n= 124$) e núcleo claro, com cromatina granular dispersa e um nucléolo lateralizado. No citoplasma são observadas gotículas lipídicas e gotículas levemente eosinófilas (acidófilas) também positivas para reação de PAS (Figura 31).

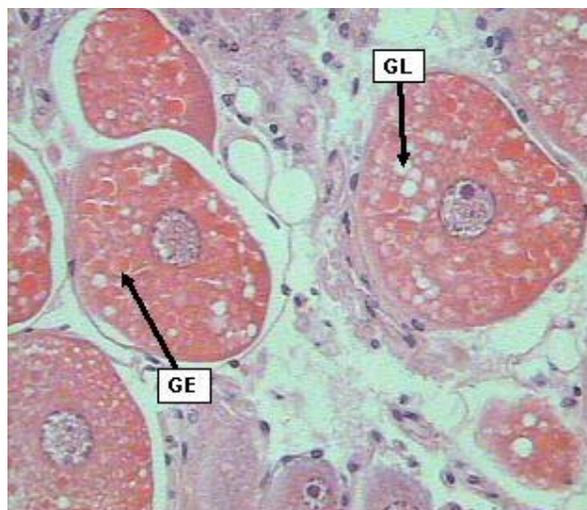


Figura 31. Ovário em secção longitudinal. Ovócito III com destaque para gotículas eosinófilas (GE) e de lipídio (GL) intracitoplasmáticas. Aumento de 400x. Coloração em HE.

OVÓCITO IV: ovócitos em vitelogênese com citoplasma eosinófilo e núcleo condensado

Nesta fase, os ovócitos sofrem uma intensa redução do diâmetro nuclear, que apresenta elevada basofilia, grânulos de cromatina e um nucléolo localizado próximo a carioteca. O diâmetro celular médio é de $122,22 \pm 19,79 \mu\text{m}$ ($n= 130$) e o citoplasma contém muitos glóbulos lipídicos e glóbulos eosinófilos também positivos para a reação de PAS (Figura 32).

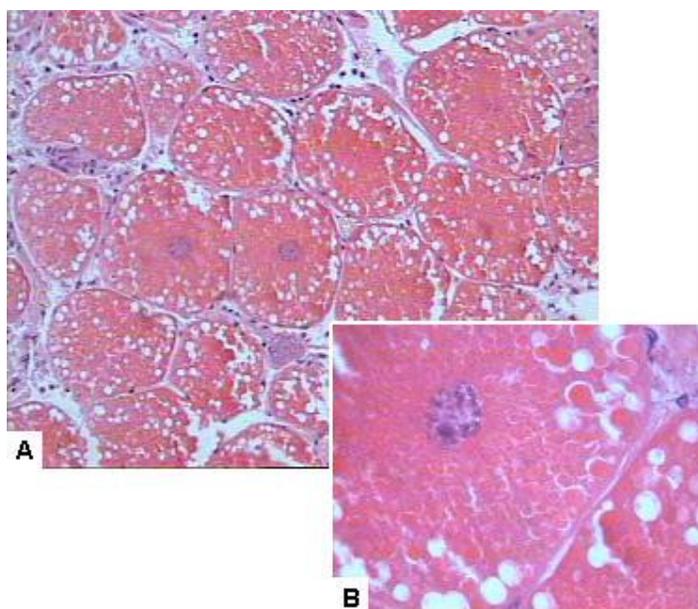


Figura 32. Ovário em secção longitudinal. Ovócitos IV. Coloração em HE. **A)** Aumento de 200x. **B)** Aumento de 1.000x

OVÓCITO V: ovócitos maduros

Com a vitelogênese completada, os ovócitos V têm diâmetro médio de $196,44 \pm 26,85 \mu\text{m}$ (n= 136) e formato geralmente poliédrico, com os cantos arredondados. O núcleo e o citoplasma mantêm as características da fase anterior, embora a presença de glóbulos maiores não seja observada próximo ao núcleo. Com o grande aumento de volume celular, as células foliculares que envolvem os ovócitos se distendem, apresentando aspecto pavimentoso (Figura 33).

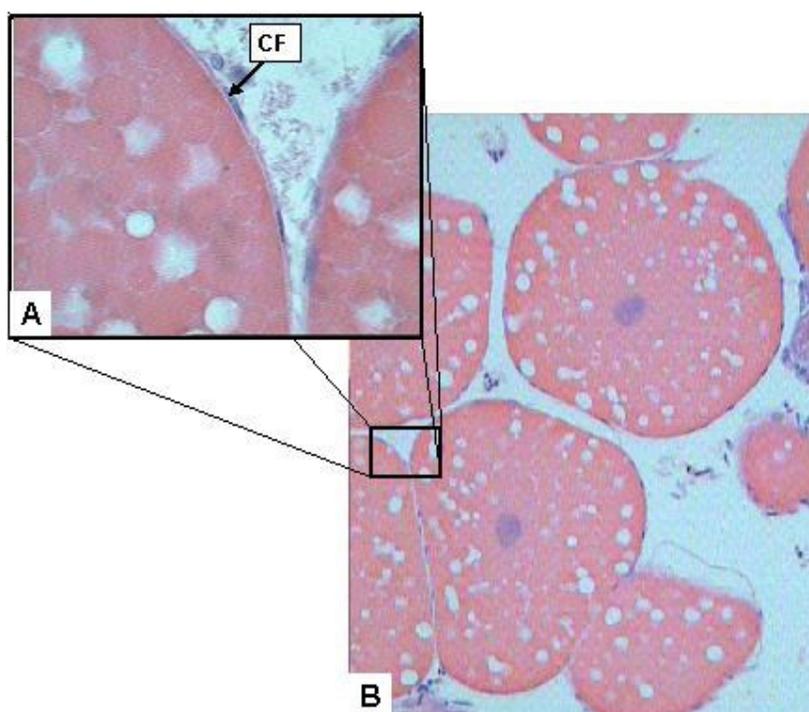


Figura 33. Ovário em secção longitudinal. Ovócito V. Coloração em HE. **A)** Destaque para células foliculares (CF) alongadas. Aumento de 1.000x. **B)** Aumento de 200x.

Durante o processo de ovogênese há aumento de diâmetro celular (Figura 34), resultando em um ovócito V cerca de vinte vezes maior que uma ovogônia.

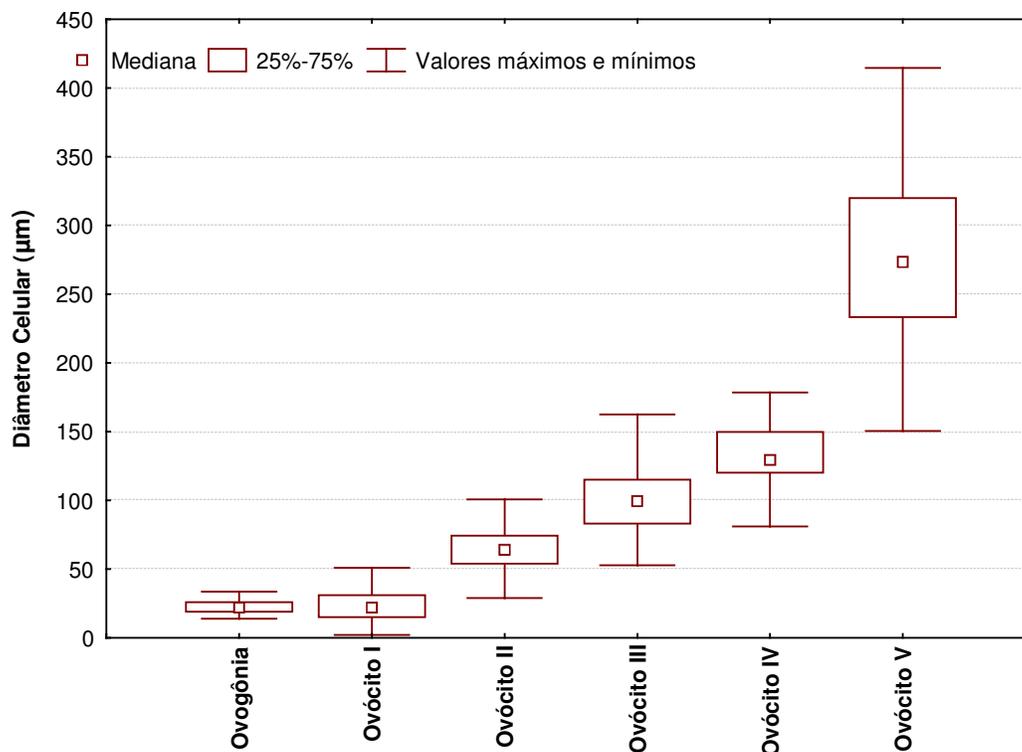


Figura 34. Variação do diâmetro ovocitário nos diferentes estágios de vitelogênese de *U. cordatus*.

A prevalência e distribuição de diferentes fases de desenvolvimento das células germinativas variam durante o processo de maturação ovariana. Nesse período, quando as espermatogônias dão origem aos ovócitos V, há momentos em que a prevalência de determinada fase é marcante, permitindo a delimitação de diferentes estágios de maturação (Figura 35). Neste trabalho, propõem-se a classificação do processo de maturação ovariana em cinco estágios:

E1 (Estágio 1 - *Ovário imaturo*): Neste estágio são observados apenas centros germinativos (ovogônias e ovócitos I) e ovócitos II, sendo que estes são responsáveis pelo maior volume de preenchimento do ovário.

E2 (Estágio 2 - *Ovário em maturação inicial*): Ovários em estágio II possuem ovogônias e ovócitos I, II e III, embora os ovócitos III estejam em maior quantidade.

E3 (Estágio 3 - *Ovário em maturação final*): No estágio 3 há prevalência de ovogônias e ovócitos I, II, III e IV, com predominância para a fase IV.

E4 (Estágio 4 - *Ovário maturo*): Apenas ovogônias e ovócitos I, II e V são observados neste estágio, com maior predominância para o ovócito V, que ocupa um grande volume gonadal, e em pequena quantidade a ovócito I.

E5 (Estágio - *Ovário em regeneração*): Esta fase se caracteriza pela presença de ovócitos V em processo de reabsorção e a reestruturação gonadal, com aumento da quantidade de centros germinativos e ovócitos II. Também podendo ser observados espaços vazios ao longo da gônada (Figura 36).

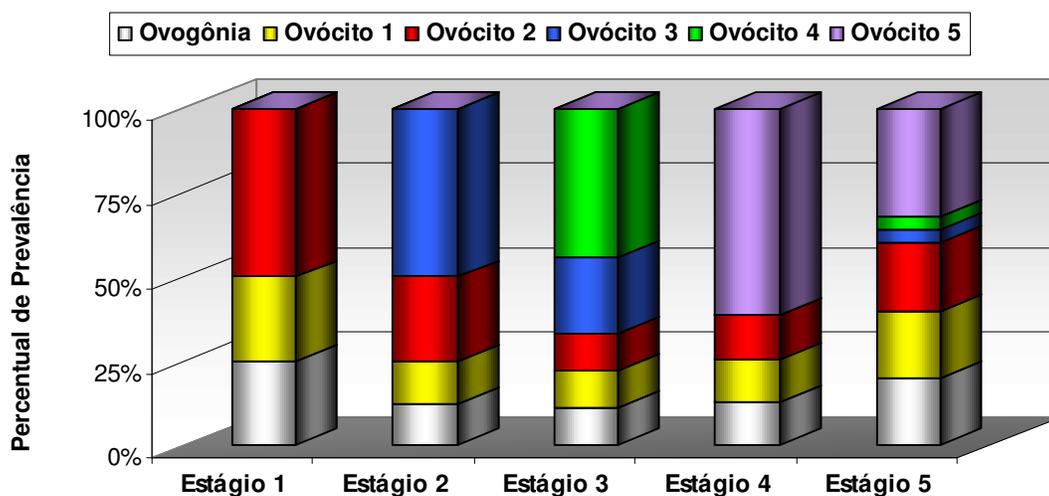


Figura 35. Representação gráfica da prevalência das diferentes fases de ovócitos durante a maturação ovariana de *U. cordatus*, de acordo com a classificação proposta.

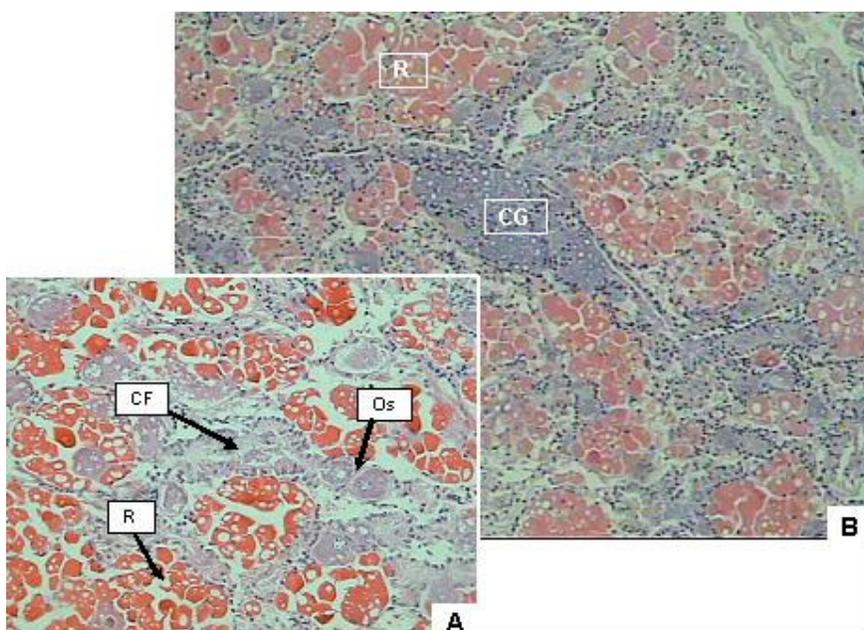


Figura 36. Ovário em regeneração. Coloração em HE. **A)** Destaque para ovócitos V em processo de reabsorção (R) entremeados por ovócitos II (Os) e células

foliculares (CF). Aumento de 200x. **B)** Centro germinativo (CG) próximo a ovócitos V em reabsorção (R). Aumento de 100x.

Importante destacar que, embora observada com menor frequência, algumas fêmeas ovígeras apresentaram ovários em regeneração com grande quantidade de ovócitos III e IV. Nestas fêmeas, a quantidade de ovócitos V atrésicos e sendo reabsorvidos era pequena, destacando-se as células germinativas em processo de vitelogênese (Figura 37).

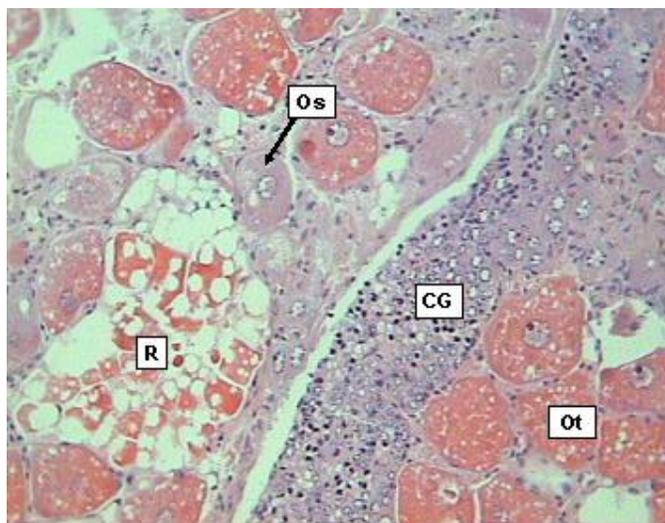


Figura 37. Ovário em estágio V de fêmea ovígera com ovócito V em reabsorção (R), ovócitos III (Ot), ovócito II (Os) e centro germinativo (CG). Aumento de 200x. Coloração em HE.

Em alguns exemplares, em diferentes estágios de maturação, foi observada a presença de tecido conjuntivo esponjoso (TCE) envolvendo externamente o ovário (Figura 38).

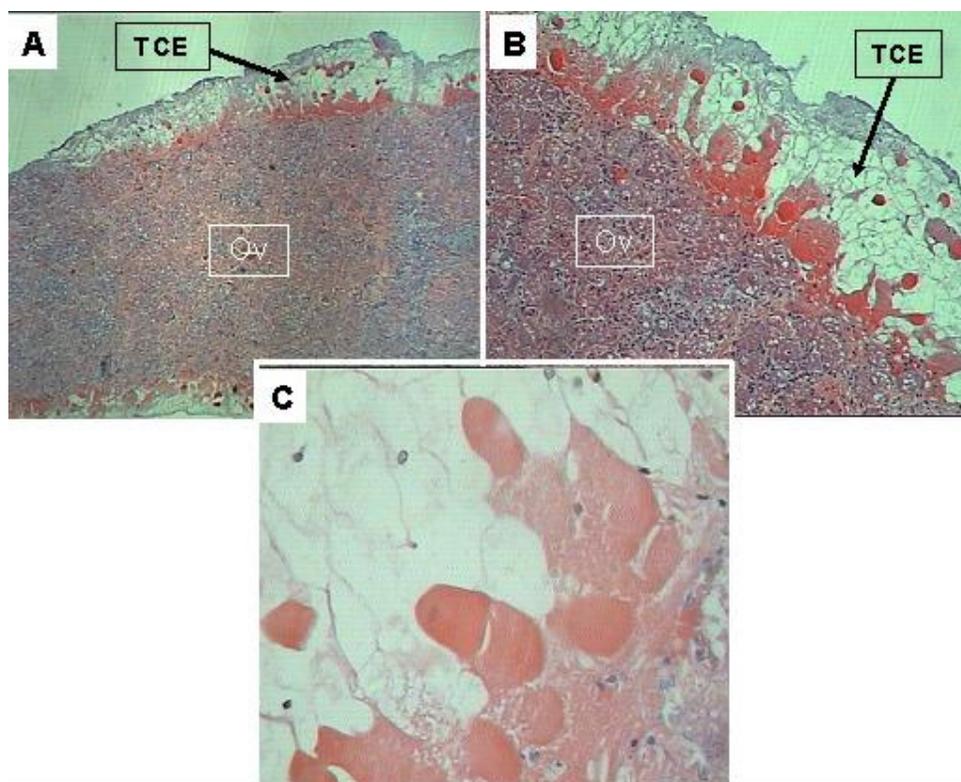


Figura 38. Tecido Conjuntivo Esponjoso (TCE) envolvendo o ovário (Ov). Coloração em HE. **A)** Aumento de 40x. **B)** Aumento de 100x. **C)** Destaque para TCE. Aumento de 400x.

Espermatecas

- Estrutura macroscópica

As espermatecas (receptáculos seminais) constituem um par de estruturas esféricas de coloração translúcida, esbranquiçada, branca ou bege, podendo apresentar pontos de pigmentação alaranjada ou cinza (Figura 39). Elas têm a função de armazenar os espermatóforos até que a fêmea esteja apta para a fecundação.

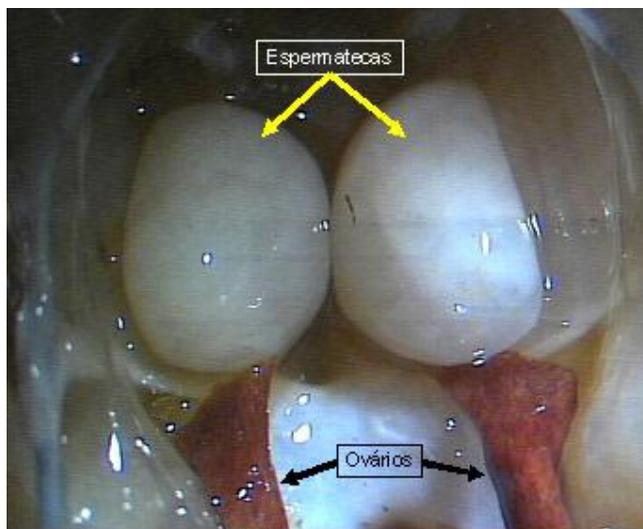


Figura 39. Vista dorsal das espermatecas ligadas aos ovários. Aumento de 6,3x sob microscópio estereoscópico.

Com parede delgada que se rompe facilmente quando manipulada, as espermatecas se localizam lateralmente ao intestino médio, posteriormente ao gânglio nervoso ventral, e entre a musculatura torácica dos pereiópodos. Cada espermateca está ligada a um delgado canalículo, que inicia no ovário, e ao oviduto, canal de parede espessa que se liga ao gonóporo. O par de gonóporos são aberturas localizadas no abdome, no segmento correspondente ao terceiro par de pereiópodos, e possibilitam o trânsito de espermátóforos e ovos.

- Histologia

A parede da espermateca é constituída por um epitélio escamoso estratificado. À medida que há aproximação com o oviduto, a camada interna da parede da espermateca passa a apresentar vilosidades formadas por epitélio cilíndrico, revestido por uma fina cutícula em sua porção apical. Logo abaixo deste epitélio, há tecido conjuntivo frouxo, recoberto por uma espessa camada de tecido conjuntivo denso, que, assim como as vilosidades, prolonga-se até o +-oviduto (Figura 40).

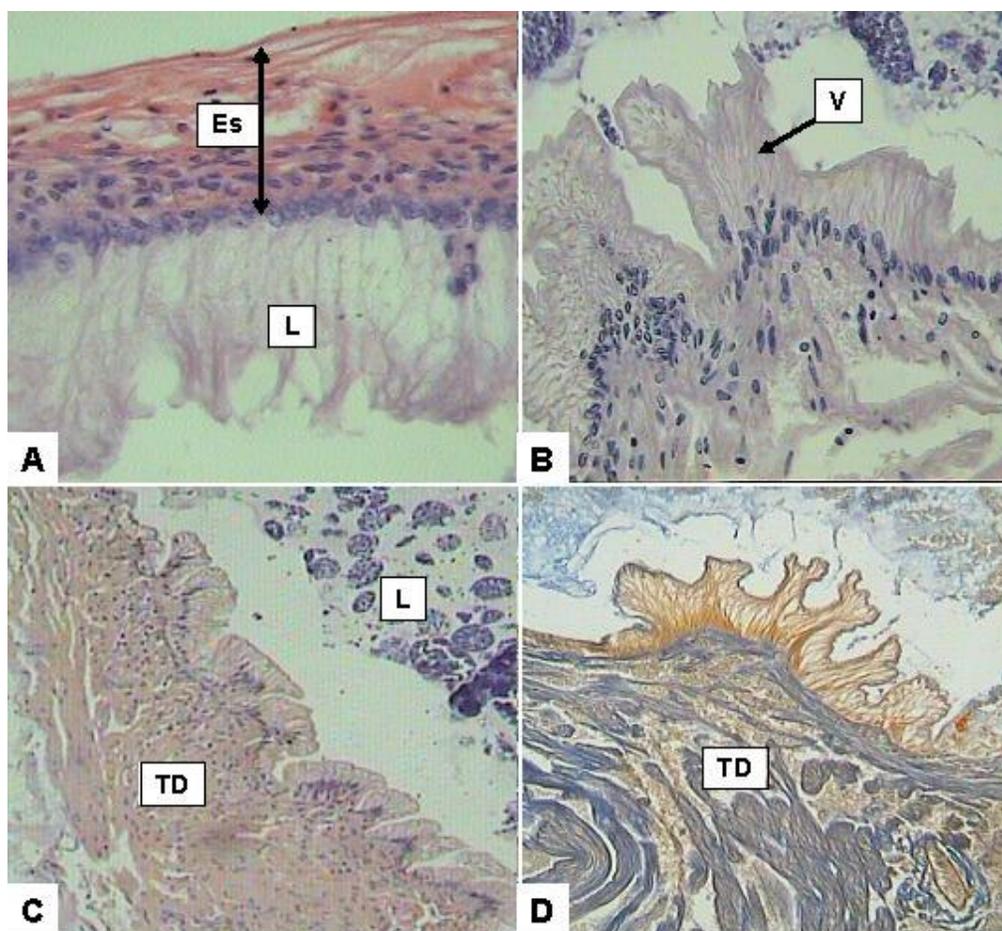


Figura 40. Fotomicrografia de secção longitudinal da espermateca. **A)** Em destaque epitélio escamoso estratificado (Es) recobrendo a luz (L) da espermateca. Aumento de 400x. Coloração em HE. **B)** Vilosidades (V) na parede da espermateca. Aumento de 400x. Coloração em HE. **C)** Região próxima ao oviduto, com indicação para a camada de tecido conjuntivo denso (TD) e a luz (L) da espermateca preenchida por espermátóforos. Aumento de 100x. Coloração em HE. **D)** Parede da espermateca com espessa camada de tecido conjuntivo denso (TD). Aumento de 200x. Coloração em Tricrômico de Mallory.

Em alguns exemplares foi observada elevada pigmentação da parede de uma ou ambas espermatecas, tornando-as, geralmente, pretas (Figura 41).

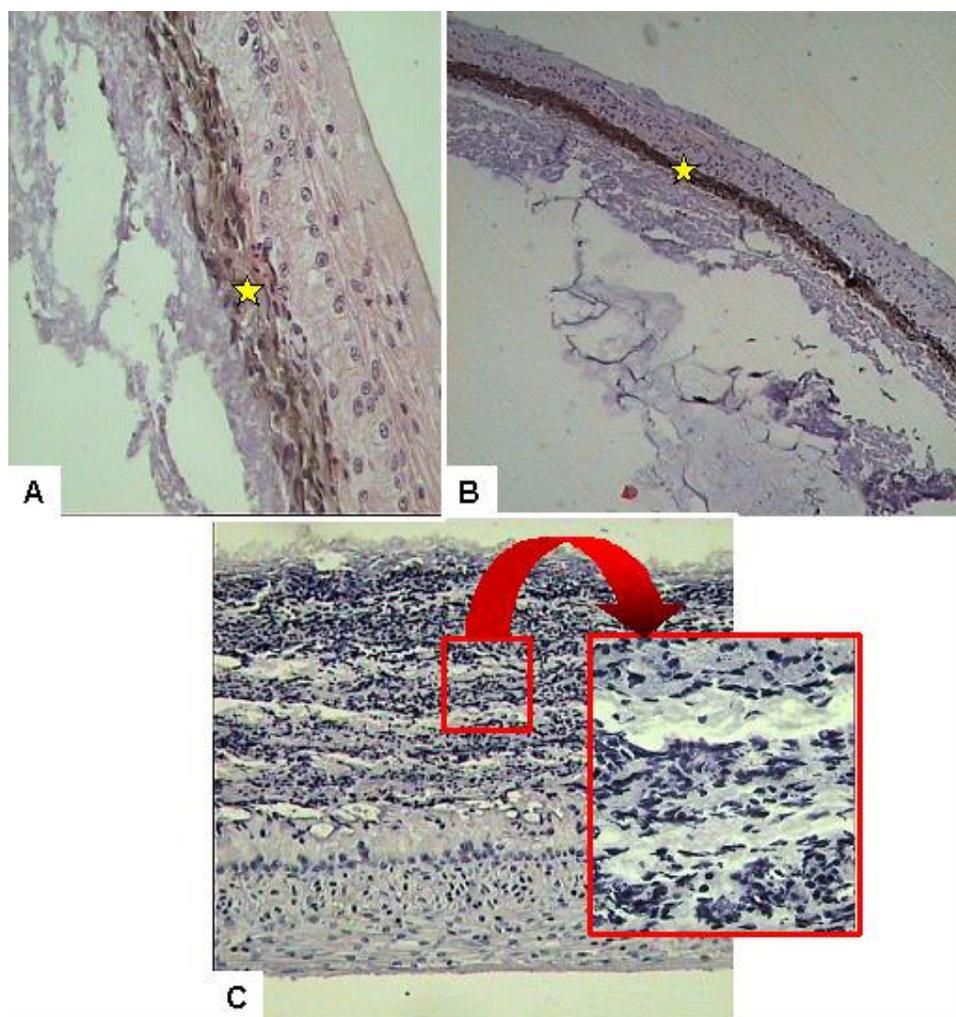


Figura 41. Secção longitudinal de espermateca com a parede pigmentada. Coloração em HE. **A)** A estrela indica a região pigmentada. Aumento de 400x. **B)** Extensa área de pigmentação (estrela). Aumento de 100x. **C)** Camada pigmentada espessa (aumento de 400x) em destaque (aumento de 1.000x).

Na luz da espermateca são comumente observados espermatozóides contendo espermatozóides viáveis e inviáveis, imersos em secreção positiva para a reação de PAS. A caracterização dos espermatozóides quanto à viabilidade foi realizada com base nos resultados da coloração de HE e reação de PAS, uma vez que espermatozóides inviáveis perdem a acidofilia e tornam-se fracamente basófilos, além de serem negativos para reação de PAS. É importante ressaltar que, durante todo o período de estudo, em 100% das fêmeas, havia espermatozóides viáveis na luz da espermateca.

Em menor frequência foi observada a presença de ovócitos em fase V no interior da espermateca, conforme observado nas Figura 42C e D.

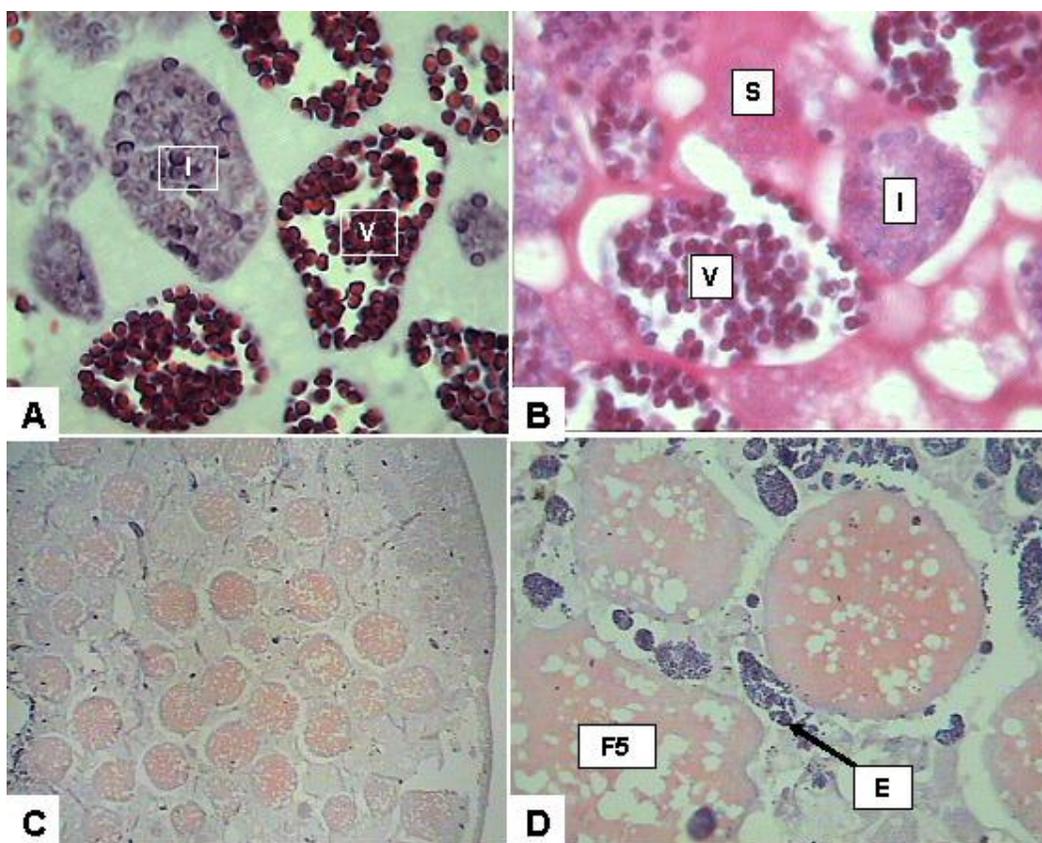


Figura 42. **A)** Espermátóforos contendo espermatozóides inviáveis (I) e viáveis (V) no interior da espermateca. Aumento de 400x. Coloração em HE. **B)** Espermatozóides viáveis (V) e inviáveis (I) imersos em secreção (S) positiva para reação de PAS. Aumento de 1.000x. **C)** Ovócitos em fase V na luz da espermateca. Aumento de 40x. Coloração em HE. **D)** Ovócitos em fase V envolvidos por espermátóforos (E). Destaque para ovócito com alteração celular observada pela perda de conformação (F5). Aumento de 200x.

Durante esse estudo não foi possível identificar o local de conexão entre o ovário e a espermateca, onde ocorre a passagem dos ovócitos. Observou-se apenas um delgado canalículo que tem início no ovário, como prolongamento da luz deste órgão, e se posiciona paralelamente à parede da vesícula seminal até aproximar-se a saída da espermateca (Figura 43).

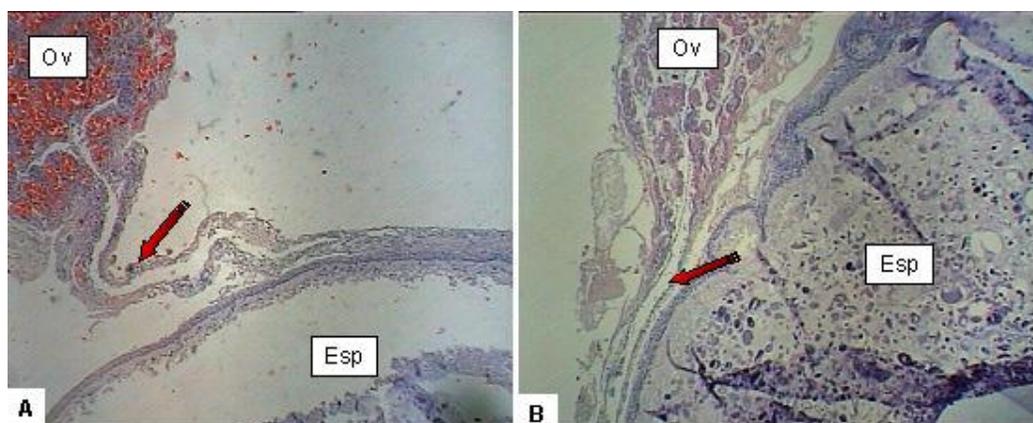


Figura 43. As setas indicam o canalículo de ligação entre o ovário (Ov) e a espermateca (Esp). Coloração em HE. **A)** e **B)** Aumento de 40x.

4. DISCUSSÃO

Estudos que descrevam a anatomia e a histologia do aparelho reprodutor masculino são escassos. A primeira tentativa de classificação das regiões deste aparelho foi realizada por Alves (1975), a qual foi baseada em aspectos anatômicos e histológicos. No presente estudo, também foram descritas as regiões do aparelho reprodutor masculino por meio da anatomia e da histologia. Entretanto, este trabalho se diferencia dos demais por ser o primeiro a descrever a espermatogênese e as morfologias macroscópica e microscópica do aparelho reprodutivo masculino de *U. cordatus* de forma detalhada.

Em todos os exemplares machos analisados, os testículos estavam em processo de espermatogênese, sugerindo que este processo tenha ocorrido na Baía de Antonina durante todo o ano. Portanto, em machos, a produção de gametas é constante, não havendo interferência sazonal ou em virtude da época de acasalamento.

A observação dos vasos deferentes por Alves (1975) permitiram que esta autora classificasse o aparelho reprodutor masculino em três estágios de maturação. Esta classificação foi determinada quanto à ausência de espermatozoides nos túbulos seminíferos e VDM, denominado de estágio I; grande quantidade de espermatozoides no testículo e VDM, denominado de estágio II; e, poucos espermatozoides nos testículos e raros no VDM, denominado de estágio III. No presente estudo, no entanto, não se adotou classificação a partir da quantidade de espermatozoides observadas na histologia, uma vez que, em todos os exemplares analisados não houve variação significativa na quantidade de espermatozoides. Em todos os exemplares analisados havia poucos espaços vazios entre os espermatóforos do VDM, inexistindo padrão definido para esta ocorrência. Portanto, a quantidade de espermatozoides se manteve

sem variações perceptíveis ao longo do ano. Este dado se justifica pela espermatogênese constante, observada de outubro de 2002 a março de 2005 em todos os indivíduos analisados.

O epitélio glandular localizado sobre a parede do ducto deferente de *U. cordatus*, descrito neste trabalho, assemelha-se ao denominado por Charniaux-Cotton (1960) como Glândula Androgênica. A função deste tecido glandular não foi pesquisada no presente trabalho, embora Charniaux-Cotton (op. cit.) afirme que em *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758) e no anfípoda *Orchestia gammarellus* (Pallas, 1766), esta glândula tenha a função de induzir o desenvolvimento de caracteres sexuais masculinos primários e secundários.

No presente trabalho é proposta uma nova classificação das células germinativas e da maturação gonadal, fundamentadas em dados histológicos de tamanho e morfologia celular. Estudos também foram feitos quanto à histologia das espermatecas e suas ligações com os ovários e gonópodos.

Nakamura (1979) classificou os ovócitos em quatro estágios, com a presença de grânulos basófilos intracitoplasmáticos em ovócitos IV. No entanto, na presente dissertação, identificou-se cinco estágios, sendo o último constituído por grânulos eosinófilos, inexistindo conteúdo basófilo intracitoplasmático. Também é importante ressaltar que foram descritos centros germinativos (zona de proliferação) próximos a toda extensão da luz do ovário, diferente do descrito por Nakamura (op. cit.) que observou estas formações celulares apenas na comissura transversal do ovário.

No presente trabalho foram observados ovócitos II com bastante freqüência em ovários de estágio 5, diferente do descrito por Dalabona (op. cit.), que em seus estudos não verificou a presença deste tipo celular. Observou-se também a presença de ovócitos II em todos os estágios de desenvolvimento. Durante o estágio 5 foram observados, em grande parte dos indivíduos, apenas células germinativas viáveis nas fases I e II, presença justificada para a manutenção de estoques de reserva, enquanto que os ovócitos em fase V estavam em atresia e reabsorção. Deste modo, pode-se afirmar que *U. cordatus* apresenta desova do tipo total, uma vez que após a eliminação de ovócitos maduros, os remanescentes são reabsorvidos, restando apenas fases iniciais. No entanto, em algumas fêmeas ovígeras havia grande quantidade de ovócitos III e IV, fato que poderiam indicar a ocorrência de uma segunda desova ainda na mesma estação, corroborando o observado por Góes *et al.* (2000) e por Sampaio (2002).

Góes *et al.* (op. cit.) classificaram os estágios de maturação a partir de aspectos macroscópicos, variações da relação gonadossomática de fêmeas e a etologia reprodutiva, propondo o estágio “parcialmente desovado”, em que há

simultaneamente características de estágio maturo e em recuperação. Sampaio (2002), por sua vez, descreveu a ocorrência de desova múltipla em *U. cordatus* devido ao aparecimento do estágio parcialmente desovado, no qual o ovário apresentou simultaneamente características dos estágios: maturo e em recuperação.

Ligado aos ovários de alguns exemplares identificou-se a presença de tecido conjuntivo esponjoso (TCE). Este tecido não havia sido descrito em ovários de *U. cordatus*, sendo observado por Johnson (1980) em *Callinectes* sp. e em *Libinia emarginata* (Leach, 1815). Segundo este autor, o TCE é considerado como o maior sítio de estocagem de glicogênio. Portanto, a presença deste tecido próximo aos ovários sugere o acúmulo de glicogênio para posterior mobilização aos ovócitos durante a vitelogênese.

A passagem dos ovócitos pela espermateca foi registrada por meio de cortes histológicos, que registraram este momento. Este achado corrobora com o que foi descrito para a infraordem Brachyura, que possui fecundação interna realizada, provavelmente, imediatamente anterior à postura (Ruppert & Barnes, 1996).

A partir dos dados obtidos neste estudo, pôde-se verificar que os aparelhos reprodutores masculinos de *U. cordatus* apresentaram constante processo de produção de gametas, diferente do observado em fêmeas, que possuem cinco fases distintas de maturação ovariana. A presença de diferentes fases de desenvolvimento ovariano, diferenciadas pela predominância de determinados tipos celulares e o processo de reabsorção de ovócitos V não desovados, caracteriza a desova total em *U. cordatus*.

5. REFERÊNCIAS

- ALVES, M. I. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus), em mangues do Estado do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, Ceará, v. 15, n. 2, p. 85-91. 1975.
- BEHMER, O. A.; TOLOSA, E. M. C.; FREITAS Nt., A. G. **Manual de Técnicas para Histologia Normal e Patológica**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1976.
- BENINGER, P. G.; LAROCQUE, R. Gonopod tegumental glands: a new accessory sex gland in the Brachyura. **Marine Biology**, v. 132, p. 435-444. 1998.
- CEM-UFPR: Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná. **Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá**. Disponível em: <http://www.cem.ufpr.br/fisica/BPgua.htm>, acessado em: junho de 2006.

CHARNIAUX-COTTON, H. Sex Determinação. in.: **The Physiology of Crustacea – Metabolism and Growth**. Ed. WATERMAN, T. H., New York-USA: Academic Press, Capítulo 13, v. 1. p. 411-447. 1960.

DALABONA, G. **Reprodução e análise biométrica do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* nas Ilhas do Pavaoçá e das Peças, Paraná, Brasil**. Curitiba, 2001. 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

GÓES, P.; SAMPAIO, F. D. F.; CARMO, T. M. S.; TOSO, G. C.; LEAL, M. S. Comportamento e período reprodutivo do caranguejo do mangue *Ucides cordatus*. **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação**, Universidade Federal do Espírito Santo, v. 2, p. 335-345. 2000.

JOHSON, P. T. **The histology of the blue crab**. New York-USA: Praeger Publishers, 1980.

KOLM, H. E.; SCHOENENBERGER; M. F.; PIEMONTE, M. R.; SOUZA, P. S. A.; SCÜHLI, G. S.; MUCCIATTO, M. B.; MAZZUCO, R. Spatial variation of bacteria in surface waters of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.45, n.1, p.27-34. 2002.

KROL, R. M.; HAWKINS; OVERSTREET, R. M. Decapod Crustacea, reproductive components. In.: HARRISON, F. W.; HUMES, A. G. **Volume 10: Microscopy Anatomy of Invertebrates**, capítulo 8, New York – USA: A John Wiley & Sons, INC., Publication, 1992. p. 295-343.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil, in: SEELIGER, U.; KJERFVE, B. **Ecological Studies – Coastal Marine Ecosystems of Latin America**, v. 144, Berlin: Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2001. p. 131-145.

LEITE, M. R. P. **Relações entre a onça-pintada, onça-parda e moradores locais em três unidades de conservação da Floresta Atlântica do Estado do Paraná, Brasil**. Curitiba, 2000. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza), Universidade Federal do Paraná.

MATOS, E.; MATOS, P.; CORRAL, L.; AZEVEDO, C. Ultraestrutura do espermatozóide de *Ucides cordatus* Linnaeus (Crustácea, Ocypodidae) do litoral norte do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 17, n. 3, p. 753-756. 2000.

NAKAMURA, I. T. **Sobre a fenologia de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), (Crustacea, Brachyura), da Baía de Paranaguá**. Curitiba, 1979. 71 f. Dissertação

(Mestrado em Ciências Biológicas, área de Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PINHEIRO, M. A. A.; FISCARELLI, A. G. **Manual de apoio à fiscalização do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Santa Catarina: CEPESUL, 2001.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. ed. 6, São Paulo: Editora Roca Ltda., 1996.

SAMPAIO, F. D. F. **Aspectos reprodutivos relacionados à proteção jurídica do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, decapoda, Brachyura) no Espírito Santo**. Espírito Santo, 2002. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Espírito Santo. Resumo.

TSUKIMURA, B. Crustacean vitellogenesis: its role in oocyte development. **American Zoologist**, v. 41, p. 465-476. 2001.

CAPÍTULO III

CICLO REPRODUTIVO DE *Ucides cordatus* NA BAÍA DE ANTONINA, PARANÁ, BRASIL

RESUMO

O presente trabalho trata do estudo do ciclo reprodutivo de *Ucides cordatus* (caranguejo-uçá) através da histologia ovariana e da distribuição temporal de fêmeas ovígeras no ambiente natural. Exemplares fêmeas de *U. cordatus*, foram coletados mensalmente de outubro de 2002 a março de 2005 na Baía de Antonina, Paraná (25° 25' S; 48° 42' W). Lâminas permanentes foram confeccionadas em Tricrômico de Mallory, Hematoxilina de Harris e Eosina e em reação histoquímica do Ácido Periódico de Schiff. Os ovários foram classificados em cinco estágios (estágio 1 - ovário imaturo, estágio 2 - ovário em maturação inicial, estágio 3 - ovário em maturação final, estágio 4 - ovário maturo e estágio 5 - ovário em regeneração), através da prevalência das células germinativas nas diferentes fases de desenvolvimento. Foram capturadas 367 fêmeas com larguras cefalotorácicas médias de $6,6 \pm 0,75$ cm. A distribuição mensal e sazonal das frequências relativas dos estágios de maturação ovariana revelou um maior percentual de fêmeas com ovário em estágio 4 entre outubro e março, principalmente nos meses que correspondem à primavera (novembro a fevereiro). A ocorrência de fêmeas ovígeras durante o período de estudo iniciou-se em novembro, durando em média quatro meses. O período reprodutivo de *U. cordatus* nos manguezais da Baía de Antonina estendeu-se de outubro a março.

1. INTRODUÇÃO

Espécie que realiza seu ciclo reprodutivo em manguezais, o caranguejo-uçá apresenta uma estreita relação biológica com seu habitat. Com isso, alterações no ecossistema ou em populações de *Ucides cordatus* (caranguejo-uçá) podem desencadear sérios desequilíbrios tanto para os indivíduos, quanto para o ambiente (Nascimento, 1993 *apud* Góes *et al.*, 2000).

O estudo do ciclo reprodutivo de *U. cordatus* tem sido utilizado como ferramenta na determinação dos períodos de defeso (Sampaio, 2002). Também, vem sendo empregado no planejamento de políticas de extrativismo menos predatórias, através do manejo dos estoques naturais.

Segundo Dalabona (2001), espécies com ampla distribuição geográfica podem apresentar períodos reprodutivos diferentes, de acordo com a latitude em que ocorrem. O período reprodutivo geralmente é associado ao fenômeno da “andada” ou “carnaval”, quando há um aumento da atividade locomotora do caranguejo-uçá no manguezal. Este evento sofre influências lunares, ocorrendo durante as luas cheia e nova. As andadas podem ocorrer em diferentes meses, não havendo um período exato para esta atividade,

como observado por Góes *et al.* (2000) em Vitória-ES. Segundo estes autores, em 1999, a andada ocorreu em janeiro e em fevereiro, enquanto que no ano de 2000 este evento se deu nos meses de janeiro, fevereiro e abril.

Trabalhos conduzidos com o objetivo de abordar aspectos da biologia reprodutiva de *U. cordatus*, através do estudo de seu ciclo reprodutivo foram desenvolvidos por Alves (1975) em Caucáia-CE, Nakamura (1979) na Baía de Paranaguá-PR, Branco (1993) em Itacorubi-SC, Góes *et al.* (2000) em Vitória-ES, Dalabona (2001) nas Ilhas do Pavoça e das Peças-PR, Sampaio (2002) no município da Serra-ES e Vale (2003) em Bragança-PA. Sabendo que condições ambientais podem influir na reprodução de *U. cordatus*, como observado por Dalabona (2001), o estudo do comportamento reprodutivo da espécie em diferentes habitats torna-se fundamental.

O presente trabalho descreve o ciclo reprodutivo do caranguejo-uçá em manguezais da Baía de Antonina, no litoral paranaense, através da histologia de ovário e distribuição temporal das fêmeas ovígeras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção de Animais

Fêmeas de *U. cordatus* foram coletadas mensalmente em manguezais da Baía de Antonina, Paraná (25° 25' S; 48° 42' W), localizada no extremo oeste da Baía de Paranaguá, na região Sul do Brasil. Os animais foram coletados com o auxílio de catadores locais, que utilizam a técnica de “braceamento”, que consiste na coleta manual diretamente das tocas”. As fêmeas foram transportadas vivas até o laboratório de Histologia, do Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais (GIA/UFPR), em Curitiba-PR. Um total de 367 fêmeas de *U. cordatus* capturadas no período de outubro de 2002 a março de 2005 foram utilizadas no estudo, o que correspondeu a cerca de 12 fêmeas/mês.

Necropsia e coleta de material

Previamente ao início dos estudos, as fêmeas de caranguejos foram inspecionadas, descartando-se indivíduos mortos ou com lesões que pudessem comprometer as análises. A seguir, mensurou-se a largura cefalotorácica (LC), medida da região dorsal da carapaça na posição latero-lateral, com o uso de paquímetro de 0,01mm de precisão. Em laboratório, as fêmeas foram observadas quanto à presença de ovos aderidos aos pleópodos. Fêmeas nessas condições foram denominadas ovígeras.

Os caranguejos foram mantidos a -10°C por, aproximadamente, 15 minutos para redução do metabolismo, observada pela letargia dos exemplares. A dissecação e coleta dos ovários foram realizadas após remoção da parte dorsal da carapaça e exposição da cavidade interna, que permitiu a visualização do aparelho reprodutor. Os tecidos foram então coletados com auxílio de instrumental de necropsia sob microscópio estereoscópico Leica MZE.

Preparação dos tecidos para histologia

Os ovários coletados foram fixados em ALFAC (Fixador de Davidson) por 24 horas. Fragmentos de aproximadamente 1cm^3 foram desidratados em uma série crescente de álcoois, diafanizados em xilol e impregnados em parafina histológica a 56°C em um processador histológico Leica TP1020. Após a inclusão das peças e modelagem dos blocos, os ovários foram seccionados em cortes de $5\ \mu\text{m}$ de espessura em um micrótomo Leica RM2125RT. Lâminas permanentes foram coradas com Tricrômico de Mallory e Hematoxilina de Harris e Eosina (HE), e com a reação histoquímica do Ácido Periódico de Schiff (PAS), segundo Behmer *et al.* (1976). As análises ocorreram no microscópio óptico Leica DMLS com auxílio do Software Leica Qwin Lite V. 2.4 (Imaging Solution Inc., 1998).

Estágios de maturação ovariana

Histologicamente, os ovários foram classificados em cinco estágios: E1 (estágio 1, ovário imaturo), E2 (estágio 2, ovário em maturação inicial), E3 (estágio 3, ovário em maturação final), E4 (estágio 4, ovário maturo) e E5 (estágio 5, ovário em regeneração). A determinação dos estágios se deu pela prevalência das células germinativas nas diferentes fases de desenvolvimento, que são diferenciadas por aspectos morfométricos, conforme capítulo II desta dissertação.

O percentual de ocorrência de exemplares em cada estágio de desenvolvimento ovariano e o percentual de fêmeas ovígeras foram registrados para a determinação das freqüências relativas temporais.

3. RESULTADOS

As fêmeas capturas apresentaram largura cefalotorácica (LC) média de $6,6 \pm 0,75$ cm. A histologia ovariana, realizada durante este período, demonstrou tendência de

distribuição temporal das freqüências relativas para a maioria dos estágios de desenvolvimento gonadal e para presença de fêmeas ovígeras.

Distribuição temporal das freqüências relativas (%) de fêmeas de *U. cordatus* nos diversos estágios de maturação ovariana

Durante o período de estudo, houve uma freqüência constante de fêmeas no estágio E1, que corresponde aos ovários imaturos, de fevereiro ou março a setembro, com aumento a partir de fevereiro e picos em junho (2003), maio (2004) e, provavelmente, março (2005), quando inicia uma redução gradual. Alguns exemplares apresentaram-se em E1 nos meses de outubro (2002) e dezembro (2002 e 2003) (Figura 44). Levando-se em consideração a distribuição sazonal, verificou-se uma maior prevalência de indivíduos E1 durante os meses que correspondem ao outono e ao inverno, característica que ocorreu em 2003, 2004 e parte de 2005 (Figura 45).

O início do processo de maturação ovariana, período em que os ovários se apresentam em estágio E2, foi observado em fêmeas coletadas de abril a outubro, em 2003 e de fevereiro a setembro, em 2004 (Figura 44). O aumento do percentual de fêmeas E2 é evidenciado no final do inverno e início da primavera (Figura 45).

Fêmeas com ovários E3 foram mais comumente observadas de dezembro 2002 a abril de 2003, de outubro de 2003 a abril de 2004 e entre julho de 2004 e janeiro de 2005 (Figura 44). Esta distribuição temporal caracterizou o verão como estação de predominância de indivíduos em maturação final, E3. Poucos exemplares, contudo, foram observados em estágio E3 durante a primavera de 2004 (Figura 45).

Houve periodicidade de picos de freqüência relativa de fêmeas em E4 em novembro nos anos de 2002 a 2004. Em menor percentual, exemplares E4 foram identificadas de dezembro de 2002 a fevereiro de 2003, de dezembro de 2003 a março de 2004 e de julho de 2004 a janeiro de 2005 (Figura 44). Portanto, primavera e verão se destacaram como as estações com mais exemplares E4, com picos nas primaveras de 2002 (50%), 2003 (33,33%) e 2004 (46,97%) (Figura 45).

Fêmeas de ovários classificados como E5 foram capturadas em maior percentual entre os meses de dezembro e julho. Destacou-se, também, a presença de ovários E5 em aproximadamente 10% dos exemplares analisados em setembro de 2003 e de 2004, conforme Figura 44. O verão e o outono, por sua vez, apresentaram maiores percentuais de fêmeas E5 (Figura 45).

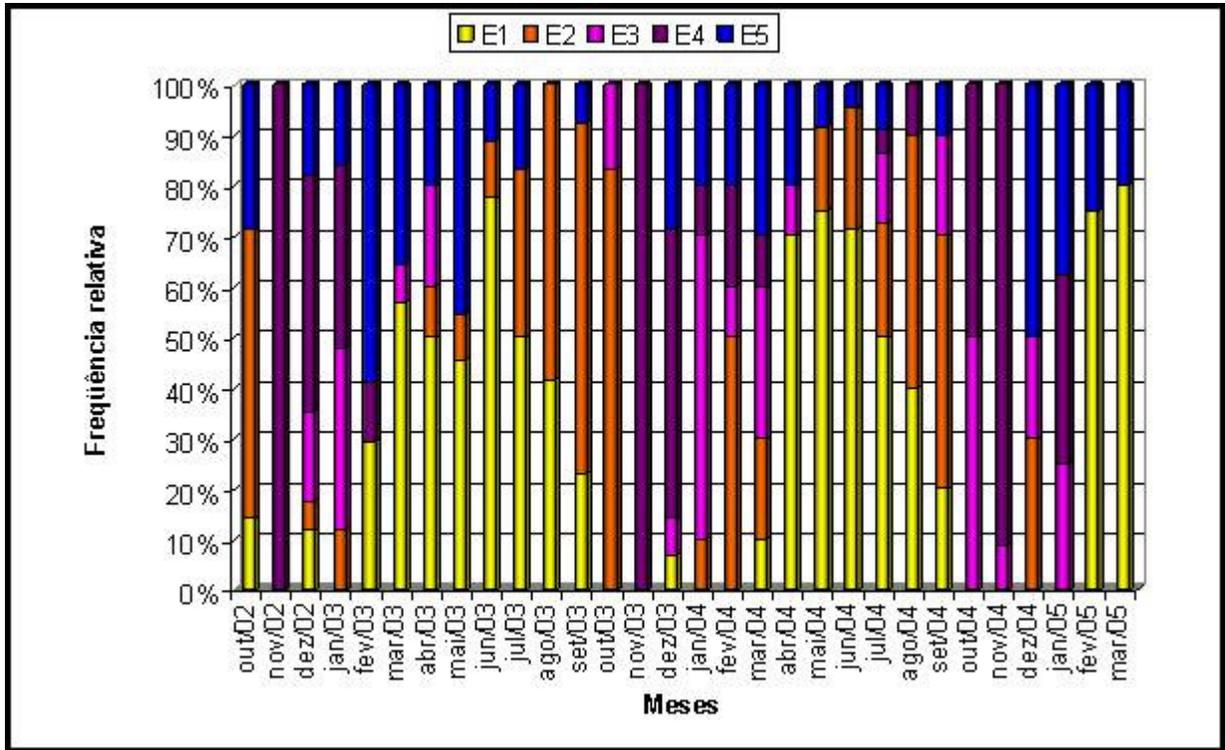


Figura 44 Distribuição mensal da freqüência relativa de fêmeas de *U. cordatus* em cada estágio de desenvolvimento gonadal.

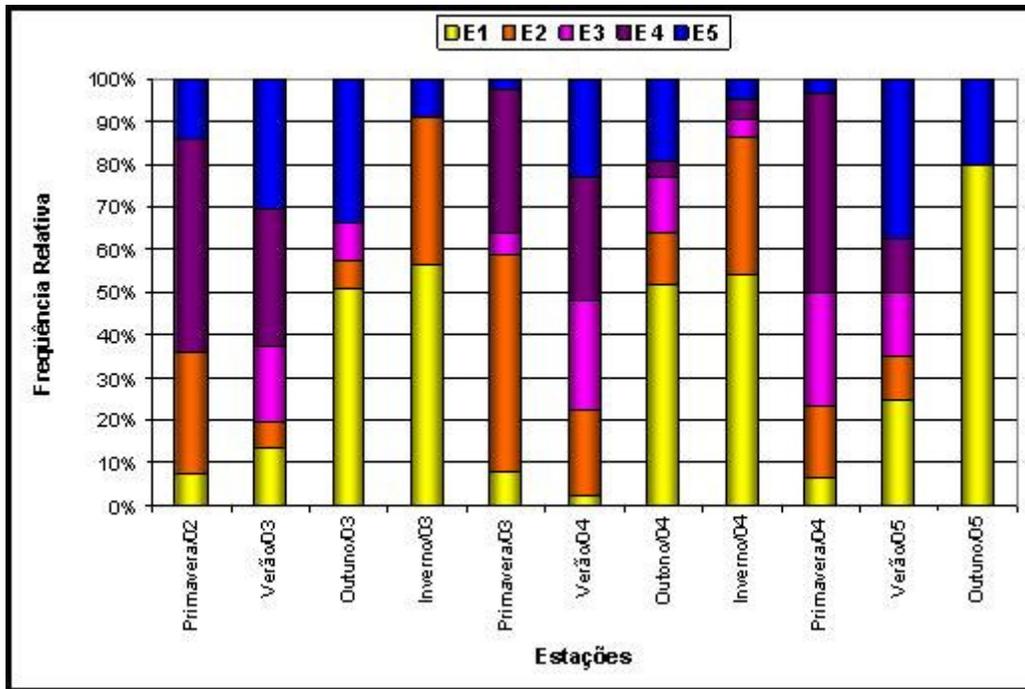


Figura 45. Distribuição sazonal da freqüência relativa de fêmeas de *U. cordatus* nos diversos estágios de desenvolvimento gonadal.

Distribuição temporal de fêmeas ovígeras de *U. cordatus*

A ocorrência de fêmeas ovígeras, assim denominadas por apresentarem ova aderida aos pleópodos, teve início no mês de novembro em todos os anos de estudo (2002 a 2004). Fêmeas ovígeras foram observadas com larguras de carapaça de 4,1 a 8,0 cm. O registro das mesmas no ambiente natural teve duração média de quatro meses, com tendência à redução no período de observação ao longo dos anos (Figura 46).

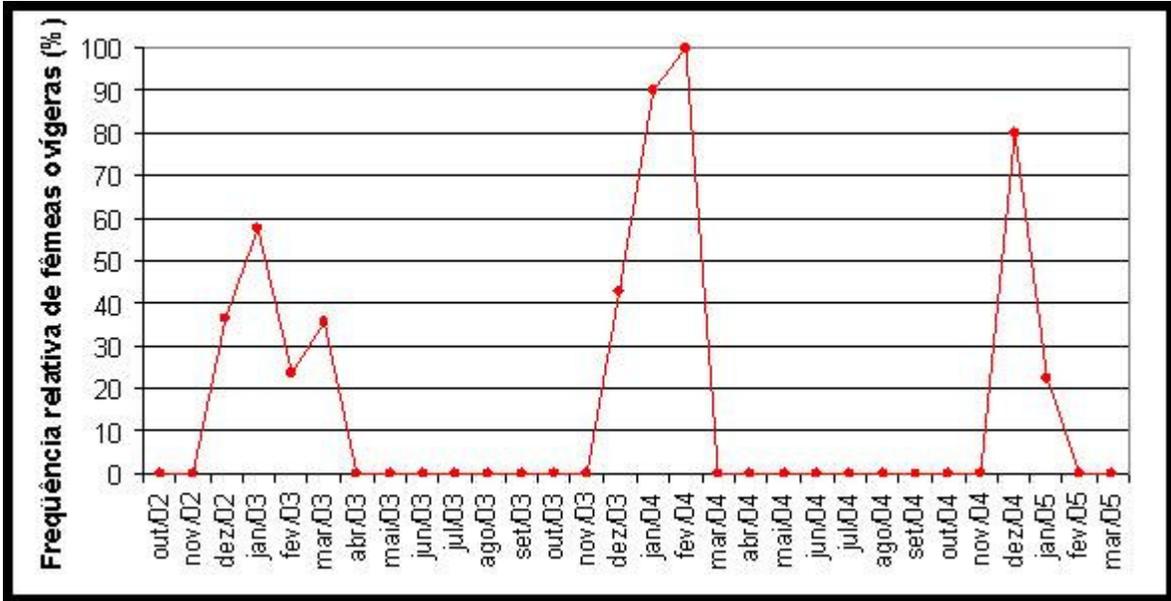


Figura 46. Distribuição mensal da percentagem de fêmeas ovígeras de *U. cordatus* entre os exemplares capturados na Baía de Antonina, Paraná.

4. DISCUSSÃO

Ao se comparar os resultados de estudos referentes à distribuição temporal de fêmeas com gônadas maduras ao longo do ano, algumas diferenças entre estes resultados tornam-se evidentes (Tabela 6).

Tabela 6. Meses de maior frequência relativa de fêmeas de *U. cordatus* em estágio final de desenvolvimento ovariano, em manguezais do litoral brasileiro.

LOCAL	MESES											
	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
Bragança-PA (Vale, 2003).												
Canguaretama-RN (Vasconcelos <i>et al.</i> , 1999).												
Caucáia-CE (Alves, 1975).												
Vitória-ES (Góes <i>et al.</i> , 2000).												
Serra-ES (Sampaio, 2002).												
Baía de Paranaguá-PR (Nakamura, 1979).												
Ilhas do Pavoça e das Peças-PR (Dalabona, 2001).												
Baía de Antonina-PR (Presente estudo, 2006).												

Segundo Vale (2003), o período reprodutivo de *U. cordatus* no estuário do rio Caeté, PA, correspondeu aos meses de dezembro a abril. Vasconcelos *et al.* (1999) registrou como período de observação de fêmeas com ovários maduros de outubro a maio. Alves (1975) identificou para manguezais de Caucaia-CE, os meses de novembro a maio como o período de ocorrência de fêmeas de *U. cordatus* com ovários maduros, de julho a novembro com ovários imaturos, de janeiro a outubro com ovários em início de maturação, de janeiro a junho em maturação avançada e de janeiro a maio em processo de regeneração. Segundo Góes *et al.* (2000), o período reprodutivo de *U. cordatus* em Vitória-ES se estende de dezembro a maio. Sampaio (2002) determinou o período reprodutivo de *U. cordatus* no município de Serra-ES de dezembro a abril.

Nakamura (1979) descreveu para Paranaguá-PR o mês de julho, período de inverno, como o momento de maior frequência de indivíduos com ovários imaturos, com decréscimo nos meses de agosto a outubro. Indivíduos com ovários em maturação, por sua vez, apresentaram baixa frequência durante todo o ano, com sutil elevação em setembro e outubro, na primavera. De outubro a janeiro, Nakamura (op. cit.) relata alta predominância de indivíduos com ovários maduros, relativos à primavera e verão. Dalabona (2001), entretanto, observou fêmeas de *U. cordatus* nas Ilhas do Pavoça e das Peças com ovários maduros de outubro a abril e ovários em maturação nos meses de julho e setembro.

No presente estudo, fêmeas com ovários maduros predominaram de outubro a abril, assemelhando-se aos resultados descritos para a Baía de Paranaguá-PR (Nakamura, op. cit.) e Ilhas do Pavoça e das Peças-PR (Dalabona op. cit.), onde a ocorrência de exemplares com ovários maduros iniciou em outubro. Contudo, pequenas variações quanto ao número total de meses com fêmeas de ovários maduros, observado por estas autoras e no presente estudo, podem estar relacionadas a características de habitat e das populações.

No litoral paranaense, o processo de maturação gonadal parece preceder o observado em alguns estados de menor latitude. A partir das observações de diferentes autores, nota-se uma tendência à antecipação da época de maturação à medida que há aumento de latitude. Ou seja, estudos realizados no Paraná identificaram como outubro o início do aparecimento de fêmeas com ovários maduros, com término variando de janeiro e abril. Em regiões de menores latitudes, o início dos registros de fêmeas com ovários maduros são de outubro a dezembro, podendo se prolongar até maio. Estas variações podem estar relacionadas a interferências ambientais, como variações climáticas e posicionamento geográfico. Em locais onde os períodos reprodutivos podem ser mais tardios, os climas predominantes são, segundo a classificação do clima de Köppen, Aw (Tropical megatérmico úmido e sub-úmido com inverno seco) e Am (Tropical megatérmico úmido e sub-úmido com curta estação seca), nos quais predominam temperaturas médias mais elevadas em relação ao Complexo Estuarino de Paranaguá, Cfa (Subtropical úmido mesotérmico sempre úmido e com verão quente).

Na presente dissertação, a predominância de indivíduos E1 de fevereiro a setembro, com pico no início do inverno, indica ser este, o período de menor atividade reprodutiva de *U. cordatus*. Durante os invernos de 2003 e 2004, a pluviosidade média para a Região Sul, segundo o CPTEC (2006), manteve-se abaixo das médias históricas no primeiro ano e, no ano seguinte, variou de normal a acima da média de pluviosidade. As médias de temperatura mínima nos invernos de 2003 e 2004 estiveram, principalmente, acima das médias históricas. A partir desses dados, nota-se que apesar das variações de pluviosidade entre os anos, os picos de fêmeas E1 se mantiveram no início do inverno, quando as médias de temperatura ambiente tendem a serem menores em relação a demais estações do ano. Portanto, a pluviosidade parece não ter influenciado na distribuição temporal de fêmeas E1 na Baía de Antonina.

O início da maturação (E2) é intensificado à medida que há queda no percentual de fêmeas E1, principalmente, no final do inverno. Este evento caracteriza o início

processo de maturação gonadal, que se mostra relacionado à elevação de temperatura da Baía de Antonina.

U. cordatus cujos ovários estavam em estágio E3 distribuíram-se, principalmente, entre o final da primavera e início do verão, evidenciando o processo de maturação. Fêmeas com ovários E4 apresentaram maior ocorrência em novembro. Nos meses de julho e agosto de 2004 foram identificados alguns indivíduos E4, diferindo do observado nos anos anteriores. Alterações climáticas que pudessem estar relacionadas com este evento foram investigadas, verificando-se apenas que no mês de julho de 2004, segundo o CPTEC (2006), a média de temperatura máxima foi cerca de 4°C abaixo da média histórica para a região, com nível de pluviosidade normal para este mês.

Em dezembro, o percentual de fêmeas com ovários maduros (E4) tende a reduzir, aparecendo fêmeas com ovários em processo de regeneração (E5). Estas observações sugerem que, a partir de novembro ocorram às primeiras exteriorizações de ovas, fato confirmando pelas observações em campo, quando são capturadas as primeiras fêmeas ovígeras.

Nakamura (1979) identificou a primavera e o verão como as estações de maior frequência de fêmeas com ovários maduros. Esta autora verificou que o maior pico foi no verão, atingindo percentual próximo a 60% dos indivíduos. No presente trabalho a prevalência de fêmeas com ovários maduros também se deu na primavera e no verão, embora os maiores percentuais tenham ocorrido nas primaveras de 2002, 2003 e 2004.

Dalabona (2001), pesquisando a influência da salinidade sobre o período reprodutivo de *U. cordatus*, não encontrou correlação entre estes parâmetros. Vale (2003), entretanto, correlacionou o período reprodutivo de *U. cordatus* coletados em Bragança-PA, ao aumento da precipitação de chuvas, elevação da umidade do ar e queda da salinidade da água. Para este autor, os eventos reprodutivos ocorreram na transição do período seco para o chuvoso e na transição do período chuvoso para o seco. No entanto, a interferência da pluviosidade na maturação gonadal de *U. cordatus* que habita manguezais da Baía de Antonina, parece não influenciar esta população. Além disso, a distribuição das chuvas na Baía de Antonina está relacionada ao clima, classificado segundo Köppen como Cfa, que apresenta precipitações regulares todos os meses do ano, sem estação seca definida.

Quanto à prevalência de fêmeas ovígeras (Tabela 7), Alves (1975) as observou de janeiro a maio em manguezais do Ceará, enquanto que Rodrigues & Hebling (1989) registraram-nas apenas em janeiro no litoral de São Paulo. Na Baía da Babitonga, por sua

vez, Pinheiro (2003) observou fêmeas ovígeras de novembro a fevereiro. Para a Baía de Antonina, os meses em que se registraram fêmeas ovígeras foram os mesmo relatados por Pinheiro & Fiscarelli (2001) em Iguape-SP, de novembro a abril. Vale ressaltar que em abril de 2004 não se observaram fêmeas ovígeras na Baía de Antonina, PR, concluindo-se as pesquisas em março de 2005.

Tabela 7. Distribuição temporal de fêmeas ovígeras de *U. cordatus* em manguezais do litoral brasileiro.

LOCAL	MESES											
	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
Caucáia-CE (Alves, 1975).												
Litoral do estado de São Paulo (Rodrigues & Hebling, 1989)												
Iguape-SP (Pinheiro e Fiscarelli, 2001)												
Baía da Babitonga-SC (Pinheiro, 2003)												
Baía de Antonina-PR (Presente dissertação, 2006).												

Ao analisar o conjunto de dados desse estudo, somados aos obtidos no Capítulo II, infere-se que: 1) machos mantêm a espermatogênese constante durante todo o ano (Capítulo II); 2) espermátóforos contendo espermatozóides viáveis são observados em todos os meses do ano nas espermatecas (Capítulo II); 3) a fecundação ocorre imediatamente antes da postura (Capítulo II); 4) fêmeas de ovário maturo aparecem a partir de outubro, com pico em novembro 5) a redução do percentual de fêmeas com ovários maduros e início do aparecimento de fêmeas ovígeras ocorrem em novembro. Deste modo, estes resultados levam a crer que os espermatozóides utilizados na fecundação sejam oriundos de cópula(s) anterior(es) ao mês de outubro. Esta afirmação, entretanto, não coincide com o período de andada descrito por diversos autores (Tabela 8), o qual se inicia após o aparecimento de fêmeas ovígeras e se estende até maio, momento em que já não há mais fêmeas ovígeras no ambiente. Segundo Góes *et al.* (2000), as andadas em que há cópula são verificadas, principalmente, de dezembro a maio na Baía de Vitória-ES.

Tabela 8. Períodos de andada de *U. cordatus* registrados em diferentes regiões do litoral brasileiro.⁵

LOCAL	MESES											
	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
Guanabara-RJ (Oliveira, 1946)												
Caucaia-PE (Costa, 1972)												
Rio Ceará-CE (Alcantara-Filho, 1978)												
Rios Pará-PA e Pomonga-SE (Alcantara-Filho, 1982)												
Baía de Paranaguá-PR (Freire, 1998)												
Rio Formoso e Ilhetas, Tamandaré-PE (Botelho <i>et al.</i> , 1999)												
Rio Curimatau-RN (Vasconcelos <i>et al.</i> , 1999)												
Baía de Vitória-ES (Góes <i>et al.</i> , 2000)												

Portanto, considerando-se a andada como o evento em que ocorre a cópula, esta seria responsável pela reposição de espermatozóides nas espermatecas para um próximo evento reprodutivo ou, até, para uma segunda desova no mesmo período, ou seja, para fecundações realizadas após o início do período reprodutivo. Em suma, a cópula realizada na andada, possivelmente, não seja fator determinante para a produção de larvas no mesmo período reprodutivo.

Além disso, conclui-se, principalmente, com relação ao período reprodutivo de *U. cordatus* nos manguezais da Baía de Antonina-PR, que este tem início em outubro, e prolonga-se até março, com pico durante a primavera.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, M. I. sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus), em mangues do Estado do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, Ceará, v. 15, n. 2, p. 85-91. 1975.

⁵ Fonte: Tabela adaptada de Pinheiro (2003).

BRANCO, J. O. Aspectos bioecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) do manguezal do Itacorubi, Santa Catarina, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 36, n. 1, p. 133-148. 1993.

BEHMER, O. A.; TOLOSA, E. M. C.; FREITA Nt., A. G. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo 1976.

CEPETEC: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Climanálise, Boletins de Clima**, Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/>, acessado em junho de 2006.

DALABONA, G. **Reprodução e análise biométrica do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* nas Ilhas do Pavaçá e das Peças, Paraná, Brasil**. Curitiba, 2001. 36f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

GÓES ET AL., P.; SAMPAIO, F. D. F; CARMO, T. M. S.; TOSO, G. C; LEAL, M. S. Comportamento e período reprodutivo do caranguejo do mangue *Ucides cordatus*. **Anais do V simpósio de ecossistemas brasileiros: conservação**, Universidade Federal do Espírito Santo, v. 2, p. 335-345. 2000.

NAKAMURA, I. T. **Sobre a fenologia de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), (Crustacea, Brachyura), da Baía de Paranaguá**. Curitiba, 1979. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PINHEIRO, M. A. A.; FISCARELLI, A. G. **Manual de apoio à fiscalização do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Santa Catarina: CEPSUL, 2001.

PINHEIRO, M. A. A. Biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), na Baía da Babitonga, São Francisco do Sul, Santa Catarina, in.: **Relatório científico final: Projeto uçá Babitonga**. 2003. Disponível em: <http://www.kolnet.com.br/babitonga1/pub/PesquisadoresProjeto/PaTrimonio3/ProjetoUCarabgueijo.pdf> , acessado em agosto de 2006.

RODRIGUES, M. D.; HEBLING, N. J. *U. cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda). Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, n. 1, p.147-166. 1989.

SAMPAIO, F. D. F. **Aspectos reprodutivos relacionados à proteção jurídica do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) no Espírito Santo.** Espírito Santo: 2002. 90 f. dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Espírito Santo. Resumo.

VALE, P. A. A. **Biologia reprodutiva do caranguejo *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus , 1763), no manguezal do Estuário do Rio Caeté, Bragança - Pará - Brasil.** Bragança-PA: 2003. 48 f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação em Biologia Ambiental), Campus Universitário de Bragança, Universidade Federal do Pará. Resumo.

VASCONCELOS, E.M.S.; VASCONCELOS, J.; IVO, C.T.C. Study on the biology of *Ucides cordatus cordatus* caught in the Curimatau River estuary (Canguaretama) in the Rio Grande do Norte State. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, v. 7, n. 1, pp. 85-116. 1999.

CAPÍTULO IV

RELAÇÃO ENTRE O DESENVOLVIMENTO GONADAL E AS COLORAÇÕES DE OVÁRIO E EXOESQUELETO DE *Ucides cordatus*

RESUMO

A associação entre caracteres fenotípicos e aspectos reprodutivos tem sido alvo de várias pesquisas em crustáceos decápodes, no entanto, poucas são direcionadas a *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1673) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae). O objetivo desse estudo foi verificar se há relação entre as colorações de carapaça e de ovário, com o estágio de desenvolvimento gonadal de fêmeas de *U. cordatus*. No período de outubro de 2002 a março de 2005, foram realizadas coletas mensais de caranguejos em manguezais da Baía de Antonina, PR, Brasil (25° 25' S; 48° 42' W), totalizando 367 fêmeas coletadas e analisadas. Dados referentes a colorações de carapaça e gônada foram correlacionados à histologia ovariana. Destacaram-se, nos exemplares em estudo, cinco tonalidades de ovário (incolor, amarela, alaranjada, marrom e roxa) e cinco da carapaça (amarela, azul, cinza-chumbo, marrom e roxa). As análises apresentaram evidências consistentes de que as colorações de carapaças amarela, azul e roxa estão relacionadas à ocorrência de ovários maduros, assim como a coloração cinza-chumbo relaciona-se à presença de ovários imaturos. Em fêmeas com ovários maduros a cor predominante dos ovários foi à roxa, enquanto que em fêmeas em maturação final, predominaram ovários de coloração marrom. Os demais padrões fenotípicos de cores observadas tanto em carapaça, quanto em ovário apresentaram baixa correlação com fases específicas de desenvolvimento gonadal de *U. cordatus*.

1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre a biologia reprodutiva do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, são fatores cruciais para a compreensão da sua dinâmica populacional (Diele, 2000) e, quando somados aos conhecimentos relativos aos processos de recrutamento, podem ser usados como ferramenta de gerenciamento dos estoques de caranguejo.

A biologia reprodutiva em crustáceos Decapoda tem sido alvo de inúmeros estudos morfológicos, bioquímicos, fisiológicos e de mecanismos e processos reprodutivos (Krol *et al.*, 1992); principalmente em camarões (Chen *et al.*, 2003; Ye *et al.*, 2003; Reddy, 2000), siris (Styrishave *et al.*, 2004; Kumar *et al.*, 2003; Beninger & Larocque, 1998), lagostas (Holford, 2004; Velázquez, 2003; Edomi *et al.*, 2002) e caranguejos (Hattori & Pinheiro, 2003; Matos *et al.*, 2001; Matos *et al.*, 2000; Sarijini *et al.*, 1995). Entretanto, muito pouco ainda se conhece sobre a reprodução de *U. cordatus*.

Alves (1975) estudando a reprodução de *U. cordatus*, descreveu os aparelhos reprodutores masculinos e femininos, bem como aspectos do acasalamento e o ciclo reprodutivo durante os anos de 1972 e 1973, no Estado do Ceará. Nakamura (1979) utilizou-se de estudos da anatomia macro e microscópica de fêmeas de *U. cordatus*,

oriundas da Baía de Paranaguá, Paraná, como ferramenta para o conhecimento da fenologia desta espécie. Pesquisas desenvolvidas sobre a reprodução do caranguejo-uçá também foram realizadas por Góes *et al.* (2000), em manguezais da Baía de Vitória, ES; por Dalabona (2001), nas Ilhas do Pavoçá e das Peças, Paraná; por Sampaio (2002), na Baía de Vitória, ES e por Vale (2003), no manguezal do estuário do Rio Caeté, Bragança, PA.

Segundo Alves & Nishida (2002), no ciclo de vida do caranguejo-uçá distinguem-se três principais fases: a ecdise (muda), o acasalamento e a desova. A ecdise é a etapa de crescimento, ocorrendo geralmente uma vez por ano em indivíduos adultos, sendo mais freqüente em juvenis. *U. cordatus* apresenta diferentes colorações de exoesqueleto ao longo de um ano, que variam de acordo com o processo de muda, como descrito em *Carcinus maena* (Linneaus, 1758) por Detto *et al.* (2004).

O caranguejo-uçá realiza os eventos reprodutivos e de crescimento, geralmente em determinados meses do ano. Neste trabalho, procurou-se investigar a hipótese de que determinadas colorações de carapaça possam ser observadas com maior freqüência durante a ocorrência dos eventos reprodutivos desta espécie. A confirmação desta hipótese permitiria identificar o período de maturação reprodutiva de fêmeas sem a necessidade de realização de necropsia.

Outra característica morfológica observada macroscopicamente é a coloração de ovário que se modifica em virtude da quantidade de vitelo armazenada. A classificação do estágio de maturação gonadal com base na coloração dos ovários foi utilizada em alguns estudos, como os realizados por Corgos & Freire (2006) com *Maja brachydactyla* (Balss, 1922) e por Dalabona (2001), Góes *et al.* (2000), Nakamura (1979) e Alves (1975) com *U. cordatus*. O presente trabalho pretende também a complementação dos estudos realizados por estes autores, investigando a correlação entre a maturação ovariana, através da classificação histológica aqui proposta, e as colorações de ovário.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de Animais

Os animais utilizados neste estudo foram coletados em manguezais da Baía de Antonina (25° 25' S; 48° 42' W), Estado do Paraná, localizada no extremo oeste da Baía de Paranaguá, na região Sul do Brasil. A captura dos caranguejos foi realizada por catadores locais, pelo método de “braceamento”, que consiste na coleta manual, diretamente das tocas.

Todos os exemplares foram transportados vivos até o Laboratório de Histopatologia, do Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais (GIA), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná.

Medições e remoção dos ovários

Ao chegar ao laboratório, as fêmeas de caranguejos foram inspecionadas, para o descarte de indivíduos mortos ou que apresentassem lesões que pudessem comprometer as análises. Um total de 367 fêmeas foi capturado e analisado no período de outubro de 2002 a março de 2005. A seguir, foram coletados dados referentes à largura cefalotorácica (LC), determinada através de paquímetro, e à coloração de carapaça, através de registro fotográfico.

Os caranguejos foram mantidos a -10°C por, aproximadamente, 15 minutos para redução da taxa metabólica, observada pela letargia dos exemplares. Para a dissecação, removeu-se a região dorsal da carapaça, expondo-se a cavidade interna e o aparelho reprodutor.

Identificação das colorações

Durante a necropsia, as colorações dos ovários foram registradas, de modo a permitir a determinação das variações de tonalidade durante o processo de vitelogenese. A classificação realizada possibilitou a identificação de cinco cores principais, das quais se calculou o percentual de exemplares de cada cor ao longo do período de estudo.

Preparação dos tecidos para histologia

Após o registro fotográfico dos ovários, estes foram coletados com auxílio de instrumental de necropsia e microscópio estereoscópico Leica MZE. Para a confecção das lâminas histológicas, os ovários coletados foram fixados em ALFAC (Fixador de Davidson) por 24 horas. Fragmentos de aproximadamente 1cm^3 foram desidratados em uma série crescente de álcoois, diafanizados em xilol e impregnados em parafina histológica a 56°C , em um processador histológico Leica TP1020. Após a inclusão das peças e modelagem dos blocos, os ovários foram seccionados em $5\mu\text{m}$ de espessura em um micrótomo Leica RM2125RT.

Lâminas permanentes foram produzidas em colorações de Hematoxilina de Harris e Eosina (HE) e Tricrômico de Mallory, e reação histoquímica com Ácido Periódico de Schiff (PAS), segundo Behmer *et al.* (1976), e analisadas em microscópio óptico Leica

DMLS. As fotomicrografias utilizadas no estudo foram realizadas com o Software Leica Qwin Lite V. 2.4 (Imaging Solution®, 1998). Todas as fotos e fotomicrografias utilizadas neste capítulo foram realizadas pela autora ou por demais componentes da equipe técnica do GIA-UFPR.

Estágios de maturação ovariana

O critério adotado para esta classificação foi desenvolvido através da histologia gonadal, conforme a prevalência de células germinativas nas diferentes fases de desenvolvimento. Os ovários, portanto, foram distribuídos em cinco estágios: E1 (estágio 1 - imaturo), E2 (estágio 2 - em maturação inicial), E3 (estágio 3 - em maturação final), E4 (estágio 4 - maturo) e E5 (estágio 5 - em regeneração). A descrição destes cinco estágios de maturação ovariana encontra-se no Capítulo II da presente dissertação.

Tratamento Estatístico

A partir dos dados coletados, calculou-se o percentual de ocorrência de cada coloração de ovários, coloração de carapaça e classificações histológicas ovarianas ao longo dos 29 meses de estudo. Através do software Statistica 6.0 (StatSoft Inc. 1984-2001) estes dados foram submetidos à análise de Cluster, que, com base na medida de distanciamento 1-Pearson r , possibilitando o cálculo da distância de ligação entre os percentuais analisados, indicando suas correlações e dissimilaridades. As correlações testadas confrontaram os dados de desenvolvimento gonadal com a observação macroscópica, assinalando os agrupamentos que, posteriormente, foram submetidos ao cálculo do coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{(ajust.)}$) através do programa Table Curve 2D V.5 (Copyright 1989-2000, AISN Software Inc.).

3. RESULTADOS

Ao todo, foram utilizadas 367 fêmeas com LC média de 6,6 cm (mínimo = 3,5 cm e máximo = 8,0 cm). A análise das fêmeas permitiu a identificação de cinco colorações de ovário e cinco da carapaça, região dorsal do cefalotórax, como descrito a seguir:

Coloração Ovariana

Por meio de análise visual dos animais estudados durante a necropsia, foi possível distinguir cinco cores de gônada feminina (Figura 47):

- *Ovário incolor*: é possível haver variações de coloração, atingindo a tonalidade creme ou levemente rosada. Ovários com essas características são delgados, aumentando o volume à medida que se tornam opacos, de difícil dissecação e com grande elasticidade.
- *Ovário amarelo*: maior diâmetro ovariano quando comparado aos ovários incolores e translúcidos. Pequenos ovócitos são observados com maior facilidade em microscópio estereoscópico.
- *Ovário alaranjado*: com maior volume que ovários amarelos, os ovários possuem ovócitos visíveis com maior facilidade quando observado em microscópio estereoscópico.
- *Ovário marrom*: podendo haver variação de coloração para roxo claro, apresenta maior volume que os ovários de colorações mais claras, além de possibilitar a visualização macroscópica dos ovócitos.
- *Ovário roxo*: ocupando uma grande área da cavidade cefalotorácica, possui aspecto friável, com ovócitos maiores e visíveis facilmente sem uso de equipamento de aumento.

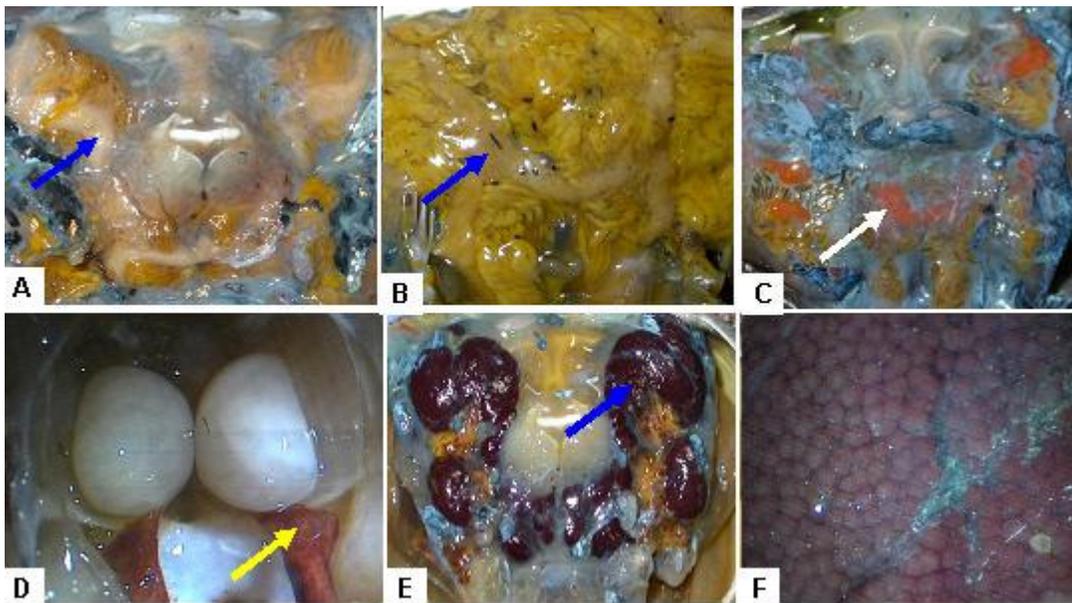


Figura 47. Colorações observadas em ovários de *U. cordatus*. **A)** A seta indica ovário de coloração creme. **B)** Ovário amarelo envolvido pelo hepatopâncreas de mesma cor, é indicado pela seta. **C)** Coloração alaranjada do ovário em destaque. **D)** Ovário marrom indicado pela seta. **E)** Ovário de cor roxa com evidente aumento

de volume. **F)** Ovário roxo observado em microscópio estereoscópico com ovócitos evidentes.

Conforme observado na Figura 47A, os indivíduos com ovários que variam de incolores a cor creme foram observados de modo irregular, com percentual de ocorrência maior que 50% apenas no mês de outubro de 2002, agosto de 2003, junho de 2004 e fevereiro de 2005. Ovários amarelos, entretanto, foram observados em mais de 50% dos animais apenas nos meses de março a maio de 2004 (Figura 47B). De modo distinto, verificou-se a cor alaranjada de ovários praticamente durante todos os meses, sendo que em abril, agosto e outubro de 2003, fevereiro, julho e setembro de 2004 e março de 2005, os percentuais excederam 50% (Figura 47C). Gônadas marrons, todavia, foram identificadas com menores regularidades durante os anos de coleta, com prevalência de agosto a outubro de 2002, de janeiro a abril de 2004 e de dezembro de 2004 a março de 2005 (Figura 47D). Ovários roxos apresentaram marcante regularidade durante todo o período, com picos anuais em torno de outubro a fevereiro (Figura 47E).

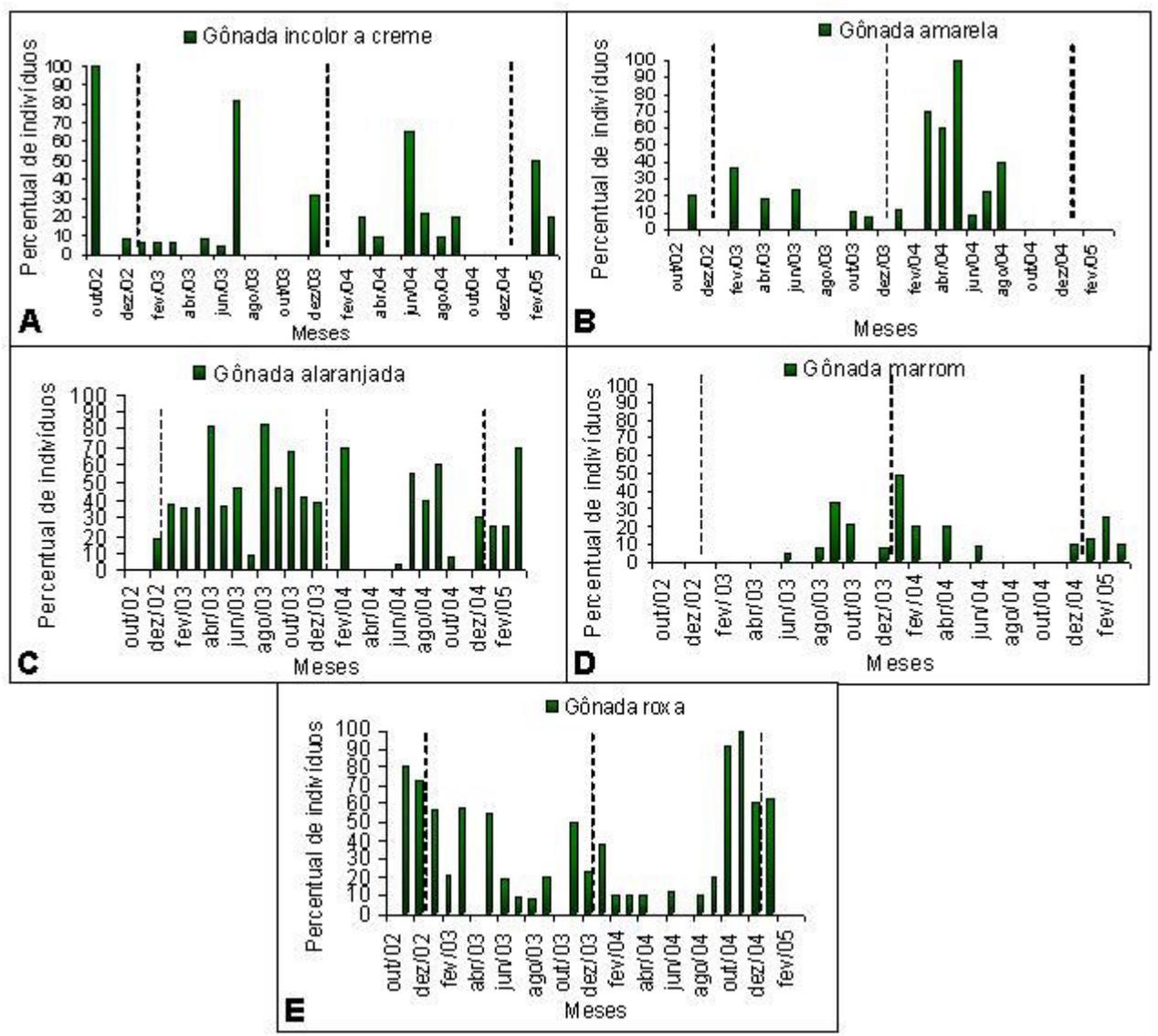


Figura 48. Ocorrência das diferentes colorações das gônadas dos exemplares de *U. cordatus* analisados ao longo do período de estudo (outubro de 2002 a março de 2005). **A)** Gônada incolor a creme **B)** gônada amarela **C)** gônada alaranjada; **D)** gônada marrom; **E)** gônada roxa.

Coloração de Carapaça

Cinco padrões de coloração da carapaça, foram observados: azul claro, cinza-chumbo, amarelo, roxo escuro e marrom (Figura 49).

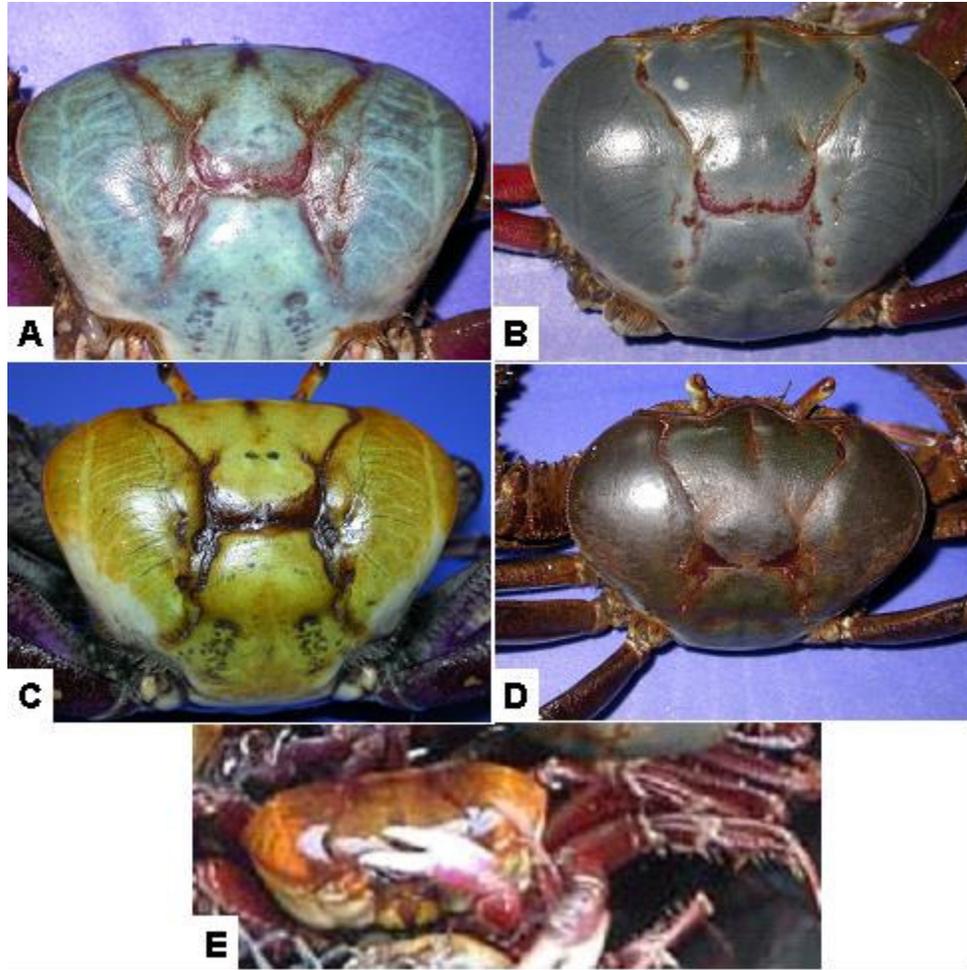


Figura 49 Exemplares de *U. cordatus*, destaque para as colorações de carapaça azul (A), cinza-chumbo (B), amarela (C), roxa (D) e marrom (E).

Conforme a Figura 50A, exemplares com carapaça amarela, observados em menor quantidade que indivíduos das demais colorações, ocorreram principalmente nos meses de outubro a dezembro de 2003, novembro de 2004 e janeiro de 2005. Indivíduos de carapaça azul, assim como os amarelos, mantiveram uma

maior prevalência nos meses mais quentes do ano, principalmente, de novembro a fevereiro (Figura 50B). Indivíduos com a coloração cinza-chumbo, no entanto, apresentaram maior prevalência de fevereiro a outubro, ainda que exemplares com esta cor também tenham sido notados em uma menor quantidade em outros meses (Figura 50C). Fêmeas roxas e marrons ocorreram em vários meses, sem que houvesse predominância em um determinado período (Figura 50D e E).

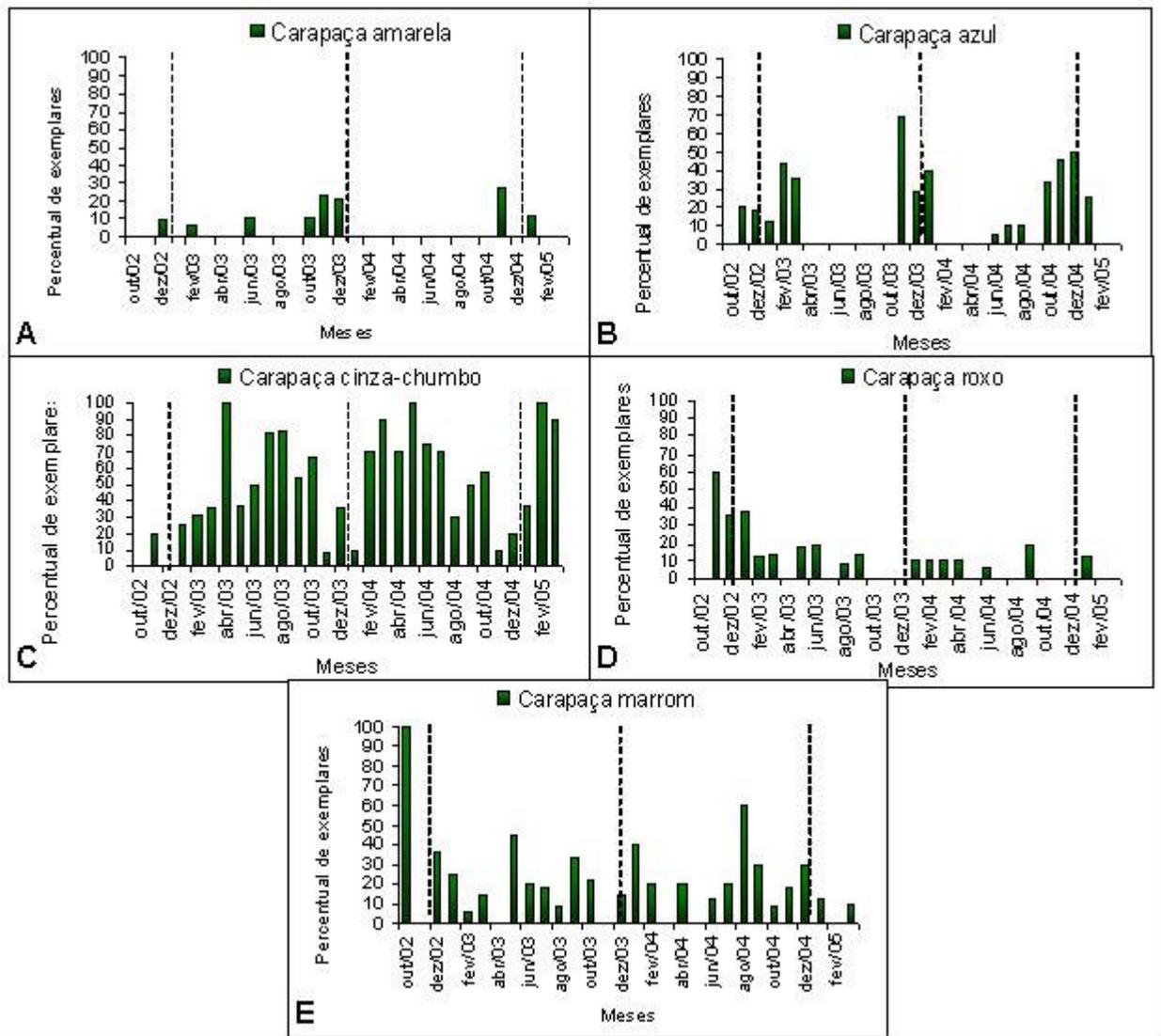


Figura 50. Ocorrência das diferentes colorações de carapaça dos exemplares de *U. cordatus* analisados ao longo do período de estudo (outubro de 2002 a março de 2005). **A)** Carapaça amarela. **B)** Carapaça azul. **C)** Carapaça cinza-chumbo. **D)** Carapaça roxa. **E)** Carapaça marrom.

Nenhuma coloração de carapaça apresentou correlação significativa com a presença de ova nos pleópodos, ou seja, com fêmeas ovígeras.

Relação entre os estágios de desenvolvimento gonadal e as colorações de exoesqueleto e dos ovários

Os dados resultantes da análise de coloração de carapaça não apresentaram, em grande parte dos casos, distribuição normal ($p < 0,05$), considerando-se assim, todos como não-paramétricos.

A análise de Cluster, realizada entre o aspecto fenotípico de cor da carapaça e a maturação ovariana, revelou uma menor distância de ligação entre indivíduos com ovário maturo e carapaças amarelas, azuis e roxas. Fêmeas com ovários imaturos, no entanto, apresentaram uma maior proximidade com a presença de carapaça cinza-chumbo, assim como ovários em maturação inicial com carapaça marrom (Figura 51).

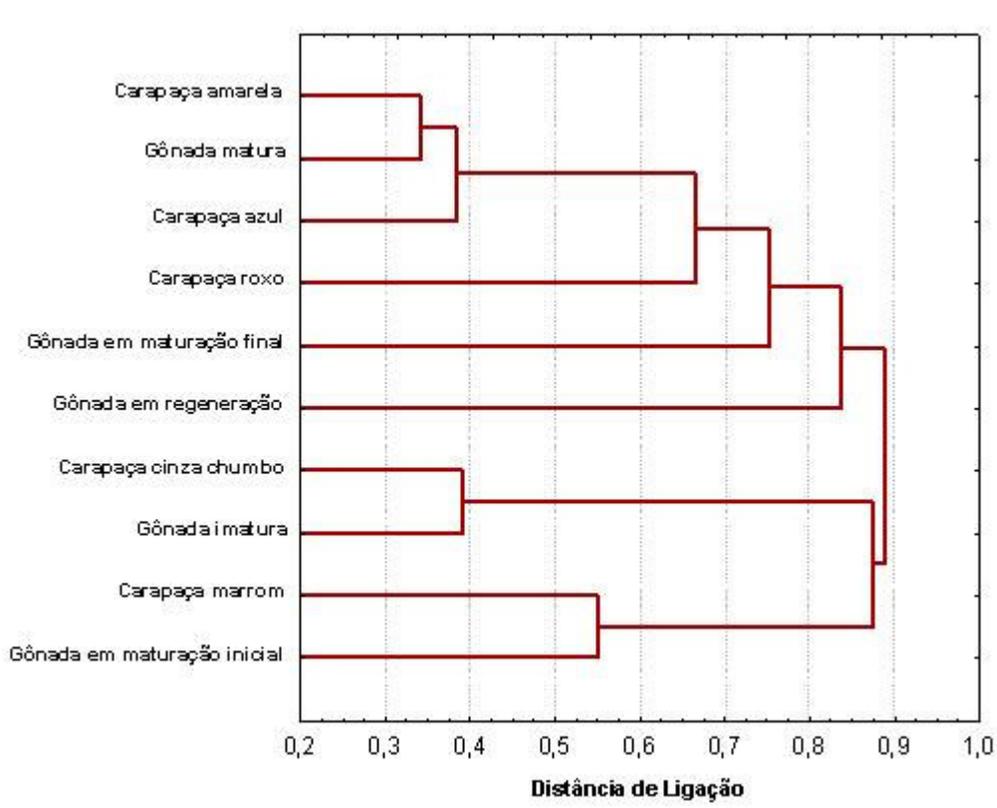


Figura 51 Análise de Cluster com dados referentes à coloração de carapaça e estágios de maturação gonadal de *U. cordatus*.

Foram calculados os coeficientes de determinação ajustados relativos aos agrupamentos formados, arbitrariamente, para efeito de análise, aquelas relações que apresentaram coeficientes maiores que 50% ($R^2_{(ajust.)} > 0,50$). Tais relações foram identificadas para indivíduos com ovários maduros e com carapaça roxa ($R^2_{(ajust.)} = 0,59$),

amarela ($R^2_{(ajust.)} = 0,79$) e azul ($R^2_{(ajust.)} = 0,67$), assim como indivíduos de ovários imaturos e com carapaça cinza-chumbo ($R^2_{(ajust.)} = 0,57$), conforme (

Figura 52). A coloração de carapaça marrom associada a ovários em maturação inicial resultou em um $R^2_{(ajust.)} = 0,38$.

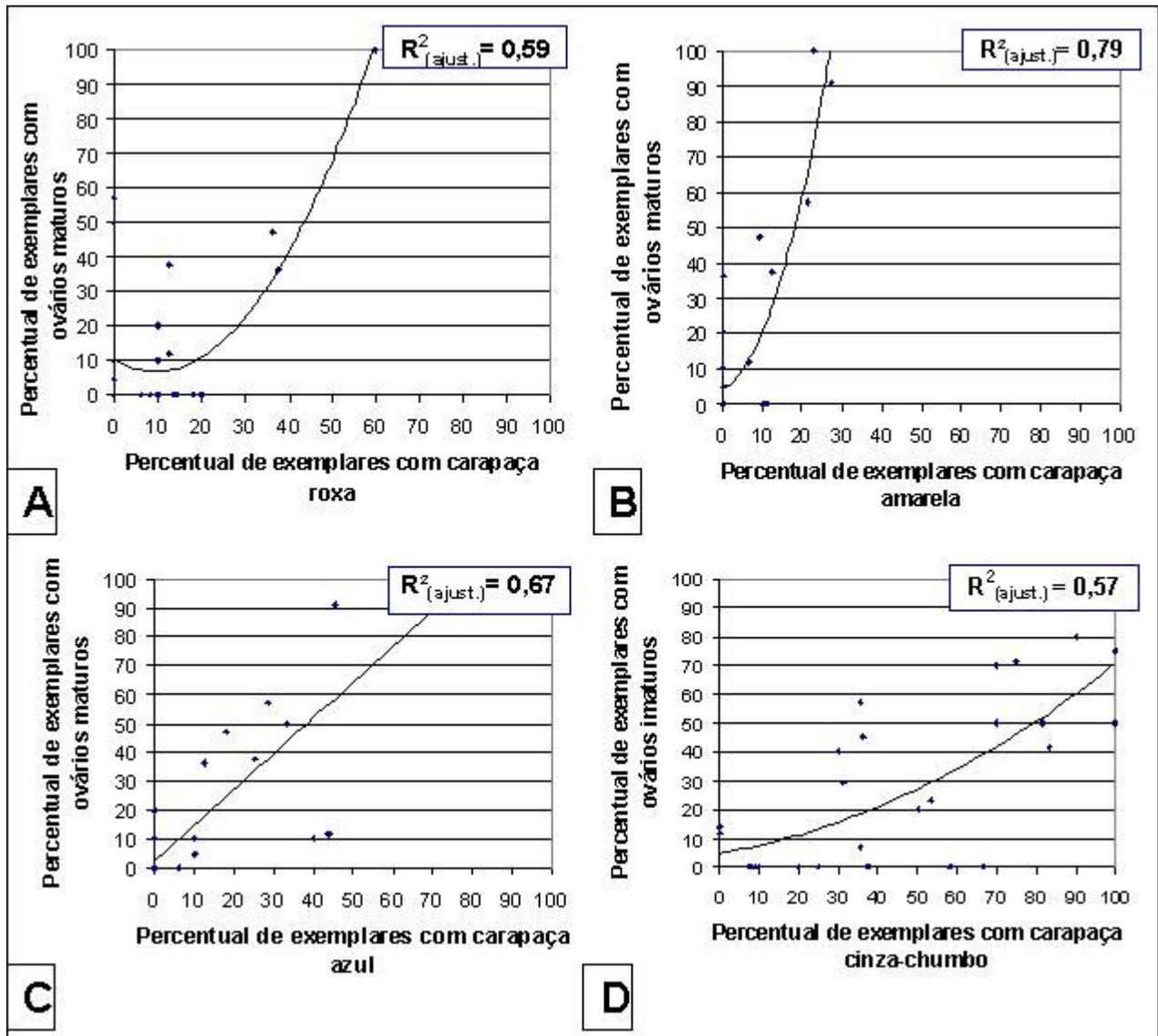


Figura 52 Correlações entre os percentuais mensais de fêmeas com diferentes colorações de carapaça e o percentual mensal de exemplares em diferentes estágios de maturação ovariana. As correlações demonstradas graficamente referem-se a $R^2_{(ajust.)} > 0,5$. **A)** Correlação entre exemplares com ovários maduros e fêmeas de carapaças roxas. **B)** Correlação entre exemplares com ovários maduros e fêmeas

de carapaças amarelas. **C)** Correlação entre exemplares com ovários maduros e fêmeas de carapaças azuis. **D)** Correlação entre exemplares com ovário imaturo e fêmeas de carapaças cinza-chumbo.

O percentual dos diferentes estágios de maturação e colorações de ovários registrados durante o período de estudo foram agrupados em um cluster (Figura 53). Entre os agrupamentos formados, apresentaram menor distância de ligação: ovários imaturos com incolores e amarelos; em maturação inicial com alaranjados; em maturação final com marrons e roxos; assim como maduros com roxos.

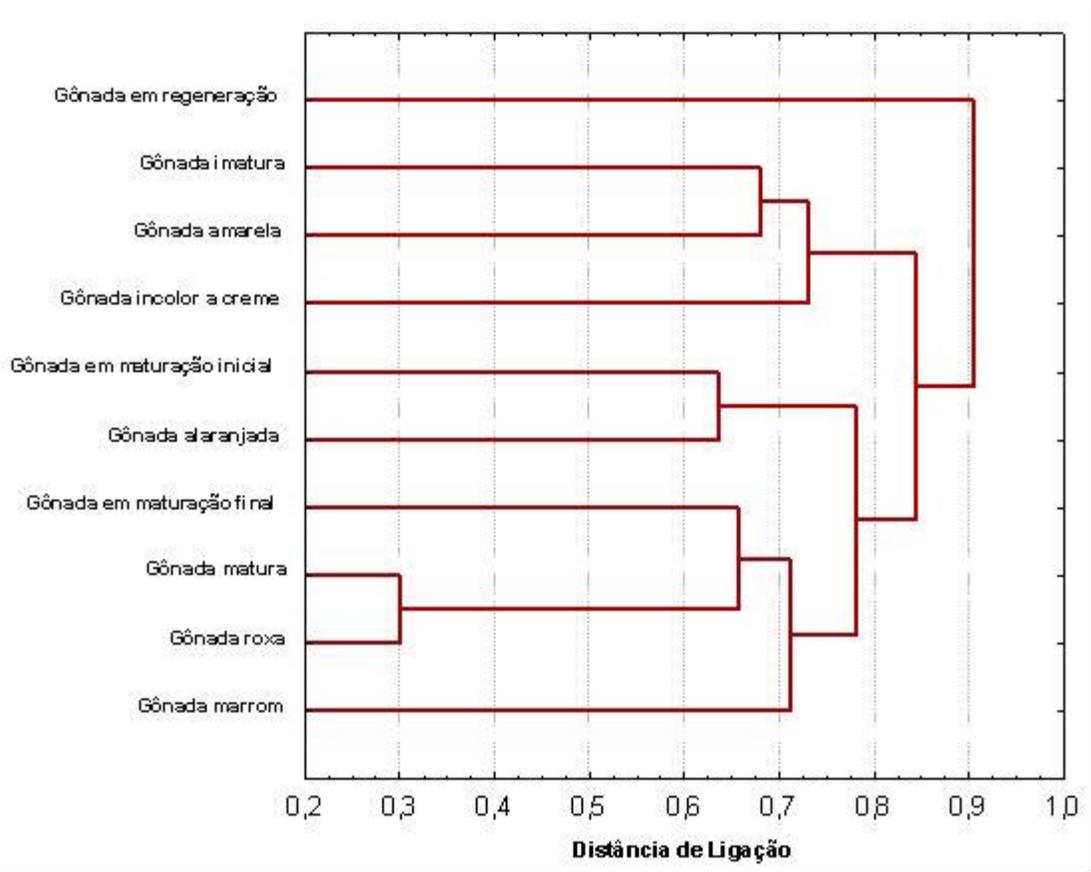


Figura 53 Análise de Cluster com dados referentes à coloração ovariana e estágios de maturação gonadal *U. cordatus*.

Os agrupamentos formados no cluster da Figura 53 apresentaram, na maioria dos casos, baixos coeficientes de determinação. As correlações mais expressivas foram obtidas com animais com gônadas de coloração roxa, indicando a ocorrência de ovários

maturados ($R^2_{(ajust.)} = 0,78$) e a cor marrom indicando ovários em maturação final ($R^2_{(ajust.)} = 0,52$) (Tabela 9).

Tabela 9. Coeficientes de determinação calculados para os agrupamentos formados na Análise de Cluster entre coloração de gônada e estágio de maturação.

Estágio de maturação	Coloração ovariana	Coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{(ajust.)}$)
Estágio I – imaturo	Incolor a creme	0,42
Estágio I – imaturo	Amarela	0,21
Estágio II – maturação inicial	Alaranjada	0,47
Estágio III – maturação final	Marrom	0,52
Estágio III – maturação final	Roxa	0,48
Estágio IV – maturo	Roxa	0,78

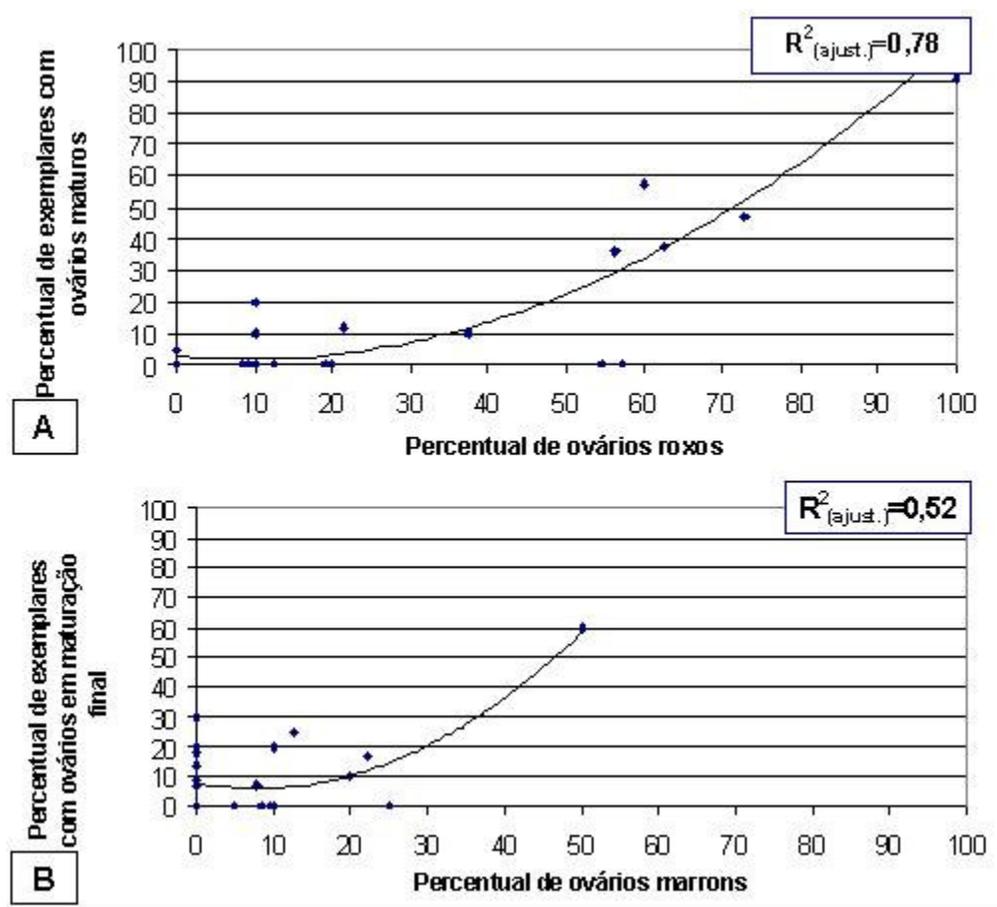


Figura 54. Correlações entre os percentuais mensais de fêmeas com diferentes colorações gonadais e o percentual mensal de exemplares em diferentes estágios de maturação ovariana. As correlações demonstradas graficamente referem-se a $R^2_{(ajust.)} > 0,5$. **A)** Correlação entre exemplares com ovários maturos e

fêmeas de ovários roxos. **B)** Correlação entre exemplares com ovários em maturação final e fêmeas com ovários marrons.

Ao se considerar a correlação entre a coloração de ovário e a presença de ova aderida aos pleópodos, obteve-se um coeficiente de determinação de 0,93 para ovários oscilando entre incolores e de cor creme.

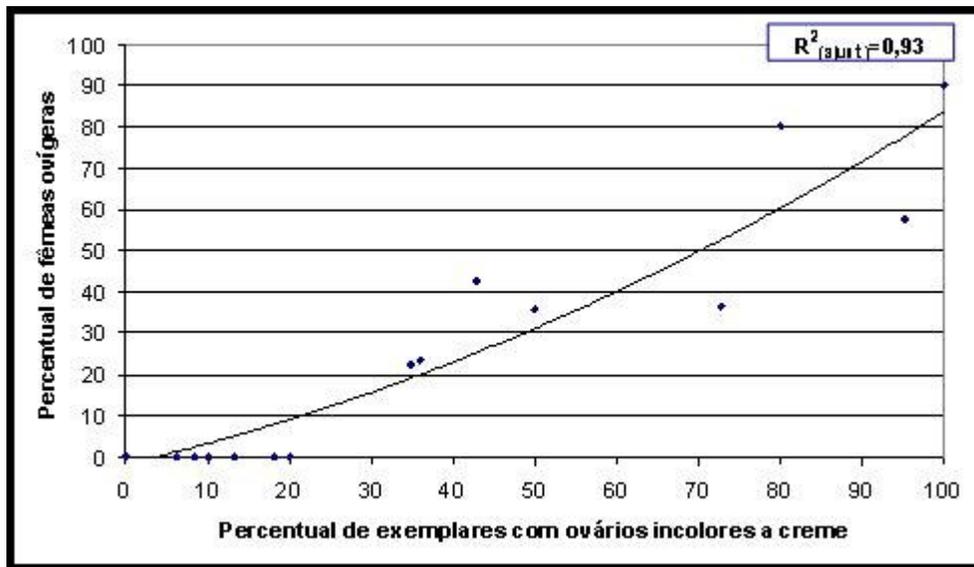


Figura 55 Correlação entre os percentuais mensais de fêmeas ovígeras e o percentual mensal de exemplares com coloração ovariana variando de incolor a creme. A correlação demonstrada graficamente refere-se a $R^2_{(ajust.)} > 0,5$.

4. DISCUSSÃO

Estudos que correlacionam aspectos fenotípicos a processos reprodutivos são amplamente realizados com várias espécies animais por fornecerem subsídios para estudos populacionais. Detto *et al.* (2004), em pesquisa realizada com *Helocius cordiformis* (H. Milne Edwards, 1837) (*Brachyura* terrestre), verificaram a relação entre aspectos fenotípicos e o comportamento reprodutivo desta espécie, endêmica da Austrália. Os resultados obtidos com esse estudo sugeriram que variações na coloração de carapaça estejam envolvidas no processo reprodutivo de cõrte, possivelmente devido à ação de fatores endócrinos. Assim como observado em *H. cordiformis*, uma variação cromática também foi relatada em demais indivíduos da família *Ocypodidae* e em *Carcinus maena* (Linnaeus, 1758) (*Portunidae*) (Styrishave *et al.*, 2004).

Pinheiro (2001), *apud* Pinheiro & Fiscarelli (2001), relata que, no litoral sul do Estado de São Paulo, *U. cordatus* tem a cor de carapaça marrom relacionada ao período de maior ocorrência de “muda nupcial” (setembro a outubro) - ecdise que precede a cópula -, enquanto que a carapaça azul relaciona-se ao período de maior ocorrência de pós-muda e acasalamento (outubro a dezembro). No entanto, esses períodos não coincidem com o observado no presente estudo, pois os meses em que houve uma maior quantidade indivíduos azuis foram de novembro a fevereiro, enquanto que fêmeas marrons foram coletadas ao longo de praticamente todo período de estudo, sem que ficasse caracterizado um padrão definido específico de ocorrência.

Todavia, a associação entre fêmeas de carapaça azul com a fase de acasalamento, verificada por Pinheiro (op. cit.), corrobora com o observado no presente estudo, no qual esta cor de carapaça relacionou-se com a ocorrência de ovários maduros. Da mesma maneira, a cor marrom, relacionada por esse autor com a “muda nupcial”, apresentou uma maior aproximação com a presença de ovários em maturação inicial, embora com um coeficiente de determinação ajustado menor que 0,5.

Segundo HARTNOLL (1969) *apud* Pinheiro (2003) estímulos visual e tátil estão envolvidos no reconhecimento e aproximação entre os caranguejos semiterrestres e terrestres. Para este autor, no período de acasalamento, os animais perdem o mimetismo característico de seu antigo exoesqueleto e adquirem colorações marcantes, que otimizam o reconhecimento sexual e a formação de pares reprodutivos.

Assim como a coloração do exoesqueleto, a observação macroscópica dos ovários pode ser uma ferramenta para a determinação do período reprodutivo de vários crustáceos. Isto é possível devido ao acúmulo de substâncias de reserva nos ovócitos promovendo seu gradual aumento de volume e modificação na pigmentação.

Armstrong (1988), estudando o siri *Ovalipes catharus* (White, 1843) (Brachyura Portunidae), associou ovários variando de translúcidos à cor de tijolo ao processo de vitelogênese, atribuindo determinadas colorações para cada estágio de desenvolvimento ovariano. Assim como Kumar *et al.* (2003), que determinaram estágios gonadais em *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1776) por meio de observações na coloração do ovário, houve variação de branco ou translúcido a alaranjado.

Alves (1975), em estudos realizados com *U. cordatus*, descreveu os aspectos macro e microscópicos do aparelho reprodutor feminino. Esta autora propôs classificação dos estágios de desenvolvimento gonadal e identificou vários graus de coloração ovariana que variaram de esbranquiçado ao vermelho intenso. Nakamura (1979), ao pesquisar a

mesma espécie, observou quatro estágios de desenvolvimento: imaturo (esbranquiçado), em maturação (amarelo, alaranjado e rosado), maturo (vinho) e desovado (esbranquiçado com resíduos de ovócitos). Góes *et al.* (2000) confrontou a relação gonadossomática ao aspecto macroscópico dos ovários, determinando seis estágios de maturação: imaturo (transparente), em maturação (amarela a alaranjada avermelhada), maturo (vinho intensa), parcialmente desovado (amarela a vermelha), desovado (esbranquiçada a amarelada) e em recuperação (rosado). Dalabona (2001), também pesquisando o caranguejo-uçá, relatou a relação entre cor de ovário com a fase do ciclo reprodutivo, semelhante ao já descrito por Nakamura (op. cit.). No entanto, a mesma autora fez referência a apenas três estágios de maturação ovariana: em maturação (alaranjada clara e alaranjada escura), maturo (cor de vinho tinto) e desovado (amarela clara).

Para os exemplares provenientes da Baía de Antonina, analisados neste estudo, a exceção de ovários marrons e roxos que são relacionados, respectivamente, com estágios III e IV, os demais apresentam baixa correlação com outros estágios. Este resultado pode estar relacionado com as características do estágio V, quando há um processo de regeneração do ovário e a retomada da produção de ovócitos, para uma próxima desova durante o mesmo período reprodutivo. Portanto, desta forma, ovários incolores, amarelos e alaranjados podem estar relacionados tanto com os estágios iniciais, quanto ao estágio V (em regeneração), corroborando com o observado por Góes *et al.* (op. cit.) que propõem uma mesma cor para mais de um estágio.

A alta correlação entre as tonalidades incolor a creme dos ovários e a presença de fêmeas ovígeras evidencia desova total em *U. cordatus*. Portanto, há baixa possibilidade de se observar ovários com grande quantidade de ovócitos maduros remanescentes, que caracterizariam uma desova do tipo parcelada.

A partir das análises de correlação, infere-se que as colorações dos ovários e de carapaça possam ser utilizadas como ferramentas para a avaliação do processo de maturação gonadal de *U. cordatus*. Diferentes colorações de carapaça podem ser observadas com maior frequência em algumas das fases de maturação gonadal, permitindo a indicação do provável estágio de maturação sem a morte do caranguejo. Cores apresentadas pelos ovários durante o processo de maturação, também podem servir como indicativo da fase de desenvolvimento, sem para isso realizar histologia. No entanto, vale ressaltar, que estes métodos de identificação do estágio reprodutivo não podem ser aplicado para todas as fases ovarianas, havendo a necessidade da utilização da histologia como método auxiliar.

5. REFERÊNCIAS

- ALVES, M. I. M. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *ucides cordatus* (linnaeus), em mangues do Estado do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 15, n. 2, p. 85-91. 1975
- ALVES, R. R. N.; NISHIDA, A. K. A ecdise do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* L. (Decapoda, Brachyura) na visão dos caranguejeiros. **Interciência**, v. 27, n. 3, p. 110-117. 2002.
- ARMSTRONG, J. H. Reproduction in the paddle crab *Ovalipes catharus* (Decapoda: Portunidade) from Blueskin Bay, Otago, New Zeland. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 22, p. 529-536. 1988.
- BEHMER, O. A.; TOLOSA, E. M. C.; FREITAS Nt., A. G. **Manual de Técnicas para Histologia Normal e Patológica**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1976.
- BENINGER, P. G.; LAROCQUE, R. Gonopod tegumental glands: a new accessory sex gland in the Brachyura. **Marine Biology**, v. 132, p. 435-444. 1998.
- CHEN, Y. N.; FAN, H. F.; HSIEH, S. L.; KUO, C. M. Physiological involvement of DA in ovarian development of the freshwater giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture**, v. 228, n. 1-4, p. 383-395. 2003.
- CORGOS, A.; FREIRE, J. Morphometric and gonad maturity in the spider crab *Maja brachydactyla*: a comparison of methods for estimating size at maturity in species with determinate growth. **Journal of Marine Science**, n. 63, p. 851-859. 2006.
- DALABONA, G. **Reprodução e análise biométrica do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* nas Ilhas do Pavaçá e das Peças, Paraná, Brasil**. Curitiba: 2001. 36f. Dissertação (Mestrado e Ciências Biológicas, Área Zoologia), Universidade Federal do Paraná.
- DETTO, T.; ZEIL, J.; MAGRATH, R. D.; HUNT, S. Sex, sinze and colour in a semi-terrestrial crab, *Heloecius cordiformis* (H. Milne Edwards, 1837). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 302, p. 1-15. 2004.
- EDOMI, P.; AZZONI, E.; METTULIO, R.; PANDOLFELLI, N.; FERRERO, E. A.; GIULIANINI, P. G. Gonad-inhibiting hormone of the Norway lobster (*Nephrops*

norvegicus): cDNA cloning, expression, recombinant protein production, and immunolocalization. **Gene**, v. 284, n. 1-2, p. 93-102. 2002.

GÓES, P.; SAMPAIO, F. D. F.; CARMO, T. M. S.; TÔSO, G. C.; LEAL, M. S. Comportamento e período reprodutivo do caranguejo do mangue *Ucides cordatus*. **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação**, Vitória, Espírito Santo: Publ. ACIESP, v. 2, p. 335-347. 2000.

HATTORI, G. Y.; PINHEIRO, M. A. A. Fertilidade do caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), em Iguape (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 2, p. 309-313. 2003.

HOLFORD, K. C.; EDWARDS, K. A.; BENDENA, W. G.; TOBE, S. S.; WANG, Z.; BORST, D. W. Purification and characterization of a mandibular organ protein from the American lobster, *Homarus americanus*: a putative farnesoic acid O-methyltransferase. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 34, n. 8, p. 785-98. 2004.

KROL, R. M.; HAWKINS; OVERSTREET, R. M. Decapod Crustacea, In.: **Microscopy Anatomy of Invertebrates Reproductive Components**, v. 10, Capítulo 8, p. 295-343. 1992.

KUMAR, M. S.; XIAO, Y.; VENEMA, S.; HOOPER, G. Reproductive cycle of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus*, off southern Austrália. **Journal of Marine Biology Association**, v. 83, n.5, p. 983-994. 2003.

MATOS, E.; MATOS, P.; CORRAL, L.; AZEVEDO, C. Ultraestrutura do espermatozóide de *Ucides cordatus* Linnaeus (Crustácea, Ocypodidae) do litoral norte do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 3, p. 753-756. 2000.

MATOS, E.; SANTOS, M. N. S.; CORRAL, L.; AZEVEDO, C. Ultra-estrutura do espermatozóide de *Ocypode quadrata* Fabricius, 1787 (Crustácea, Ocypodidae) do litoral norte do Brasil. **Revista Ciência Agrária**, n. 36, p. 131-135. 2001.

NAKAMURA, I. T. **Sobre a fenologia de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), (Crustacea, Brachyura), da Baía de Paranaguá**. Curitiba: 1979. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Área de Zoologia), Universidade Federal do Paraná.

PINHEIRO, M. A. A.; FISCARELLI, A. G. **Manual de apoio à fiscalização do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Santa Catarina: CEPESUL. 2001.

PINHEIRO, M. A. A. Biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), na Baía da Babitonga, São Francisco do Sul, Santa Catarina, in.: **Relatório científico final: Projeto uçá Babitonga**. 2003. Disponível em: <http://www.kolnet.com.br/babitonga1/pub/PesquisadoresProjeto/PaTrimonio3/ProjetoUCarabgueijo.pdf> , acessado em agosto de 2006.

REDDY, P. S. Involvement of opioid peptides in the regulation of reproduction in the prawn *Penaeus indicus*. **Naturwissenschaften**, v. 87, n. 12, p. 535-538. 2000.

SAMPAIO, F. D. F. **Aspectos reprodutivos relacionados à proteção jurídica do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, decapoda, Brachyura) no Espírito Santo**. Espírito Santo, 2002. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Espírito Santo. Resumo.

SARIJINI, R.; NAGABHUSHANAM, R.; FINGERMAN, M. Evidence for opioid involvement in the regulation of ovarian maturation of the fiddler crab, *Uca pugilator*. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part A**, v. 111, n. 2, p. 279-282. 1995.

STYRISHAVE, B.; REWITZ, K.; ANDERSEN, O. Frequency of moulting by shore crabs *Carcinus maenas* (L.) changes their colour and their success in mating and physiological performance. **Journal Experimental Marine Biology**, n. 313, p. 317– 336. 2004.

VALE, P. A. A. **Biologia reprodutiva do caranguejo *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus,1763) num manguezal do Estuário do Rio Caeté-Bragança-Pará-Brasil**. Pará, 2003. 48f. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental), Universidade Federal do Pará. Resumo.

VELÁZQUEZ, A. V. Reproductive strategies of the spiny lobster *Panulirus interruptus* related to the marine environmental variability off central Baja California, Mexico: management implications. **Fisheries Research**, v. 65, n. 1-3, p. 123-135. 2003.

YE, Y.; BISHOP, J. M.; FETTA, N.; ABDULQADER, E.; AL-MOHAMMADI, J.; ALSAFFAR A. H.; ALMATAR, S. Spatial variation in growth of the green tiger prawn (*Penaeus semisulcatus*) along the coastal waters of Kuwait, eastern Saudi Arabia, Bahrain, and Qatar, ICES. **Journal of Marine Science**, v. 60, n. 4, p. 806-817. 2003.

ANEXO

A REPRODUÇÃO DE *Ucides cordatus*: ESTUDO REVELA ASPECTOS DA REPRODUÇÃO DO CARANGUEJO-UÇÁ NA BAÍA DE ANTONINA-PR

O caranguejo-uçá ou *Ucides cordatus* habita manguezais localizados na costa atlântica do continente americano, desde a Flórida (EUA) até Santa Catarina (BR). Este caranguejo tem grande importância para as populações litorâneas, pois além de ser utilizado como alimento, sua comercialização serve como fonte de renda para elas. Além disso, o caranguejo-uçá tem importante papel na decomposição de matéria orgânica. Um exemplo da sua capacidade de degradar matéria orgânica é que ele utiliza as folhas que caem das árvores como alimento. Por esse motivo ele é considerado um dos seres vivos mais importantes do ecossistema de manguezais.

Situação dos estoques pesqueiro:

Como resultado do intenso extrativismo, da degradação dos manguezais e do surgimento de novas doenças que afetam o caranguejo-uçá, tem-se observado uma redução dos estoques pesqueiros (quantidade de caranguejo-uçá disponível para captura) no litoral brasileiro.



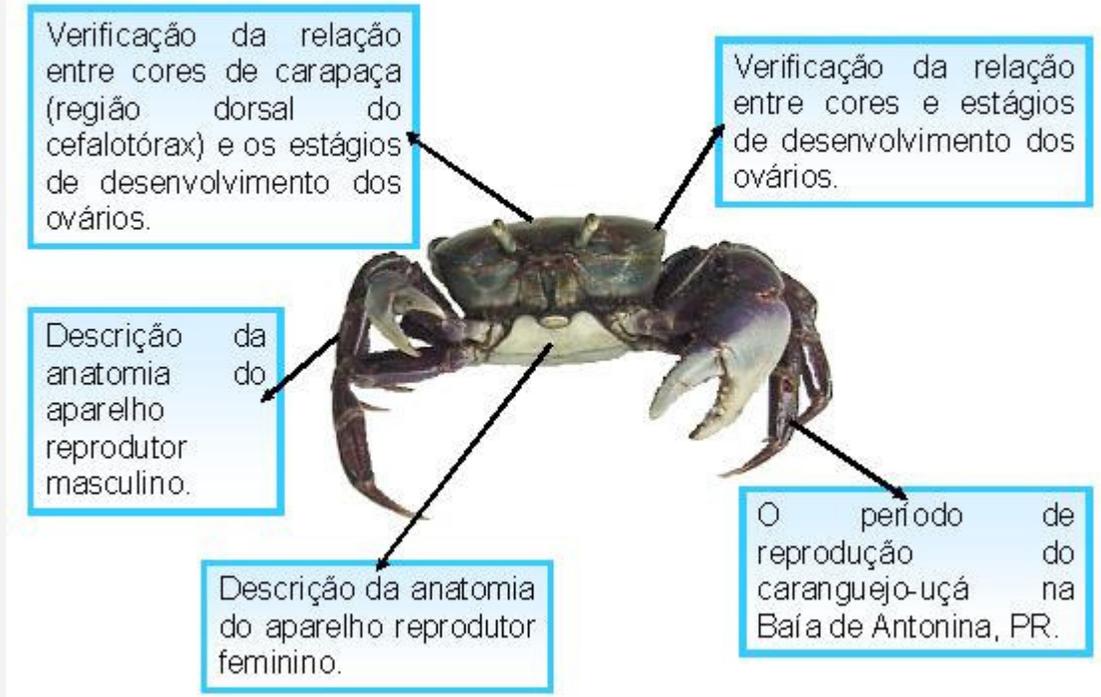
Por que estudar a reprodução do caranguejo-uçá?

O estudo da biologia reprodutiva desta espécie contribui para o correto manejo de seus estoques pesqueiros. Isto porque o conhecimento dos mecanismos envolvidos com a reprodução facilita a compreensão da dinâmica das populações de caranguejo-uçá e a elaboração de leis de defesa para esta espécie.

A pesquisa:

Para pesquisar a reprodução do caranguejo-uçá foram analisados mensalmente machos e fêmeas desta espécie. A pesquisa teve duração de dois anos e cinco meses (outubro/02 a março/05) e foi realizada com caranguejos dos manguezais da Baía de Antonina, localizada no litoral paranaense.

O QUE FOI PESQUISADO:



A pesquisa revelou que os machos de *U. cordatus* têm o aparelho reprodutor composto por várias estruturas, dispostas sempre em pares. São elas:

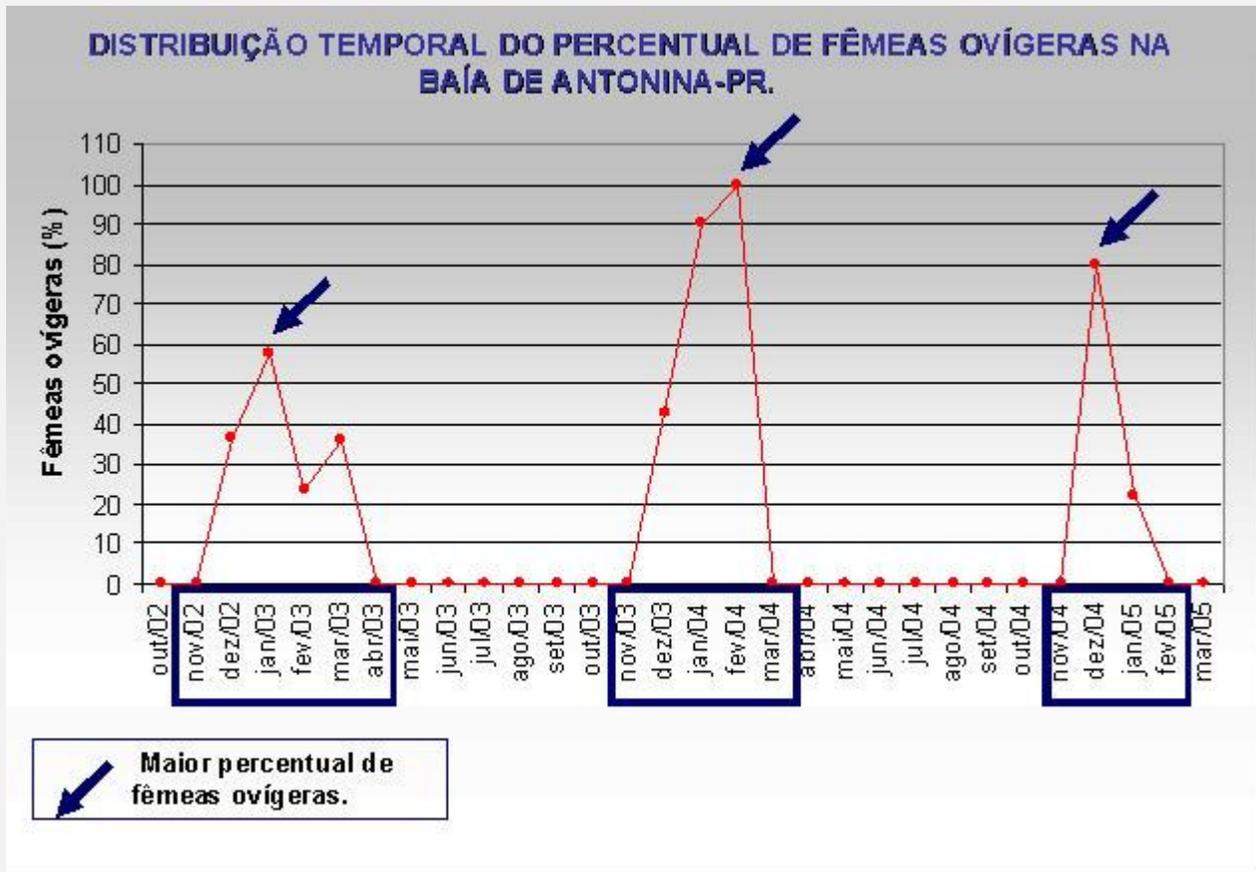
- *testículos*, locais onde são produzidos os espermatozoides;
- *vasos deferentes anteriores, médios e posteriores*, locais onde os espermatozoides são “empacotados” formando os “espermatóforos”, que ficam imersos em secreções;
- *ductos ejaculadores* que são canais que conduzem os espermatóforos aos pênis;
- *pênis* que são órgãos externos com função de depositar os espermatóforos na base dos pleópodos;
- *pleópodos* são as apêndices externas que conduzem os espermatóforos até a fêmea durante a cópula.

Nas fêmeas o aparelho reprodutor é mais simples, embora suas estruturas também estejam em pares. Cada fêmea possui um par de: *ovários*, que sofrem alterações de volume e cor a medida em que ocorre a maturação de seus gametas; *espermatecas*, pequenas vesículas que armazenam os espermatóforos introduzidos durante a cópula; e os *ovidutos*, canais de ligação com meio externo.

Durante o processo de ovogênese, quando são formados os gametas femininos (ovócitos), são observadas cinco fases de desenvolvimento destas células (ovócitos I, II, III, IV e V). Os cinco tipos de ovócitos se diferenciam pelo aumento do diâmetro celular, acúmulo de substâncias nutritivas no citoplasma (formação do vitelo) e diminuição do núcleo.

À medida em que ocorre a ovogênese os ovários também se modificam, passando pelo processo de “maturação” ou “desenvolvimento ovariano”. Durante este período os ovários são classificados através de análises microscópicas, que se baseiam na presença dos diferentes tipos de ovócitos. São eles: *E1 – ovário imaturo*, *E2 – ovário em maturação inicial*, *E3 – ovário em maturação final*, *E4 – ovário maturo* e *E5 – ovário em regeneração*, observado após a desova. É importante destacar que algumas fêmeas com ovários em regeneração apresentaram ovócitos em processo de maturação, indicando a possibilidade de mais de uma desova durante um mesmo período de reprodução.

Após a fecundação, os ovos permanecem aderidos aos pleópodos até que as larvas eclodam, ou seja, saiam dos ovos. Os pleópodos são apêndices localizados externamente na região abdominal da fêmea. Durante este período as fêmeas são denominadas como “ovígeras” ou “ovadas”. Neste estudo as fêmeas ovígeras foram observadas durante cinco meses, em média, iniciando os registros a partir de novembro, como pode ser observado no gráfico abaixo:



As fêmeas coletadas nesta pesquisa tiveram seus ovários analisados com base na classificação ovariana acima descrita. Com estes resultados foi possível calcular o percentual de fêmeas em

cada estágio de maturação ao longo de todo o período de estudo. Associando-se estes resultados a distribuição temporal de fêmeas ovígeras, foi possível identificar o período reprodutivo do caranguejo-uçá para a Baía de Antonina-PR como de *outubro a março*. Vale ressaltar que os meses de primavera corresponderam aos maiores percentuais de fêmeas com ovários E4.

O caranguejo-uçá troca seu exoesqueleto (camada dura que recobre seu corpo) para crescer. Por este motivo, ao longo do ano são observadas diferentes colorações de carapaça nesses caranguejos. Ao se comparar à presença das diferentes cores do exoesqueleto com o estágio de maturação ovariana, constatou-se que há relação deste aspecto fenotípico com a reprodução nos seguintes casos:

RELAÇÃO ENTRE AS CORES DE CARAPAÇA E OS ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO DOS OVÁRIOS DE *Ucides cordatus*.

Assim como a carapaça, os ovários, que também apresentam diferentes cores em virtude do processo de vitelogênese (produção de vitelo), apresentam correlação entre cores e estágios de maturação. Portanto, verificou-se que há correlação entre: fêmeas com ovários maduros (E4) e ovários roxos; e, fêmeas em maturação final (E3) e ovários de coloração marrom.

