

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DO CARANGUEJO-UÇÁ,
Ucides cordatus (LINNAEUS, 1763),
EM IGUAPE, SP, BRASIL**

Bruno Sampaio Sant'Anna

Orientador: Evandro Severino-Rodrigues

Co-orientador: Marcelo Antonio Amaro Pinheiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo

Outubro - 2006

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DO CARANGUEJO-UÇÁ,
Ucides cordatus (LINNAEUS, 1763),
EM IGUAPE, SP, BRASIL**

Bruno Sampaio Sant'Anna

**Orientador: Evandro Severino-Rodrigues
Co-orientador: Marcelo Antonio Amaro Pinheiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo
Outubro – 2006**

“Dedico este trabalho a
minha Avó Irene, que
enquanto viva cuidou de
mim como se fosse um
filho”

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Evandro Severino-Rodrigues, pela amizade e total confiança depositada em mim durante o desenvolvimento deste trabalho. Ao meu co-orientador Prof. Dr. Marcelo Antonio Amaro Pinheiro, pela oportunidade de trabalho junto ao Projeto Uçá-II, confiança no desenvolvimento das atividades e aprendizado transmitido durante os últimos anos.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro concedido ao Projeto Uçá-II (Proc.#02/05614-2), que permitiu o desenvolvimento do referido estudo.

A minha família, pois, sem uma base sólida com exemplos de caráter e dignidade, torna-se difícil transpor as barreiras que a vida nos impõe. Agradeço a minha mãe que com muita luta me proporcionou a felicidade de ser Biólogo. Em especial a minha Avó Irene dos Santos que até o último momento de sua vida fez tudo para que eu tivesse oportunidade de estudar e alcançar meus objetivos, da mesma forma a minha Tia Andrea Peixoto.

A Pós-Graduação do Instituto de Pesca do Estado de São Paulo, pela oportunidade de crescimento acadêmico.

Aos Drs. Gustavo Yomar Hattori e Ronaldo Adriano Christofolletti, pela amizade, convivência, conselhos e sugestões durante as atividades de campo, e principalmente pelo exemplo de ética profissional que ambos sempre me mostraram ser o único caminho a seguir. Ao Biólogo Luís Felipe Duarte, pela imprescindível ajuda nas observações de campo em Iguape.

Aos alunos do Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos que com muito empenho, picadas de mosquito, chuva e lama auxiliaram nas atividades de campo: Gustavo, Ronaldo, Felipe, Daiane, Karina, Bruno, Alison, Camila, Cilene, Cesar, Tatiane e Renato. Em especial a Karina pela ajuda com a língua estrangeira.

Ao Prof. Dr. Fernando José Zara, pela amizade e por dedicar seu tempo e paciência me orientando nas análises histológicas.

Aos amigos Maurício e Kátia, pelo incentivo e amizade desde a época da graduação e aos amigos César Cordeiro e Fabiana Moreira pela amizade e pelas valiosas discussões sobre ciência, ética e moral.

Aos funcionários da Unesp de São Vicente, pela recepção e colaboração desde 2000, quando eu ainda cursava o Ensino Médio e ser Biólogo, era um sonho distante. Um agradecimento especial aos técnicos de informática, Cláudio e Douglas pelo auxílio em diversos momentos, da mesma forma ao responsável pelo setor, Paulo Vella. E também aos técnicos de laboratório Márcia e Beto pela ajuda durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), pelo apoio logístico e estrutura fornecida durante o desenvolvimento deste trabalho com auxílio de todos os funcionários. Em especial ao Analista Ambiental Marcelo Braga Pessanha pelo auxílio e amizade.

Ao Prof. Dr. Acácio Ribeiro Tomás, por sua disponibilidade e paciência durante as análises estatísticas.

Aos professores da banca de qualificação, Dr. Júlio Vicente Lombardi e Dr^a. Elizabeth Romagosa, pelas sugestões durante a fase de qualificação.

Aos amigos da pós-graduação Eliana, Samantha, Fernando, Alessandro, Pedro, Marcelo, Camila e Guilherme, pela amizade, convívio e troca de experiências durante as disciplinas.

Aos bibliotecários Maria da Conceição Gomes da Silva, Paulo César Fernandes e Vicente Estevam Junior, pelo auxílio fornecido durante o desenvolvimento deste trabalho.

A todos que participaram direta e indiretamente da composição deste trabalho, pois sem estas pessoas isto não seria possível.

Sumário

Índice de tabelas.....	i
Índice de figuras.....	ii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
1 - Revisão da Literatura.....	1
2 - Introdução.....	7
2.1 - Histologia e Histoquímica.....	7
2.2 - Fenômeno da “Andada” e Época Reprodutiva.....	9
3 - Objetivos.....	12
4 - Justificativas.....	13
5 - Material e Métodos.....	14
5.1 - Histologia e Padrão de Estoque Espermático.....	14
5.2 - Histoquímica.....	15
5.3 - Fenômeno da “Andada” e Época Reprodutiva.....	15
5.3.1 - Fenômeno da “Andada”.....	15
5.3.2 - Época Reprodutiva.....	18
6 - Resultados.....	21
6.1 - Histologia e Padrão de Estoque Espermático.....	21
6.2 - Histoquímica.....	22
6.3 - Fenômeno da “Andada” e Época Reprodutiva.....	35
6.3.1 - Fenômeno da “Andada”.....	35
6.3.2 - Época Reprodutiva.....	36
7 - Discussão.....	47
7.1 - Histologia e Histoquímica.....	47
7.2 - Fenômeno da “Andada” e Época Reprodutiva.....	50
8 - Conclusão.....	56
9 - Referências Bibliográficas.....	58

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Classificação macroscópica dos padrões de coloração das espermatecas de <i>U. cordatus</i>	19
Tabela 2 - Imagem microscópica dos padrões de coloração das espermatecas de <i>U. cordatus</i>	33
Tabela 3 - Resultado dos testes histoquímicos para a espermateca de <i>U. cordatus</i>	34
Tabela 4 - Resultado dos testes histoquímicos para os espermatóforos e espermatozóides livres presentes na espermateca de <i>U. cordatus</i>	34
Tabela 5 - <i>Ucides cordatus</i> . Composição vegetal da área de observação.....	45
Tabela 6 - <i>Ucides cordatus</i> . Associação da densidade do caranguejo-uçá com os fatores ambientais.....	45
Tabela 7 - <i>Ucides cordatus</i> . Associação da frequência de comportamentos agonísticos (período característico da “andada”) do caranguejo-uçá com os fatores ambientais.....	45
Tabela 8 - <i>Ucides cordatus</i> . Número de machos, fêmeas e fêmeas ovígeras coletadas e variação da largura da carapaça.....	46

Índice de Figuras

Figura 1 – Delimitação da área de observação e registro diário da densidade do caranguejo-uçá e dos comportamentos reprodutivos sobre o sedimento da área de observação, bem como dos parâmetros ambientais tais como, luminosidade e temperatura.....	20
Figura 2 - Porcentagem mensal dos padrões de coloração das espermatecas de <i>U. cordatus</i>	24
Figura 3 - Aspecto geral do padrão mais comum de espermateca de <i>U. cordatus</i> (a), mostrando a maior concentração de espermatóforos e espermatozóides na região proximal, sobre a câmara de fecundação	25
Figura 4 - Espermatecas de <i>U. cordatus</i> com a presença de pigmentos alaranjados no seu interior.....	27
Figura 5 - Análises histoquímicas dos tecidos e da secreção translúcida das espermatecas de <i>U. cordatus</i>	29
Figura 6 - Análises histoquímicas dos espermatóforos e espermatozóides contidos nas espermatecas de <i>U. cordatus</i>	31
Figura 7 – <i>Ucides cordatus</i> . Variação da densidade (ind./m ²) diária de <i>U. cordatus</i> em atividade sobre o sedimento de manguezal e da frequência de duplas desenvolvendo comportamentos agonísticos em Iguape (SP).....	37
Figura 8 – <i>Ucides cordatus</i> . Densidade (ind./m ²) de <i>U. cordatus</i> , durante a maré baixa diurna e noturna dos períodos de Lua Cheia dos meses de novembro e dezembro de 2005.....	38
Figura 9 – <i>Ucides cordatus</i> . Variação da luminosidade (lux) e da densidade de caranguejos ao longo do período de observação da “andada”	39

Figura 10 – <i>Ucides cordatus</i> . Variação da salinidade (‰) e da densidade de caranguejos ao longo do período de observação da “andada”.....	39
Figura 11 - <i>Ucides cordatus</i> . Variação da temperatura (°C) de ar e solo e da densidade de caranguejos ao longo do período de observação da “andada”...40	40
Figura 12 - <i>Ucides cordatus</i> . Variação da pluviosidade (mm) e da densidade de caranguejos ao longo do período de observação da “andada”.....	41
Figura 13 – <i>Ucides cordatus</i> . Variação da densidade (Ind./m ²) diária de <i>U. cordatus</i> em atividade sobre o sedimento de manguezal e da amplitude diária de maré (m) em Iguape (SP)	42
Figura 14 – <i>Ucides cordatus</i> . Porcentagem de indivíduos machos e fêmeas adultas, com gônadas maduras, em maturação e imaturas capturados durante o período de estudo.....	43
Figura 15 – <i>Ucides cordatus</i> . Porcentagem de fêmeas ovígeras capturadas durante o período de estudo, nos manguezais de Iguape.....	44
Figura 16 – <i>Ucides cordatus</i> . Comparação do período reprodutivo de <i>U. cordatus</i> em diferentes latitudes do Brasil.....	55

Resumo

Ucides cordatus é o caranguejo de manguezal mais comercializado do Brasil, sendo fundamental o manejo racional deste recurso pesqueiro. O presente estudo teve como objetivo contribuir para o manejo do caranguejo *U. cordatus* determinando o seu período reprodutivo, as épocas de ocorrência do fenômeno da “andada”, fazendo associação deste fenômeno as variáveis ambientais e descrever a histologia e a histoquímica das espermatecas das fêmeas. Para determinação do período reprodutivo foram capturados 150 caranguejos/mês, durante um período de um ano (04/2004 a 05/2005) nos manguezais de Iguape. O fenômeno da “andada” foi delimitado por meio de observações diárias em uma área pré-determinada (10x10m), durante o período de seis meses (10/2004 a 03/2005). Em todos os dias de observação as variáveis ambientais temperatura do ar e do solo (°C), salinidade, luminosidade (lux), amplitude de maré (m) e pluviosidade (mm) foram mensurados. Para as análises histológicas, fêmeas adultas foram capturadas mensalmente de julho/2004 a junho/2005, sendo anestesiadas, e dissecadas para remoção das espermatecas que foram fixadas e submetidas à rotina histológica e histoquímica. O período reprodutivo, evidenciado pelas épocas de maior incidência de indivíduos com gônadas maduras e fêmeas ovígeras foi delimitado de outubro a fevereiro. O fenômeno da “andada”, época em que os animais saem de suas tocas para acasalar ocorreu em novembro, dezembro e com picos em janeiro e fevereiro diminuindo gradativamente sua intensidade nos meses subseqüentes. A época característica da “andada” foi correlacionada positivamente com o aumento da luminosidade e maiores amplitudes de maré. Histologicamente, a espermateca possui uma cápsula de tecido conjuntivo, rica em fibras colágenas, que envolve o epitélio colunar secretor. A secreção produzida pelo epitélio colunar foi intensamente positiva para polissacarídeos neutros, positiva para polissacarídeos ácidos e fracamente positiva para proteínas e lipídeos. Tal secreção forma uma matriz glicoprotéica que está associada à manutenção dos espermatozoides, que podem ficar estocados por longos períodos. No lúmen não são observados pacotes espermáticos individualizados, com os espermatozoides entremeados pelo fluido seminal e secreções da própria espermateca. Grande parte dos espermatozoides livres e espermatozoides encontram-se dispostos em massas homogêneas na porção proximal da espermateca. A secreção produzida pelo epitélio colunar parece promover o deslocamento dos gametas para a câmara de fecundação, em posição ventral, permitindo a fecundação dos ovócitos. Com os resultados do presente estudo pode-se concluir que as políticas de defeso da espécie aplicadas pelos órgãos governamentais poderiam ser ampliadas, proibindo a captura dos indivíduos de ambos os sexos no mês de dezembro, e implementar maior fiscalização durante os períodos de lua cheia e nova dos meses de janeiro e fevereiro, durante os dois últimos meses da “andada”, época que o animal está mais vulnerável, o defeso atual permite sua captura.

Palavras-chave: Crustáceo, Decapoda, Reprodução, Histologia, *Ucides*.

Abstract

Ucides cordatus is the most commercially important mangrove crab in Brazil. As a proposal to subsidize fenced season politics of the uçá crab, the present study has the aim of determining the reproductive period, the occurrence times of the “andada” phenomenon, associate it with environmental variables and describe the histology and histochemistry of the spermathecae. To determine the reproductive period it was captured 150 crabs/month, for one year in mangroves of Iguape, SP, Brazil. The “andada” phenomenon was delimited by daily observations in a pre-determined area (10x10m), for a six months period. In everyday of observation the environmental variables air and soil temperature (°C), salinity, luminosity (lux), tide amplitude (m) and rainfall (mm) was measured. To the histological analysis adult females were caught monthly from July 2004 to June 2005, being anesthetized, and their spermathecae removed and fixed in Davidson's, following the histological and histochemistry routine for paraffin. The reproductive period, evidenced by the times of bigger incidence of individuals with mature gonad and ovigerous females, was delimited from October to February. The “andada” phenomenon, period when the animals get off of their galleries to mate, occurred in November, December with peaks on January and February, reducing gradually its intensity on the subsequent months. The characteristic period of “andada” was positively related to the luminosity increase and the major tides amplitudes. Histologically, the spermatheca possesses a capsule of conjunctive tissue, rich in collagen fibers, which surrounds the secretory columnar epithelium. The secretion produced by the columnar epithelium was strongly positive for neutral polysaccharides, positive for acid polysaccharides, and weakly positive for proteins and lipids. This secretion forms a glycoprotein matrix which is associated with maintenance of the spermatophores, that can remain stored for long periods. In the lumen, individual sperm packets are not observed; the spermatophores are intermixed with the seminal fluid and secretions of the spermatheca itself. A large proportion of the free spermatozooids and spermatophores is arranged in homogeneous masses in the proximal part of the spermatheca. The secretion produced by the columnar epithelium appears to promote the movement of the gametes to the fertilization chamber, in a ventral position, allowing fertilization of the oocytes. With the results of this study, we conclude that the fenced season of this species, applied by governmental organs could be enlarged, forbidding the capture of individuals of both sexes in December, and to implement greater fiscalization during the periods of full and new moon of the months on January and February, because during the lasts two months of “andada”, time when the animal is vulnerable, the current fenced season laws allows its capture.

Key-words: Crustacea, Decapoda, Reproduction, Histology, *Ucides*.

1 - REVISÃO DA LITERATURA

Os manguezais são ambientes costeiros tropicais considerados como zonas de transição entre o ambiente aquático e terrestre que possuem elevada produtividade primária e servem de berçário natural a várias espécies de moluscos, peixes e crustáceos de importância econômica (KJERFVE e LACERDA, 1993; KATHIRESAN e BINGHAM, 2001). A distribuição mundial das florestas de manguezal é circuntropical, ocorrendo em 112 países (KATHIRESAN e BINGHAM, 2001), totalizando cerca de 24 milhões de hectares de extensão (SPALDING, 1997).

Este ambiente sofre constante ação das marés, que com seu movimento oscilatório proporciona condições estressantes aos organismos que ali habitam, particularmente de cunho fisiológico. Assim, espécies terrestres sofrem a ação da salinidade durante as marés altas, enquanto os organismos aquáticos, com a vazão da maré, podem ficar expostos à dessecação provocada pelo Sol (HORGATH, 2004).

A diversidade no ambiente estuarino é menor do que nos rios e nos mares (MCLUSKY e ELLIOTT, 2004), o que está intrinsecamente relacionado à amplitude das marés, tornando o local inóspito pela variação constante de salinidade. Desta forma, a salinidade pode limitar a penetração de espécies no estuário (MCLUSKY e ELLIOTT, 2004), como verificado para o portunídeo *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818), que não tolera baixas salinidades, embora possa ser registrado em regiões adjacentes às áreas estuarinas (PINHEIRO *et al.*, 1996; ZANGRANDE *et al.*, 2003).

Espécies de caranguejos semi-terrestres que têm o hábito de escavar galerias, como *Ucides cordatus*, sofrem menos com as variações ambientais e dessecação. Nas marés baixas, as galerias funcionam como um reservatório de água que é utilizada para umedecer as brânquias, auxiliando nas trocas gasosas, e também como refúgio nos períodos em que o manguezal permanece inundado.

Ucides cordatus é um caranguejo da Família Ocypodidae, conhecido popularmente como caranguejo-uçá. Foi brevemente descrito em 1648 por Jorge de Marcgrave na *Historia Naturalis Brasiliae* (NASCIMENTO, 1993), sendo descrito cientificamente em 1763 por Linnaeus, como *Cancer cordatus*. Segundo CUNHA (1978), a palavra uçá e suas variações derivam do fonema tupi *u'sa*, significando em português “caranguejo”, sendo o motivo da espécie também ser conhecida como “caranguejo verdadeiro”. De acordo com MELO (1996) a distribuição da espécie ocorre na Costa do Atlântico Ocidental, na Flórida (EUA), Golfo do México, América Central, Antilhas, Guianas e no Brasil até Santa Catarina, habitando locais pantanosos, entre as raízes das árvores de mangue em áreas salobras.

O sedimento lodoso de manguezal possibilita aos caranguejos semi-terrestres a escavação de galerias que servem como refúgio contra predadores, proteção durante o período de muda, e o armazenamento de alimento. Entre os predadores do caranguejo-uçá, além dos seres humanos, destacam-se algumas aves, como o Socó – *Ardea cocoi* (Linnaeus, 1766) e a saracura – *Aramides mangle* (Spix, 1825), bem como um mamífero conhecido popularmente como Guaxinim – *Procyon cancrivorus* (Cuvier, 1798), espécie de hábito noturno especialista na captura de caranguejos (FISCARELLI e PINHEIRO, 2002; OLMOS e SILVA, 2001),

Como todos os artrópodes, o crescimento de *U. cordatus* depende de trocas sucessivas do exoesqueleto durante sua ontogenia. Na época da ecdise, os indivíduos com a nova carapaça já em formação sob o antigo exoesqueleto, fecham suas galerias, permanecendo ali por vários dias inertes (SILVA, 2002) até a nova carapaça adquirir consistência necessária à locomoção e proteção contra predadores. Segundo o estudo desenvolvido em Iguape (SP) por PINHEIRO *et al.* (2005), *U. cordatus* leva de 7 a 9 anos para atingir o tamanho comercial, com cerca de 70 a 80mm de largura da carapaça. O crescimento lento deste braquiúro tem relação com sua dieta, que segundo os estudos de INGA (2003) e CHRISTOFOLETTI (2005) é composta principalmente por matéria vegetal.

O hábito alimentar de *U. cordatus*, associado ao comportamento de carregar folhas para dentro das galerias, faz desta espécie um agente fundamental na fixação de nutrientes autóctones, desempenhando um importante papel na ciclagem de nutrientes do manguezal. São poucos os estudos que abordaram a ecologia trófica desta espécie com acurácia (INGA, 2003 e CHRISTOFOLETTI, 2005), apesar disso, investigações deste tipo são fundamentais à composição de futuras rações que possam acelerar o crescimento da espécie, que em cativeiro apresentou pouco incremento nos intervalos de muda (GERALDES e CALVENTI, 1983). É importante ressaltar que possíveis criações em cativeiro facilitariam a exploração industrial deste recurso, além de auxiliar na preservação dos estoques pesqueiros naturais (CHRISTOFOLETTI, 2005).

No Brasil, poucas espécies de caranguejos são exploradas comercialmente com intuito alimentar, dentre estas, apenas o caranguejo de costão rochoso *Menippe nodifrons* Stimpson, 1859 (OSHIRO, *et al.*, 1999) e os de manguezal, *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1852) e *U. cordatus* (OGAWA *et al.*, 1973), tiveram seu rendimento de carne analisado. Em um estudo mais detalhado, FISCARELLI (2004) determinou o rendimento de carne de *U. cordatus*, além de avaliar suas propriedades químico-bromatológicas, evidenciando para esta espécie uma carne de elevado teor protéico (16%) e baixos índices de gordura, características de uma carne com elevado valor nutricional.

Além da comercialização de indivíduos vivos para consumo, o processamento da carne por comunidades ribeirinhas aumenta a renda das famílias que sobrevivem da pesca (HATTORI *et al.*, *no prelo*), melhorando sua condição de vida. Outros subprodutos como a quitosana, considerada a fibra natural mais abundante da natureza depois da celulose (FISCARELLI, 2004), tem sido empregada com vários usos na indústria farmacêutica, agrícola, têxtil, alimentícia e de cosméticos (ATAS, 2004).

Ucides cordatus, é uma das espécies de caranguejo mais consumidas no Brasil. Em 2004, somente no Estado de São Paulo, foram extraídas cerca de 75ton de caranguejos das quais 77% eram provenientes de Iguape (ÁVILA-

DA-SILVA *et al.*, 2004) local onde o presente estudo foi desenvolvido. Devido à intensa atividade de exploração desse recurso pesqueiro, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) vem se mobilizando na proposição de leis de defeso para esta espécie em todo o Brasil. A portaria em vigor para a região Sudeste-Sul (IBAMA #52/2003) permite a captura deste caranguejo utilizando métodos tradicionais, como o de braceamento, no qual o catador utiliza seu próprio braço para alcançar o indivíduo no fundo de sua galeria, como também de instrumentos considerados facilitadores de captura, como: 1) “chuncho”, uma chave em madeira afilada na extremidade inferior, empregada no alargamento das galerias dos animais, usado particularmente pelas comunidades de Santa Catarina; e 2) “gancho”, uma haste de madeira ligada a um gancho metálico que funciona como um prolongamento do braço do catador. Todas as outras formas de captura com armadilhas ou produtos químicos são proibidas pela referida legislação, o mesmo ocorrendo para a comercialização de partes isoladas do caranguejo (quelas, pereiópodos ou cefalotórax), de fêmeas ovígeras e de indivíduos com tamanho inferior a 6cm de largura da carapaça (LC). Segundo as curvas de maturidade obtidas por HATTORI e PINHEIRO (*no prelo*), este tamanho mínimo de captura permite que 75% da população desta espécie tenha entrado no processo reprodutivo, embora os tamanhos de referência para machos e fêmeas sejam de 51 e 43cm de LC, respectivamente, possibilitando a reprodução em pelo menos uma época reprodutiva antes de ser capturada.

O elemento chave para a viabilização de uma administração de recursos em benefícios não de poucos, mas da sociedade como um todo, é a participação das comunidades locais nas decisões administrativas, bem como na sua execução (SMITH, 1982). Este processo conhecido como gestão participativa, permite a adequação das medidas às condições locais, sua legitimidade junto às comunidades pesqueiras e fiscalização permanente (NORDI, 1994). Seguindo esta linha de raciocínio, o IBAMA vem desenvolvendo um processo de gestão participativa do recurso caranguejo uçá em todo o território brasileiro. Neste sentido, reuniões são articuladas com pesquisadores especialistas da espécie, ONGs, comunidades ribeirinhas, pescadores e catadores de caranguejo, buscando formular políticas de

proteção tanto da espécie, de seu habitat e das condições sociais das famílias que vivem da extração deste recurso (RODRIGUES *et al.*, 2000).

Apesar dos esforços despendidos pelos pesquisadores e órgãos governamentais para a proteção de *U. cordatus*, iniciados em 1994, a região nordeste brasileira tem sido palco da mortandade em massa desta espécie, por razões ainda pouco explicadas (MONTEIRO-COELHO, 2004). Sabe-se que nestes locais os caranguejos apresentam dificuldades de locomoção antes de sua morte, sendo assim, a enfermidade foi denominada Doença Letárgica do Caranguejo (DLC). A única referência sobre a possível causa dessa mortandade, é o recente estudo de BOEGER *et al.* (2005), que detectaram como agente etiológico uma espécie de fungo ascomiceto presente na hemolinfa de caranguejos infectados, coletados nos estados da Bahia e Sergipe.

Problemas ambientais originados por ação antrópica, ou mesmo enfermidades como a DLC, têm potencializado prejuízos às populações naturais do caranguejo-uçá em regiões estuarinas. Dessa forma, a necessidade de detecção desses danos ambientais e de possíveis medidas a serem tomadas, são oriundas do monitoramento dessas populações. O trabalho de HATTORI (2006), por exemplo, monitorou mensalmente por um ano áreas de manguezal em Iguape (SP), analisando a interação da densidade populacional de *U. cordatus* com fatores de ordem biótica e abiótica, relacionados ao sedimento, água, ar e vegetação, subsidiando futuras medidas de manejo pela indicação de áreas propensas à extração ou preservação.

A biologia reprodutiva de *U. cordatus* vem sendo estudada na região nordeste brasileira desde a década de 70, sendo iniciada por COSTA (1972), somando-se, posteriormente, os trabalhos de ALCANTARA-FILHO (1978), NASCIMENTO *et al.* (1982), BOTELHO *et al.* (1999), IVO *et al.* (1999) e VASCONCELOS *et al.* (1999), devido ao elevado interesse econômico nesta região do Brasil. Na região sudeste-sul, destacam-se os trabalhos de GÓES *et al.* (2000) e DALABONA e SILVA (2005), sobre a etologia da reprodução, maturidade e época reprodutiva da espécie e o estudo de FREIRE (1998) sobre a dispersão larval que enfatiza as épocas de desova da espécie. Em

todos esses trabalhos a reprodução do caranguejo-uçá é limitada aos meses mais quentes do ano, principalmente de outubro a maio. Apesar da escassez de conhecimento sobre a reprodução da espécie no Estado de São Paulo, alguns aspectos reprodutivos foram elucidados por PINHEIRO e HATTORI (2003a) que determinaram a fecundidade e fertilidade da espécie (HATTORI e PINHEIRO, 2003), este conhecimento é importante para viabilizar possíveis projetos de larvicultura, bem como o entendimento de sua embriologia, que PINHEIRO e HATTORI (2003b) classificaram em 8 estágios de acordo com a morfologia do embrião e padrão de coloração dos ovos.

A “andada”, fenômeno que corresponde à época em que os caranguejos saem de suas galerias para lutar, acasalar e liberar suas larvas, tem seu conhecimento mais popular do que científico. Apenas o trabalho de GÓES *et al.* (2000) fez menção à época de sua ocorrência, bem como descrição dos comportamentos reprodutivos associados. A delimitação do período de “andada” e a previsibilidade de sua ocorrência são de vital importância ao processo de gestão participativa deste recurso pesqueiro, favorecendo a formulação de novas leis de defeso da espécie englobando épocas em que os caranguejos estão mais vulneráveis à captura.

2 - INTRODUÇÃO

2.1 - Histologia e Histoquímica

Em algumas espécies de braquiúros como os da Família Portunidae, a cópula só ocorre após o processo de muda das fêmeas, quando sua carapaça está mole (PINHEIRO e FRANSOZO, 2002), já *U. cordatus* não depende do processo de muda para reproduzir, efetua a cópula mesmo com a carapaça rígida.

Após a cópula, as fêmeas dos braquiúros armazenam a secreção espermática em órgãos pares e saculiformes, denominados espermatecas, situados logo abaixo do coração e hepatopâncreas (JOHNSON, 1980). A secreção espermática consiste de uma mistura de espermatozoides e fluido seminal que em fêmeas do siri azul *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 podem ficar estocadas por até dois anos e fertilizar múltiplas massas de ovos (HINES *et al.*, 2003). Histologicamente, no caranguejo *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) as espermatecas são envolvidas por tecido conjuntivo externamente e revestidas internamente por epitélio glandular que produz uma secreção com função ainda incerta (BENINGER *et al.*, 1993).

O papel desta secreção é discutível devido ao fato de ser a mistura de secreções produzidas pela espermateca, somada as secreções do macho introduzidas durante a inseminação. Algumas funções são atribuídas à secreção da espermateca, como formar um gel com glicoproteínas e polissacarídeos neutros que podem ser importantes para a estocagem e abertura dos espermatóforos em *C. opilio* (BENINGER *et al.*, 1993) e *Paratelphusa hydrodromus* (Herbest.) (ANIKUMAR e ADIYODI 1977; ADIYODI, 1988). De outra forma, segundo JOHNSON (1980) e BENINGER *et al.* (1988), a maior parte das funções atribuídas ao fluido presente no interior da espermateca está relacionada ao fluido seminal do macho. Em *C. sapidus* o endurecimento do fluido seminal forma um “plug” espermático na entrada da vulva das fêmeas, que evita futuras cópulas com outros machos (JIVOFF, 1997), pode prevenir a perda de espermatozoides ou evitar a entrada de materiais deletérios no trato reprodutor feminino (JOHNSON, 1980). Além disso, em

Scylla serrata (Forsk.) o fluido seminal também pode atuar como agente antimicrobiano (JAYASANKAR e SUBRAMONIAN, 1999) e em *C. opilio* promover a diferenciação espermática e sua manutenção durante a hibernação (SAINTE-MARIE e SAINTE-MARIE, 1999).

As espermatecas têm por função básica receber os espermatóforos e armazená-los até a fertilização dos ovócitos (LÓPEZ-GRECO *et al.*, 1999), que ocorre na câmara de fecundação localizada em sua porção inferior (BENINGER *et al.*, 1988). Durante a desova, os espermatóforos localizados na região proximal das espermatecas se dissolvem, ficam em suspensão na câmara de fecundação, onde encontram os ovócitos e promovem a fecundação (DIESEL, 1989). Esta câmara é extremamente importante no processo de fecundação, pois os espermatozóides dos crustáceos decápodos são imóveis e aflagelados (BROWN *et al.*, 1977). Segundo MATOS *et al.* (2000), o espermatozóide de *U. cordatus* é constituído por três componentes: 1) um acrossoma proeminente; 2) um núcleo polimorfo; e 3) citoplasma contendo organelas celulares, especialmente seis caudas curtas, implantadas na base e constituída por uma região microtubular.

Após a fecundação os espermatóforos podem ser estocados de duas formas: 1) em pacotes espermáticos definidos e delimitados, que segundo DIESEL (1988) correspondem a massas compostas por espermatóforos, espermatozóides e secreções seminais, que podem ser quantificados por análise histológica; ou 2) – após a cópula as secreções masculinas e femininas são misturadas compondo uma secreção de aspecto branco mesclada, como o padrão de estoque espermático observado por LÓPEZ-GRECO *et al.* (1997) para o caranguejo *Chasmagnatus granulata*.

U. cordatus é a espécie de caranguejo mais comercializada do Brasil, apesar disso, o conhecimento do aparelho reprodutor restringe-se somente a análise dos ovários e testículos realizada por MOTA-ALVES (1975) e DALABONA e SILVA (2005) e da ultra-estrutura do espermatozóide estudado por MATOS *et al.* (2000). Em vista dos poucos estudos realizados sobre o sistema reprodutor desta espécie, torna-se importante uma abordagem mais pormenorizada do assunto.

2.2 - Fenômeno da “Andada” e Época Reprodutiva

Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) é a espécie de caranguejo mais explorada comercialmente no Brasil. Este recurso pesqueiro tem sido utilizado como alimento pelas comunidades litorâneas em todo o território brasileiro, particularmente nas regiões norte e nordeste onde ocorre o seu maior consumo. Devido à importância comercial deste braquiúro, os estudos sobre reprodução desta espécie datam da metade do século passado, quando OLIVEIRA (1946) avaliou aspectos de sua ecologia. Nos últimos anos, outros estudos têm somado conhecimento sobre a biologia do caranguejo-uçá nestas regiões, onde os estoques populacionais encontram-se prejudicados pela intensa exploração. Nas regiões sudeste e sul do Brasil, o consumo deste caranguejo também tem sido considerável, com recente preocupação quanto à reprodução (GÓES *et al.*, 2000 e DALABONA e SILVA, 2001) e política de defeso da espécie (RODRIGUES *et al.*, 2000).

Durante a época reprodutiva muitos crustáceos decápodos apresentam aumento da atividade locomotora, existindo relatos de grandes migrações para o acasalamento e desova. Como exemplos, destacam-se a migração realizada no outono pela lagosta *Palinurus argus* (Latreille, 1804) (BRUSCA e BRUSCA, 2003), pelo gecarcinídeo *Gecarcoidea natalis* (Pocock, 1888), que migra da floresta tropical para o mar durante a época chuvosa, quando se acasalam e desovam no mar (DEBELIUS, 1999). Este comportamento migratório pode ser sincronizado com fatores abióticos, como a pluviosidade, umidade do ar e ciclo lunar (ADAMCZEWSKA e MORRIS, 1998; DEBELIUS, 1999). Segundo KORRINGA (1947) e MILEIKOVSKY (1970), é comum que a reprodução dos organismos marinhos esteja associada às fases lunares, como ocorre com *G. natalis*, que sincroniza sua chegada ao mar com as maiores amplitudes de maré (DEBELIUS, 1999).

A associação da variação rítmica dos fatores ambientais a eventos reprodutivos de caranguejos de manguezal são freqüentes na literatura, com destaque aos artigos de OLIVEIRA (1946) que relaciona a diminuição da salinidade com a “andada” de *U. cordatus*; BERGIN (1981), que encontrou relação entre a liberação larval de *Uca pugilator* (Bosc, 1802) com o período

noturno e altas amplitudes de maré; Von HAGEN (1970), que registrou a cópula de *Uca annulipes* (Milne-Edwards, 1837) e *Uca triangularis* (A. Milne Edwards, 1873) durante as luas cheia e nova.

No caso de *U. cordatus*, a época reprodutiva é marcada por um aumento generalizado da atividade locomotora fora de suas galerias, muitas vezes exibindo comportamentos diferenciados, embora este conhecimento seja mais popular do que científico, requerendo uma abordagem mais pormenorizada. Para o caranguejo-uçá, este comportamento é conhecido como “andada”, “andança”, “carnaval” ou “corrida do caranguejo” (COSTA, 1972; ALCÂNTARA-FILHO, 1978).

Segundo DIELE (2000) e PINHEIRO (2001), a reprodução do caranguejo-uçá apresenta íntima associação com a estação chuvosa, como ocorre com outros caranguejos semi-terrestres já estudados (CRANE, 1943; HALEY, 1972; HENMI, 1989; HENMI e KANETO, 1989; DEBELIUS, 1999). De acordo com NASCIMENTO (1993), *U. cordatus* realiza sua migração uma única vez ao ano, quando os indivíduos saem de suas galerias e caminham em direção ao mar, onde copulam e liberam suas larvas. No entanto, o estudo etnobiológico realizado sobre esta espécie por FISCARELLI e PINHEIRO (2002), menciona dois tipos de “andada” para *U. cordatus* em Iguape (SP), sendo uma para o acasalamento e outra para a liberação larval. DIELE (2000) e GÓES *et al.* (2000) registraram a “andada” de *U. cordatus* nos primeiros dias de lua cheia e nova, sincronicamente às maiores amplitudes de maré, que otimiza sua dispersão larval (FREIRE, 1998). As únicas informações mais detalhadas sobre a “andada” foram registradas por GÓES *et al.* (2000), embora estes autores não tenham realizado sua quantificação, avaliado sua dinâmica ou analisado sua associação com os fatores ambientais.

Devido ao seu grande porte e relativa facilidade de captura, o caranguejo-uçá vem sendo explorado indiscriminadamente em várias regiões brasileiras, o que é preocupante do ponto de vista ecológico. Atualmente já se pode observar a diminuição de seu tamanho de captura em algumas regiões, deixando até mesmo de ser encontrado em algumas áreas como ocorre atualmente no nordeste brasileiro, onde são registrados os maiores volumes de

captura, e grande mortalidade de indivíduos decorrente de fatores ainda não totalmente identificados que tem ocasionado dizimação de suas populações naturais (MONTEIRO e COELHO-FILHO, 2004). Pelo exposto acima, é de fundamental importância estudos que visem à delimitação da época reprodutiva e do fenômeno da “andada”, para que os órgãos competentes tenham base para formular leis que protejam as espécies que são capturadas de forma indiscriminada.

3 - OBJETIVOS

1. Delimitar o período reprodutivo da espécie, durante um ano de coletas mensais, com base no percentual mensal de fêmeas com gônadas maduras e de fêmeas ovígeras na população;
2. Determinar o padrão de estoque espermático, descrevendo a composição histológica e histoquímica das espermatecas da espécie, através de análises macro e microscópicas;
3. Determinar a época de acasalamento pela quantificação diária do fenômeno da “andada” durante seis meses (1/outubro/2004 a 31/março/2005), em duas áreas de manguezal com diferente regime de salinidade;
4. Realizar análises de associação entre os eventos etológicos relacionados à “andada” e a temperatura (ar, água e solo), amplitude de maré, luminosidade, pluviosidade, salinidade e fases lunares, visando sua predição com maior fidedignidade;
5. Confrontar os resultados obtidos com a legislação atual de defeso da espécie (Portaria IBAMA # 52/2003, de 30/09/2003).

4 - JUSTIFICATIVAS

Ucides cordatus é uma espécie de interesse econômico com importante papel ecológico no Ecossistema de Manguezal. Em alguns locais da região nordeste as populações deste braquiúro estão fortemente ameaçadas pela captura indiscriminada e por enfermidades como a Doença Letárgica do Caranguejo (DLC). Até o presente momento não existem relatos da ocorrência desta doença na Região Sudeste Sul do Brasil, apesar disso, são necessários estudos de cunho bioecológico que possam servir de base em situações extremas como a DLC.

Os estudos sobre a reprodução de *U. cordatus* na região sudeste-sul do Brasil são escassos, requerendo uma avaliação mais completa que venha possibilitar a otimização do manejo e perpetuação da espécie. Neste sentido, estudos de monitoramento contínuo da época reprodutiva e do período de “andada” do caranguejo-uçá são vitais à eficácia das leis de defeso implementadas pelo IBAMA.

5 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1 - Histologia e Padrão de Estoque Espermático

Coletas mensais foram realizadas de julho/2004 a junho/2005 nos manguezais de Iguape, São Paulo, Brasil. Em cada coleta foram capturadas aproximadamente 50 fêmeas com tamanho superior a 43mm de largura da carapaça (LC), que segundo HATTORI (2002) corresponde a fêmeas adultas. Todas as fêmeas tiveram a largura cefalotorácica (LC) medida com paquímetro de precisão (0,05mm), anestesiadas por resfriamento (0°C por 15 minutos), como proposto por LÓPEZ-GRECO *et al.* (1999) e dissecadas através da remoção da porção dorsal da carapaça cefalotorácica e posterior retirada do coração de acordo com Johnson (1980).

Após esse procedimento as espermatecas foram removidas e inspecionadas macroscopicamente quanto ao estágio de repleção e padrão de coloração, que foi determinando durante as análises piloto, de acordo com a quantidade de substância branca, supostamente composta por espermatóforos e espermatozóides: Branca (B), Branca a 75% (MB75), Branca a 50% (MB50), Branca a 25% (MB25), Branca Mesclada (BM) e Translúcida (T), tabela 1. Em seguida as espermatecas foram fixadas em Solução de Davidson (formol/ ácido acético/ álcool) durante 24h (KIERNAN, 1999), desidratadas em série crescente de álcool (70 a 100%), diafanizadas em uma série crescente de xilol P.A., e em seguida embebidas/incluídas em parafina. Cortes seriados de 8µm foram obtidos em micrótomo rotativo nos Laboratórios de Histologia do Departamento de Biologia Aplicada, FCAV, UNESP Jaboticabal e no Departamento de Biologia, IB, UNESP Rio Claro.

As lâminas foram desparafinadas, hidratadas e coradas com Hematoxilina e Eosina, segundo JUNQUEIRA e JUNQUEIRA (1983). As imagens foram captadas por meio de microscópio Axiolab® Zeiss e estereomicroscópio Stemi® SV-6 (Zeiss), interligado ao Sistema de Análise de Imagens por Computador (SAIC), utilizando o Programa KS-100® 3.0 Zeiss.

5.2 - Histoquímica

Uma espermateca proveniente do mesmo par analisado na histologia foi submetida às técnicas histoquímicas. Este procedimento foi adotado, pois, as espermatecas de uma mesma fêmea não apresentaram diferenças macroscópicas, e as poucas espermatecas que apresentaram padrões diferentes na mesma fêmea foram descartadas destas análises. Todas as lâminas foram previamente desparafinadas, hidratadas, e os cortes submetidos às seguintes técnicas: PAS para polissacarídeos neutros com ligação 1-2 glicol (McMANUS, 1946); Azul de Alcian (pH 1, 0), para polissacarídeos ácidos (fortemente sulfatados) e coloração simultânea Azul de Alcian (pH 2,5) – PAS (JUNQUEIRA e JUNQUEIRA, 1983) para polissacarídeos fracamente sulfatados; Sudan Black B, para lipídeos totais (JUNQUEIRA e JUNQUEIRA, *op. cit.*); Xylidine Ponceau, para radicais catiônicos protéicos (VIDAL, 1970); e Tricrômico de Picrosírius-Hematoxilina, para proteínas e fibras colágenas (JUNQUEIRA e JUNQUEIRA, *op. cit.*). Após o procedimento das técnicas histoquímicas, as lâminas foram montadas em Permaunt. As imagens foram captadas e digitalizadas usando microscópio Leica® DM2000, do Depto. de Biologia, IB/UNESP Rio Claro.

5.3 - Fenômeno da “Andada” e Época Reprodutiva

5.3.1 - Fenômeno da “Andada”

A Área de Proteção Ambiental de Cananéia, Iguape e Peruíbe (APA/CIP), compreende uma extensa região estuarino-lagunar, localizada no sul do Estado de São Paulo (24°21'36" S-46°59'53" W e 25°18'25" S-48°06'00" W). É constituída por uma área lagunar, com diversas ilhas estuarinas cobertas por manguezais, interligadas por canais, se comunicando com o Oceano Atlântico ao norte pela Barra de Icapara e ao Sul pela Barra de Cananéia, delimitadas pela Ilha Comprida, com 64,6Km de extensão.

Antes do início dos trabalhos de observação da “andada”, a área de manguezal foi caracterizada pela identificação e mensuração das espécies

arbóreas existentes dentro do quadrado de observação (10x10m). A altura das árvores (m) foi mensurada com auxílio de uma vara graduada em centímetros; o perímetro do caule a 1,30m de altura (DAP) foi obtido com fita métrica (cm), para cálculo da área basal do bosque de manguezal e do diâmetro médio (DAPm), representado pelo diâmetro da árvore de área basal média, metodologia utilizada segundo SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRÓN (1986).

Um bosque de manguezal foi visitado diariamente durante seis meses (1/10/2004 a 31/03/2005), para registro do número de espécimes em atividade locomotora sobre o sedimento e comportamentos reprodutivos exibidos pela espécie. Neste bosque foi delimitada uma área de observação de 10x10m (100m²), onde um observador desenvolveu o trabalho sobre observatório elevado do tipo “palafita” (3m de altura) (Fig. 1).

Chegando na área 30 minutos antes da primeira baixamar diurna, o observador permaneceu imóvel e em silêncio absoluto por cerca de uma hora (Fig. 1), proferindo contagens sucessivas até o término do tempo, sendo registrado o número máximo de animais observados.

O observador preenchia em caderno de campo a data, hora (inicial / final), amplitude de maré e informações sobre a temperatura do solo (10 cm de profundidade) e do ar (0,1°C); luminosidade (Lux), com um luxímetro Testo, modelo 545; salinidade da água (‰) com refratômetro óptico, além da pluviosidade (mm), registrada diariamente com um pluviômetro instalado na sede do IBAMA, em Iguape (SP). A salinidade diária foi mensurada com amostras de água de três galerias ocupadas por caranguejos da espécie (Fig. 1).

Diariamente foram registrados e quantificados os seguintes “displays” comportamentais, da espécie: 1) Luta entre machos (comportamento agonístico), com quantificação do número de duplas em confronto; 2) Liberação de espuma pelos machos, conforme citado por Góes *et al.* (2000); 3) número de animais ativos sobre o sedimento, principalmente aqueles que se mantiveram com comportamento inalterado à presença humana, conforme GÓES *et al.* (2000); 4) casais em cópula; 5) Concentração de fêmeas próximas

às franjas de manguezal, que segundo GÓES *et al.* (2000), este comportamento está relacionado à liberação larval.

Para análise estatística, os dados denso-dependentes não foram considerados, optando-se por uma análise de regressão múltipla passo a passo (SOKAL e ROHLF, 1995), onde os dados de densidade de indivíduos e número de lutas foram associados aos seguintes fatores abióticos: amplitude de maré (m); fases lunares (Cheia, Minguante, Nova e Crescente); precipitação atmosférica (mm); salinidade (‰); temperatura do ar e solo (°C) e luminosidade (lux), com um nível de significância de $P < 0.05$. Para estas análises estatísticas não foram utilizados os dados referente ao número de cópulas e de animais espumando, pois, este comportamento quase não foi observado, da mesma forma para a concentração de fêmeas próximas as franjas de manguezal, que não foram registradas. Um test-t, foi utilizado para comparar as densidades de caranguejos sobre o sedimento nas épocas de maré de sizígia (Lua cheia e nova) e quadratura (crescente e minguante) com um nível de significância de $P < 0,05$.

Para verificar se os caranguejos estavam copulando, espumando e liberando suas larvas durante a noite das épocas da “andada”, foram desenvolvidas observações diurnas e noturnas na primeira e segunda baixamar diárias. As observações foram desenvolvidas em dois dias consecutivos do mês de novembro/2005 e outros dois dias do mês de dezembro/2005, sempre durante os dias de lua cheia, período em que foi registrada a “andada” no ano anterior. Devido à dificuldade de observação dos animais durante a noite, foram delimitados dois quadrados por dia de observação, com cerca de 16m² cada. Em cada uma destas áreas, um observador permaneceu durante uma hora em monitoramento noturno com auxílio de uma lanterna com luz vermelha, em virtude da reduzida sensibilidade dos crustáceos a esse comprimento de onda (CRONIN, 1986). Os dados das observações diurnas e noturnas foram comparados através de análises gráficas.

5.3.2 - Época Reprodutiva

O período reprodutivo de *U. cordatus* em Iguape (SP) foi estabelecido pelos meses de maior percentual de fêmeas ovígeras em relação ao total mensal de fêmeas adultas, sendo posteriormente confrontado com o percentual mensal de fêmeas com gônadas maduras na população, conforme indicado por PINHEIRO e FRANSOZO (2002). Para análise do período reprodutivo de *U. cordatus*, cerca de 150 exemplares foram coletados mensalmente durante um ano (abril/2004 a março/2005), em uma ilha de manguezal, próxima a Barra de Icapara em Iguape, (SP). Neste estudo foram utilizados apenas os animais adultos, ou seja, as fêmeas com largura cefalotorácica >43mm e os machos >51mm, conforme determinado por HATTORI (2002) em um estudo desenvolvido nesta mesma região.

Cada exemplar foi individualizado em saco plástico e mantido sob congelamento até o momento das análises. Após descongelamento à temperatura ambiente, os animais foram sexados pela inspeção da morfologia abdominal e número de pleópodos (PINHEIRO e FISCARELLI, 2001), e classificados em três morfotipos: machos, fêmeas não ovígeras e fêmeas ovígeras.

Cada exemplar teve sua maior largura cefalotorácica (LC) medida com paquímetro de precisão (0,05mm), e a maturação macroscópica das gônadas classificada de acordo com PINHEIRO e FISCARELLI (2001).

Tabela 1 – Classificação macroscópica dos padrões de coloração das espermatecas de *U. cordatus*. Branca + 75% (B), Branca a 75% (MB75), Branca a 50% (MB50), Branca a 25% (MB25), Branca Mesclada (BM), Translúcida (T).







Morfotipos	Imagem Macroscópica	Descrição Macroscópica
BRANCA + 75% (B)		Espermateca totalmente preenchida com substância branca.
BRANCA A 75% (MB75)		Espermateca com aproximadamente 75% de seu conteúdo preenchido por substância branca.
BRANCA A 50% (MB50)		Espermateca com aproximadamente 50% de seu conteúdo preenchido por substância branca.
BRANCA A 25% (MB25)		Espermateca com aproximadamente 25% de seu conteúdo preenchido por substância branca.
BRANCA MESCLADA (BM)		Espermateca com secreção branca mesclada à secreção translúcida.
TRANSLÚCIDA (T)		Espermateca preenchida apenas com secreção translúcida.



Figura 1 – Delimitação da área de observação (A, B); registro diário da densidade do caranguejo-uçá e dos comportamentos reprodutivos sobre o sedimento da área de observação (C, D), bem como dos parâmetros ambientais tais como, luminosidade e temperatura (E, F, G).

6 - RESULTADOS

6.1 - Histologia e Padrão de Estoque Espermático

Através da comparação das observações macroscópicas e microscópicas, foi comprovado que a substância branca que preenche as espermatecas de *U. cordatus*, é composta por espermatóforos e espermatozóides livres. Dessa forma, a variação da coloração observada nas espermatecas a fresco, está ligada a quantidade de esperma estocado (Tabelas 1 e 2). Apesar da variação de padrão de coloração registrada, podemos observar que as espermatecas preenchidas apenas com espermatóforos e espermatozóides ocorreram raramente, sendo o padrão branco mesclado o mais freqüente durante todo o ano (Fig. 2).

As espermatecas de *U. cordatus* são órgãos saculiformes (Fig. 3a, e, f, g) envolvidas externamente por uma cápsula de tecido conjuntivo que confere suporte ao epitélio colunar interno, responsável pela síntese de grande quantidade de secreção (Fig. 3a, b, c). Misturada à secreção encontram-se os espermatóforos e espermatozóides, evidenciando a ausência de pacotes espermáticos nesta espécie (Fig. 3a, d). A maior parte das espermatecas (62,6% de 557 espermatecas analisadas) armazenaram os espermatozóides e espermatóforos misturados com este tipo de secreção totalmente translúcida a olho nu e levemente eosinófila (Fig. 3a, b). Esta secreção parece deslocar os espermatóforos e espermatozóides para a região proximal da espermateca, próxima a câmara de fecundação (Fig. 3a, e). Outros padrões menos freqüentes de distribuição de espermatóforos e espermatozóides foram observados em 28,3% das 557 fêmeas analisadas (Fig. 3e, f, g), 3,1% das quais apresentavam espermatecas preenchidas apenas por secreção translúcida e 4,5% totalmente preenchidas por espermatóforos.

Durante a dissecação pôde-se observar a presença de pigmentos alaranjados na porção distal (dorsal) das espermatecas de alguns indivíduos (Fig. 4a, seta). Por meio da histologia constatamos que tais pigmentos alaranjados encontrados na espermateca não apresentam características

epiteliais como lâmina basal, sendo estruturas individualizadas (Fig. 4b, c), ou seja, são ovócitos ovarianos (Fig. 4d, seta). Espermatecas com a presença de ovócitos em seu interior ocorreram em 34,1% das 557 fêmeas analisadas.

6.2 - Histoquímica

Por meio da técnica histoquímica de PAS, pôde-se determinar a distribuição de polissacarídeos neutros (contendo grupos 1-2 glicol) na cápsula de tecido conjuntivo circundante da espermateca, no epitélio colunar e na secreção presente no lúmen das espermatecas de *U. cordatus*. A cápsula de tecido conjuntivo apresentou reação fortemente positiva ao PAS, principalmente na membrana basal, na interface entre a espermateca e a hemolinfa (Fig. 5a). No interior da cápsula, nota-se a presença de linhas anastomosadas com pequena afinidade ao PAS (Fig. 5a, seta). O epitélio colunar interno, bem como sua lâmina basal, foram intensamente corados por esta técnica (Fig. 5a).

A secreção luminal da espermateca foi positiva ao PAS, (Fig. 5b), sendo mais forte nas regiões próximas aos espermatóforos e espermatozóides livres (Fig. 5a, b). A secreção no interior dos espermatóforos foi fortemente positiva, contudo, sua cápsula envoltória apresentou reação comparativamente menos intensa para carboidratos contendo grupamentos 1-2 glicol (Fig. 6a, seta). Os espermatozóides livres, bem como os no interior do espermatóforo, foram fortemente positivos ao PAS, sendo os acrossomas, negativos (Fig 6a, b, seta).

Com o uso da técnica do azul de Alcian (pH 1,0 e 2,5), para polissacarídeos ácidos que apresentam repetidos grupamentos sulfato ou carboxilas, não foram evidenciadas diferenças de coloração entre os pH utilizados. Porém, pode-se detectar distribuição diferencial dos polissacarídeos ácidos em comparação aos carboidratos neutros. A interface entre a espermateca e a hemolinfa (membrana basal), apresentou reação fortemente positiva (Fig. 5c, seta grossa). A lâmina basal do epitélio colunar interno apresenta-se positivo para o azul de Alcian (Fig 5c, seta), sendo o ápice deste

epitélio, principalmente entre as vesículas de secreção, fortemente positivo para polissacarídeos ácidos (Fig. 5c, seta). A secreção luminal foi positiva, inclusive nas partes mais próximas aos espermatóforos e espermatozóides livres (Fig. 5d). O interior dos espermatóforos foi negativo ao azul de Alcian, porém a cápsula que delimita o espermatóforo é fortemente positiva para polissacarídeos ácidos (Fig. 6c, seta). Os espermatozóides apresentaram tanto o acrossoma como o citoplasma negativo para esta técnica (Fig. 6c), porém, a superfície dos espermatozóides (lâmina basal), encontra-se positiva (Fig. 6d, seta).

Por meio da técnica de Xylidine ponceau pode-se detectar marcações positivas em toda a cápsula de tecido conjuntivo (Fig. 5e), porém, marcações fortemente positivas foram detectadas na membrana basal (Fig. 5e, seta) e nas linhas anastomosadas (Fig. 5e, cabeça de seta). O epitélio apresentou intensidade de reação menor que o tecido conjuntivo, sendo, fracamente positivo (Fig. 5e). A secreção presente no lúmen da espermateca também foi fracamente positiva para proteínas totais (Fig. 5f). Os espermatóforos (Fig. 6e), bem como seu envoltório, apresentaram reação fortemente positiva para proteínas totais (Fig. 6e, seta). Os espermatozóides apresentaram o citoplasma e o acrossoma intensamente corado ao Xylidine ponceau (Fig. 6f). Com a utilização do corante, fortemente ácido da técnica de Picrosirius-hematoxilina, detectou-se que as linhas anastomosadas presentes na cápsula de tecido conjuntivo apresentam grande afinidade à molécula do Direct Red (antigo Sirius Red F3B), indicando que tais linhas fortemente positivas são moléculas orientadas de colágeno formando fibras (Fig. 5g, h, setas).

Quanto à presença de lipídeos totais, a espermateca de *U. cordatus* apresentou reação fracamente positiva no tecido conjuntivo, mais precisamente na interface entre o tecido conjuntivo e a hemolinfa (Fig. 5i, seta). De modo geral, o restante da cápsula de tecido conjuntivo, tecido epitelial e a secreção presente no lúmen apresentaram coloração fracamente positivas, apresentando tonalidade cinza (Fig. 5i, j). Por sua vez, o interior dos espermatóforos foi positivo (Fig. 6g). O citoplasma dos espermatozóides

apresenta baixa intensidade de reação para esta técnica, sendo o acrossoma completamente negativo (Fig. 6h).

Os resultados dos testes histoquímicos encontram-se resumidos nas tabelas 3 e 4.

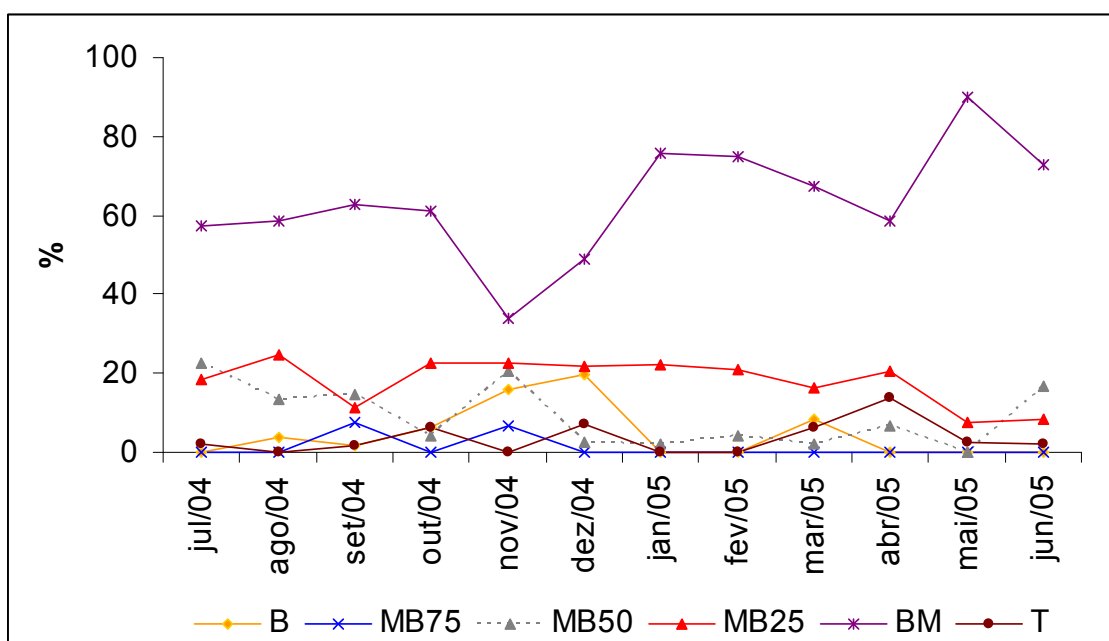


Figura 2 – Porcentagem mensal dos padrões de coloração das espermatecas de *U. cordatus*. Branca (B), Branca a 75% (MB75), Branca a 50% (MB50), Branca a 25% (MB25), Branca Mesclada (BM), Translúcida (T).

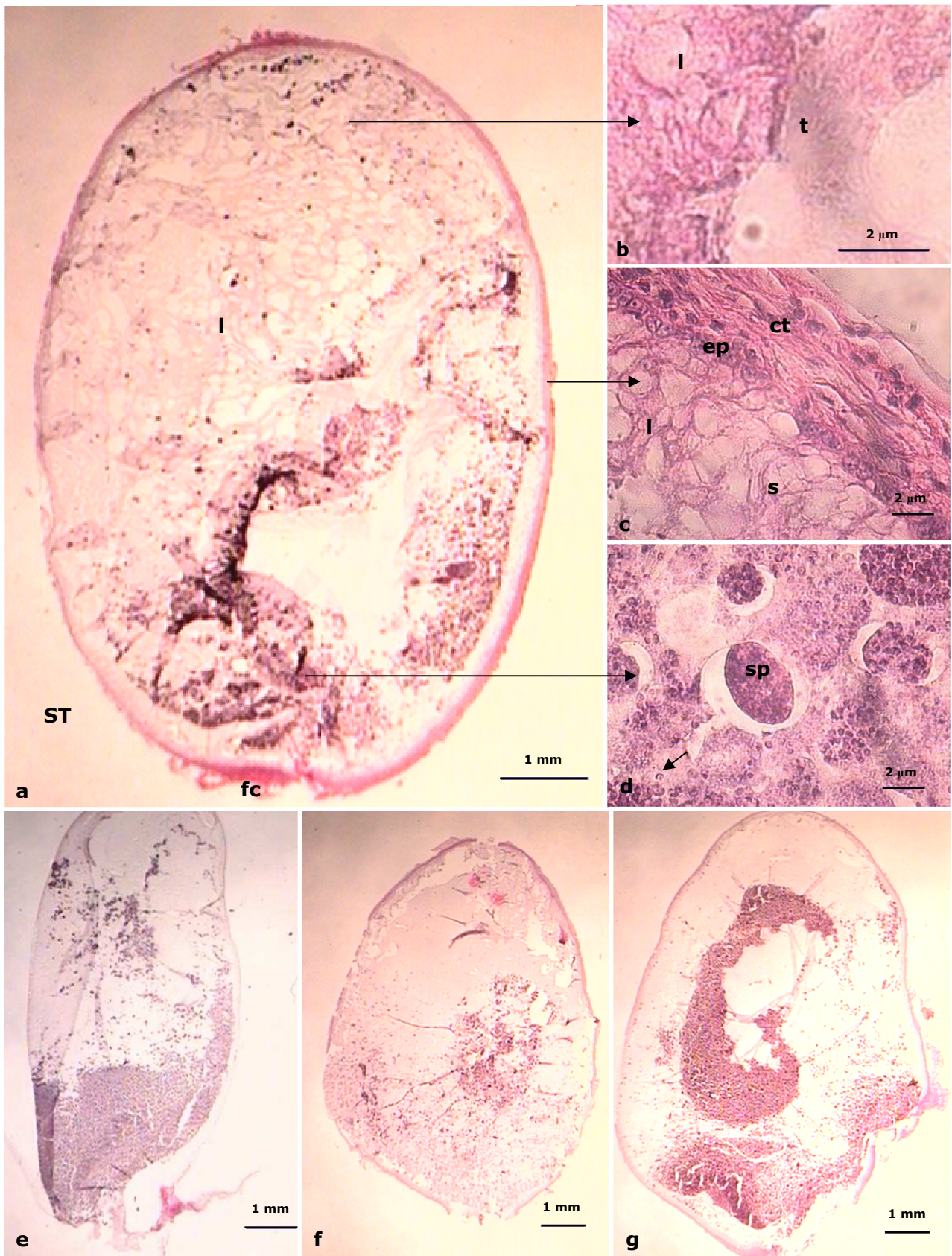


Figura 3 – Aspecto geral do padrão mais comum de espermateca (ST) de *U. cordatus* (a), mostrando a maior concentração de espermatóforos e espermatozóides na região proximal (p) sobre a câmara de fecundação (fc). Na porção distal (d) podemos observar grande quantidade de secreção translúcida, levemente eosinófila; b – detalhe da secreção translúcida (t) presente no lúmen da região distal, levemente eosinófila (l); c – detalhe da parede da espermateca com a presença da cápsula de tecido conjuntivo externo (ct) circundando o epitélio colunar interno (ep) o qual apresenta numerosas vesículas de secreção(s) as quais são liberadas para o lúmen (l); d – espermatóforos (sp) e espermatozóides livres (seta) na região proximal da espermateca; e, f, g – Padrões menos freqüentes de preenchimento e distribuição dos espermatóforos e espermatozóides nas espermatecas de *U. cordatus*.

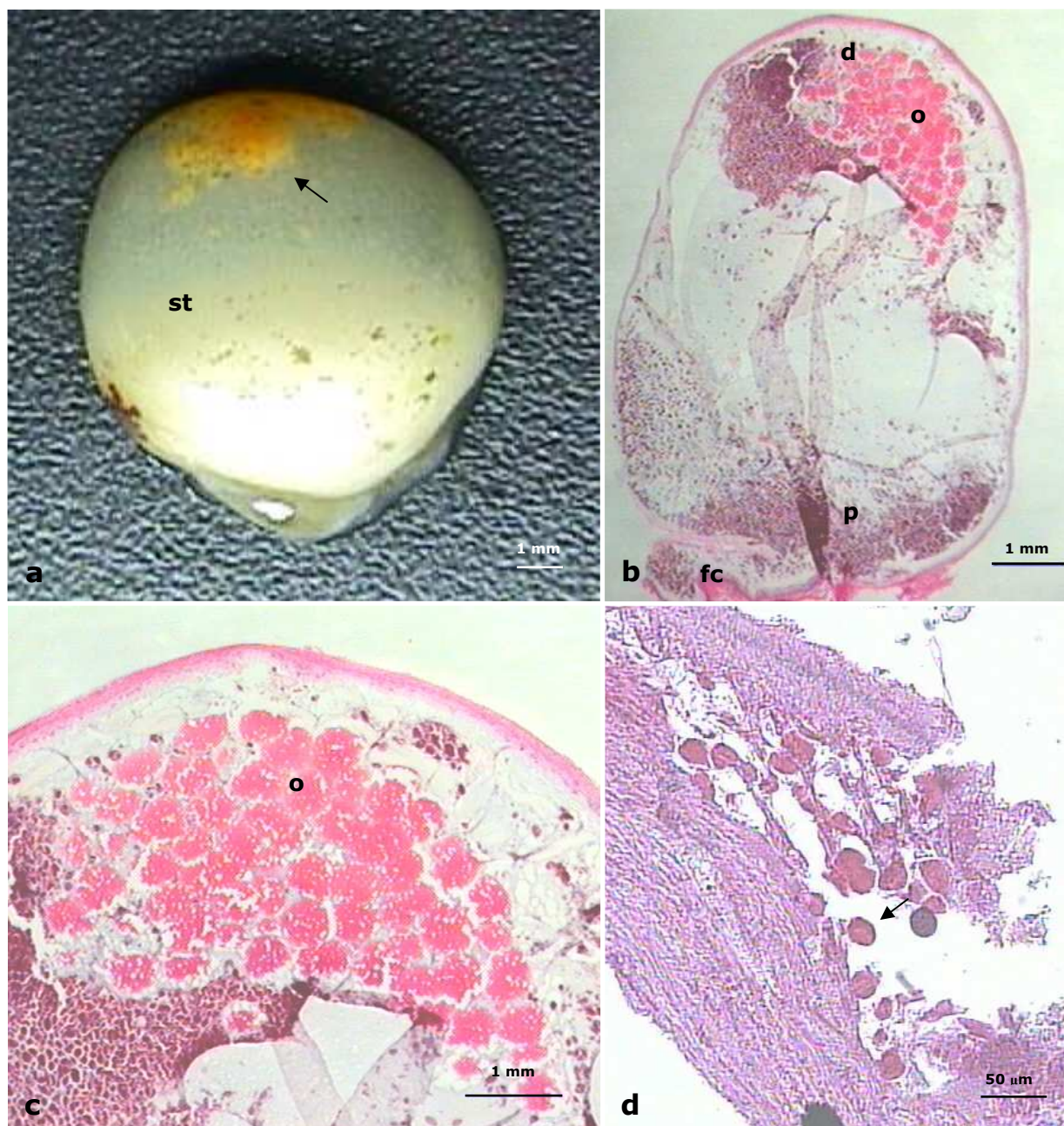


Figura 4 – Espermatecas de *U. cordatus* com a presença de pigmentos alaranjados no seu interior; a – espermateca (st) recém dissecada com a presença de pigmento alaranjado (seta). Secção histológica da espermateca mostrando os pigmentos alaranjados

(o) na região distal (d). Junto a estes pode-se notar a presença de espermatóforos e espermatozóides, sendo que a maior parte destes encontram-se na região proximal (p) junto a câmara de fecundação (fc); c – detalhe da região distal, apresentando os pigmentos alaranjados (o) muito semelhantes aos ovócitos de *U. Cordatus*; d – aspecto geral dos ovócitos (seta) no interior da câmara de fecundação, os quais são idênticos aos pigmentos alaranjados encontrados no interior das espermatecas.

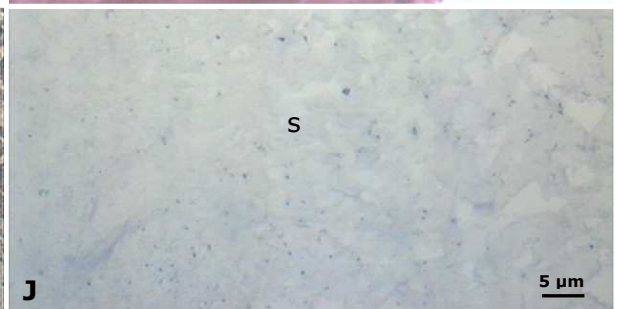
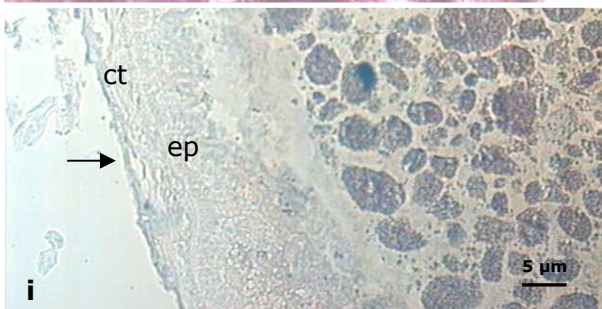
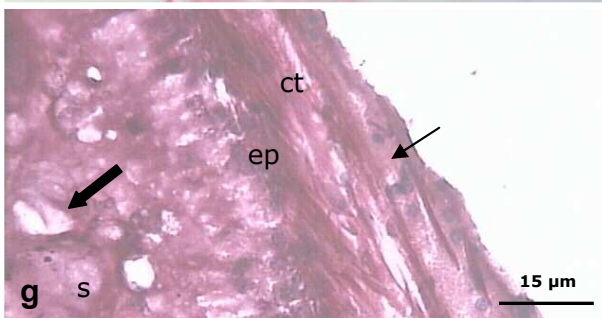
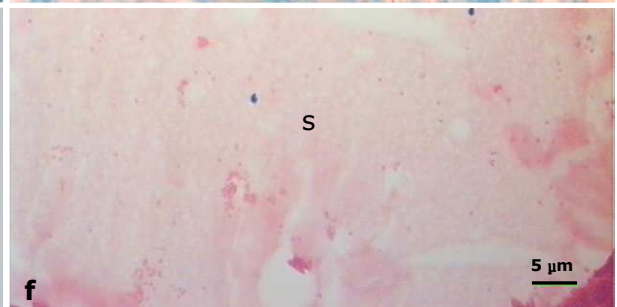
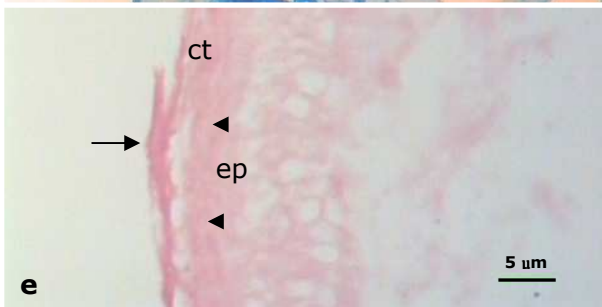
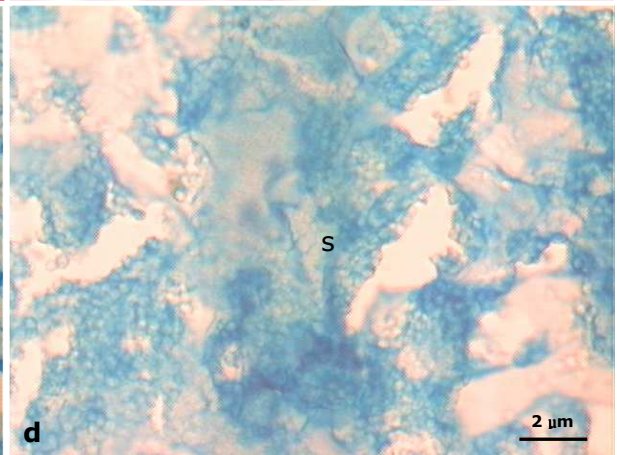
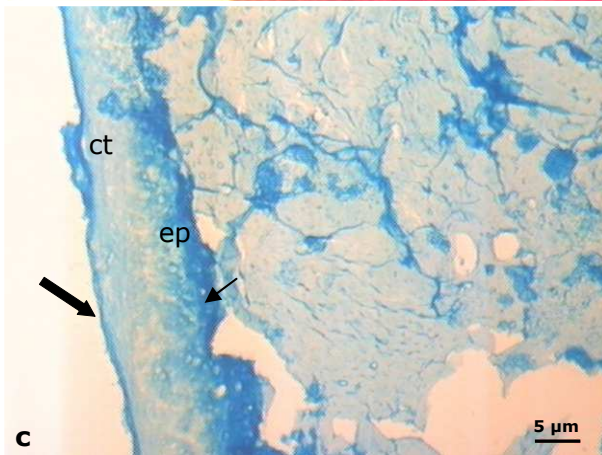
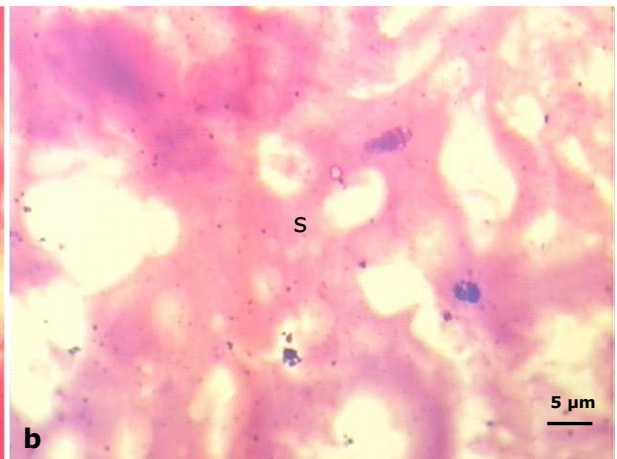
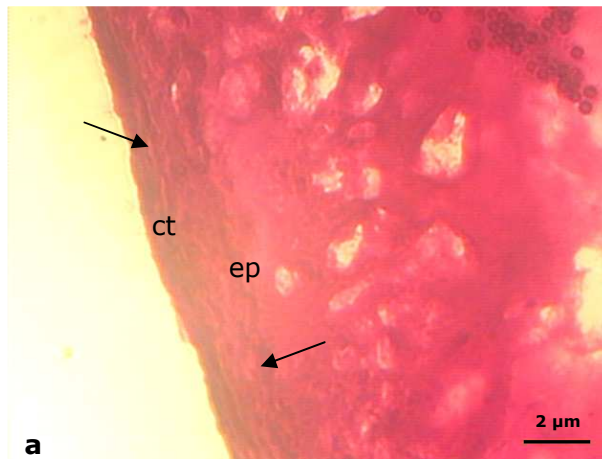


Figura 5 – Análises histoquímicas dos tecidos e da secreção translúcida das espermatecas de *U. cordatus*; a – aspecto geral dos tecidos da parede da espermateca mostrando forte marcação para o PAS. Observe as linhas anastomosadas (setas) no tecido conjuntivo (ct), as quais são fracamente positivas; b – aspecto geral da secreção translúcida (s), que é positiva para carboidratos contendo grupamentos 1–2 glicol; c – parede da espermateca submetida às técnicas de azul se alcian (pH 1,0 e 2,5) mostrando reação positiva junto a membrana basal (seta grossa), sendo o restante do tecido negativo. O epitélio colunar (ep) também foi negativo para esta técnica, excetuando-se a lâmina basal e a região apical ao redor das vesículas de secreção (seta fina); secreção luminal da espermateca com reação positiva a polissacarídeos ácidos; e – parede da espermateca com marcação fortemente positiva ao xylidine ponceau, junto a membrana basal e nas linhas presentes no tecido conjuntivo (cabeça da seta); f – secreção luminal fracamente positiva para proteínas totais; g – parede da espermateca submetida a técnica de picrossirius – hematoxilina mostrando forte marcação junto a cápsula de tecido conjuntivo (ct), epitélio (ep) e secreção luminal. As vesículas de secreção foram negativas para esta técnica (seta grossa); h – Cápsula de tecido conjuntivo fortemente positivo para o picrossirius – hematoxilina, com intensa marcação sobre as fibras anastomosadas (seta), indicando que estas são fibras colágenas; i – espermateca submetida ao sudan black B apresentando marcação fracamente positiva em todas as porções, nota-se que a membrana basal (seta) e o interior dos espermátóforos apresentam reação positiva para lipídeos totais; j – secreção fracamente positiva para lipídeos totais.

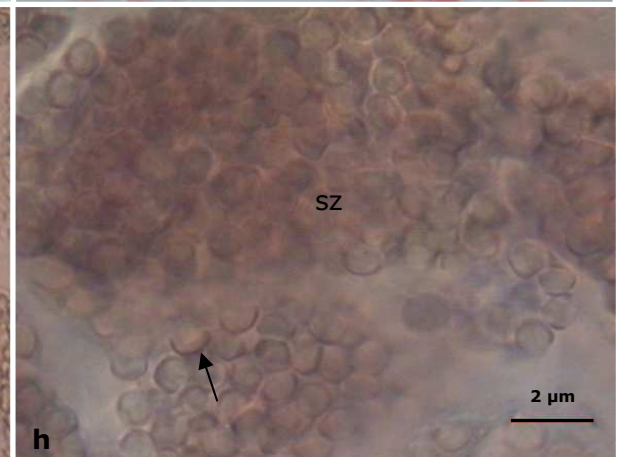
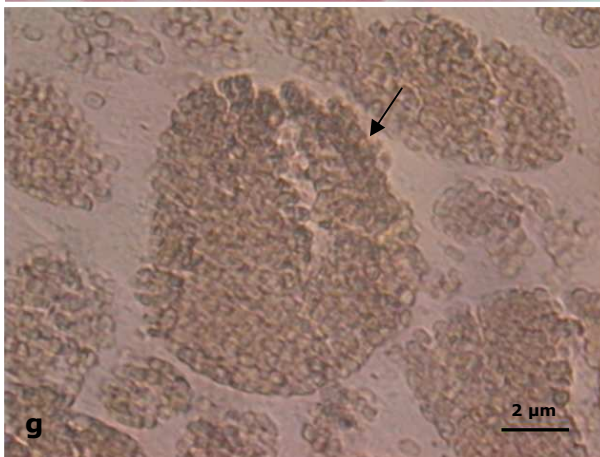
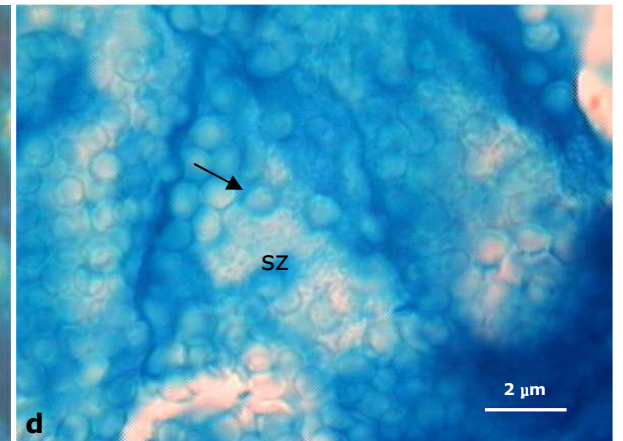
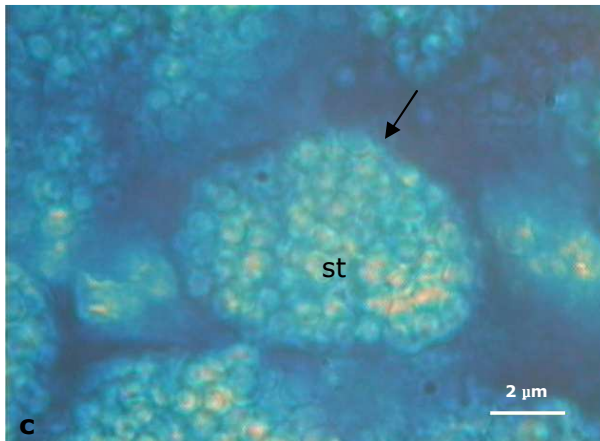
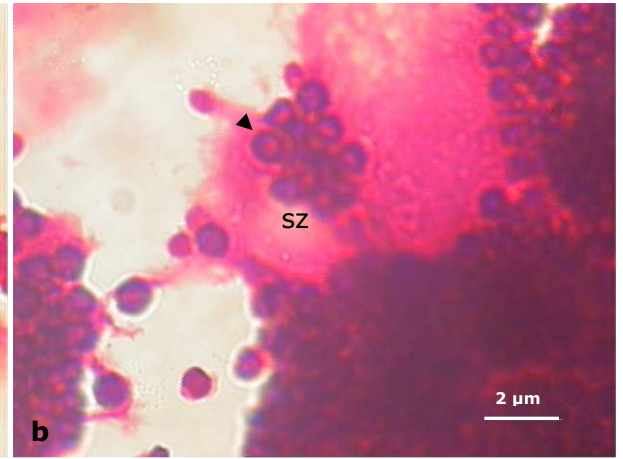


Figura 6 – Análises histoquímicas dos espermatóforos e espermatozóides contidos nas espermatecas de *U. cordatus*. a, b – Espermatóforos (st) e espermatozóides (sz) submetidos ao PAS, mostrando ausência de marcação para polissacarídeos neutros no acrossoma (seta) e reação fortemente positiva no restante do citoplasma (cabeça de seta); c – espermatóforo (st) submetido ao azul de alcian com reação positiva para seu envoltório (seta); d – aspecto dos espermatozóides (sz) com reação positiva sobre a superfície celular (seta) e negativa nas outras regiões; e – espermatóforo (st) positivo ao xylidine ponceau, com marcação fortemente positiva para a cápsula envoltória (seta); f – aspecto dos espermatozóides (sz) com forte marcação para proteínas no acrossoma (seta); g – reação positiva para lipídeos totais do espermatóforo (st) sendo sua cápsula envoltória negativa para o sudan black B (seta); h - espermatozóides com marcação positiva para lipídeos, principalmente na superfície celular (seta). O acrossoma foi negativo para esta técnica.

Tabela 2 - Imagem microscópica dos padrões de coloração das espermatecas de *U. cordatus*, evidenciando a substância branca, ou seja, espermatóforos e espermatozóides estocados. Barra de tamanho corresponde a 1mm.


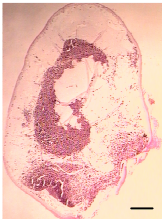
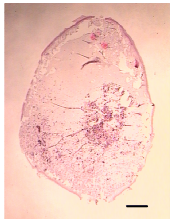

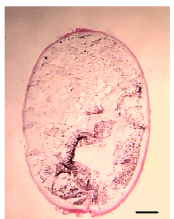
Morfotipos	Imagem Microscópica	Descrição Microscópica
BRANCA + 75% (B)		Espermateca preenchida quase que totalmente por espermatóforos e espermatozóides livres
BRANCA A 75% (MB75)		Espermateca com aproximadamente 75% de seu volume preenchida por espermatóforos e espermatozóides livres
BRANCA A 50% (MB50)		Espermateca com aproximadamente 50% de seu volume preenchida por espermatóforos e espermatozóides livres
BRANCA A 25% (MB25)		Espermateca com aproximadamente 25% de seu volume preenchida por espermatóforos e espermatozóides livres
BRANCA MESCLADA (BM)		Espermateca com espermatóforos e espermatozóides misturados à secreção translúcida, em toda região interna.
TRANSLÚCIDA (T)	Devido à fragilidade da espermateca vazia*, e por artefato de técnica histológica, não foi possível capturar imagens de boa qualidade deste padrão de coloração	*Espermateca preenchida apenas por secreção translúcida, sem espermatóforos, ou com poucos espermatóforos que restaram da última desova

Tabela 3 - Resultado dos testes histoquímicos para a espermateca de *U. cordatus*.

Componente	Epitélio	Tecido conjuntivo	Secreção lúmen	Secreção próxima ao espermatóforo
PAS	+	+	+	+
Azul de Alcian *	-	+	+	+
Xylidine Ponceau	+	+	+	+
Sudan Black	+	+	+	+
Picrosírius/Hematoxilina	+	+	+	+

+ = fracamente positivo, ++ = positivo, +++ = fortemente positivo, - = negativo; * = os resultados desta técnica são referentes ao pH 1,0 e 2,5.

Tabela 4 - Resultado dos testes histoquímicos para os espermatóforos e espermatozóides livres presentes na espermateca de *U. cordatus*.

Componente	Espermatóforo		Espermatozóide	
	Espermatóforo	Cápsula	Acrossoma	Citoplasma
PAS	+	+	-	+
Azul de Alcian *	-	+	-	-
Xylidine Ponceau	+	+	+	+
Sudan Black	+	-	-	+
Picrosírius/Hematoxilina	+	+	-	+

+ = fracamente positivo, ++ = positivo, +++ = fortemente positivo, - = negativo; * = os resultados desta técnica são referentes ao pH 1,0 e 2,5.

6.3 - Fenômeno da “Andada” e Época Reprodutiva

6.3.1 - Fenômeno da “Andada”

Através da caracterização vegetal da área de observação, constatou-se que 85% da composição vegetal desta área de manguezal foi predominada por árvores de *Rhizophora mangle* Linnaeus, com altura média de $6,83 \pm 2,02$ m. *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechman apresentou 15% de predominância, com altura média de $5,59 \pm 2,77$ m (Tabela 5).

Após seis meses de observação, foi constatado que as “andadas” mais expressivas de *U. cordatus* ocorreram em novembro/2005, com maior incidência de animais ativos/duplas em confronto em dezembro, sendo menos acentuada em janeiro e fevereiro, com decréscimo da densidade nos meses subseqüentes.

Durante todo o período de observação da “andada”, foram registradas apenas duas cópulas, que ocorreram no fim de novembro e início de dezembro/2004. A presença de machos espumando também foi pouco observada, sendo apenas um registro no mês de dezembro/2005 (Fig. 7).

As observações noturnas nos revelaram que o caranguejo-uçá não apresenta atividade noturna, portanto, a cópula, liberação de espuma e de larvas não foram registradas durante a noite, sendo o período diurno o de maior atividade da espécie (Fig. 8).

A associação da “andada” com os fatores ambientais nos revelou que a atividade de *U. cordatus* foi influenciada positivamente pelo aumento da luminosidade e temperatura do ar e negativamente pela salinidade, com um coeficiente de determinação de $R^2=0,28$ e um coeficiente de correlação $R=0,53$, sendo $p<0,05$ (Tabela 6). A variação da atividade de caranguejos sobre o sedimento de manguezal, bem como da luminosidade, salinidade e temperatura podem ser observadas nas figuras 9, 10 e 11 respectivamente. Apesar da pluviosidade não ter apresentado correlação significativa com a atividade da

espécie, verificou-se sua atuação na diminuição da salinidade durante a estação chuvosa (Fig. 12).

O período mais característico da “andada”, quando o comportamento da espécie apresenta modificações como lutas, também foi influenciado pelo aumento da luminosidade e pelas maiores amplitudes de maré (Fig. 13), com um coeficiente de determinação $R^2=0,20$ e coeficiente de correlação $R=0,44$, sendo $p<0,05$ (Tabela 7). A associação da densidade de indivíduos ativos sobre o sedimento com os períodos de maiores amplitudes de maré foi confirmada pela comparação das densidades dos períodos de maré de sizígia e quadratura, que foram significativamente diferentes ($n=181$; $t=3,58$; $p<0,05$).

6.3.2 - Época Reprodutiva

Foram analisados 1801 caranguejos adultos (1304 machos, 68 fêmeas ovígeras e 429 fêmeas não ovígeras), sendo os indivíduos machos mais abundantes em todas as estações do ano, inclusive alcançando maiores tamanhos (Tabela 8).

Os machos com gônadas maduras foram registrados durante os meses de setembro/2004 a março/2005, sempre com percentuais inferiores a 20%, enquanto as fêmeas maturaram suas gônadas em um período similar de outubro/2004 a março/2005, com maiores incidências em outubro e dezembro, com 63% e 80%, respectivamente (Fig. 14). O período de desova ocorreu dois meses após as maiores incidências de fêmeas com gônadas maduras, ocorrendo em dezembro e fevereiro, respectivamente (Fig. 15). O confronto do registro percentual mensal de fêmeas maduras e ovígeras indica que o período reprodutivo de *U. cordatus* na região de Iguape (SP) está delimitado entre os meses de outubro a fevereiro (Figs. 14 e 15).

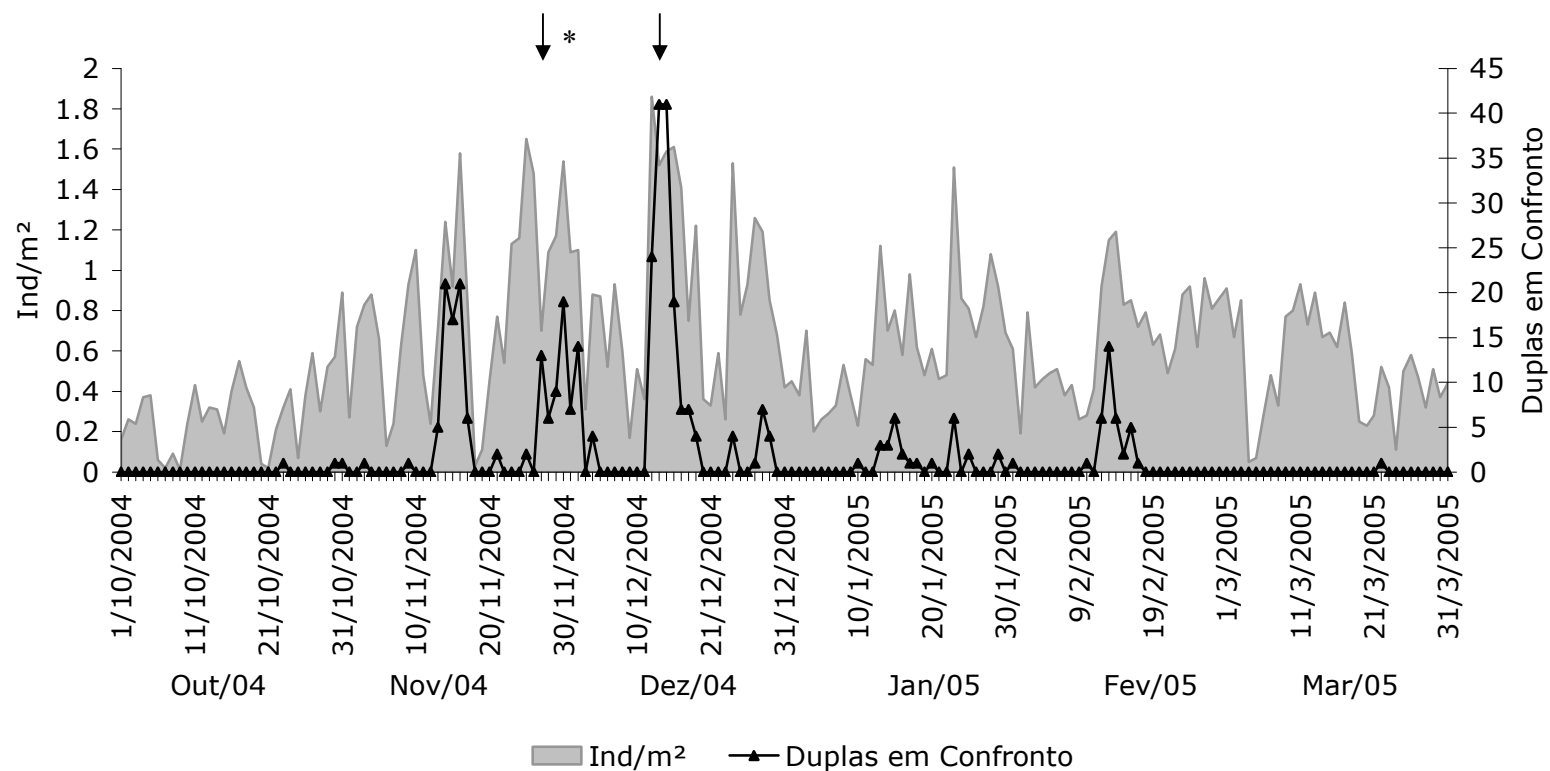


Figura 7 – *Ucides cordatus*. Variação da densidade (ind./m²) diária de *U. cordatus* em atividade sobre o sedimento de manguezal e da freqüência de duplas desenvolvendo comportamentos agonísticos em Iguape (SP). seta - ocorrência de cópula; asterisco – ocorrência de macho espumando.

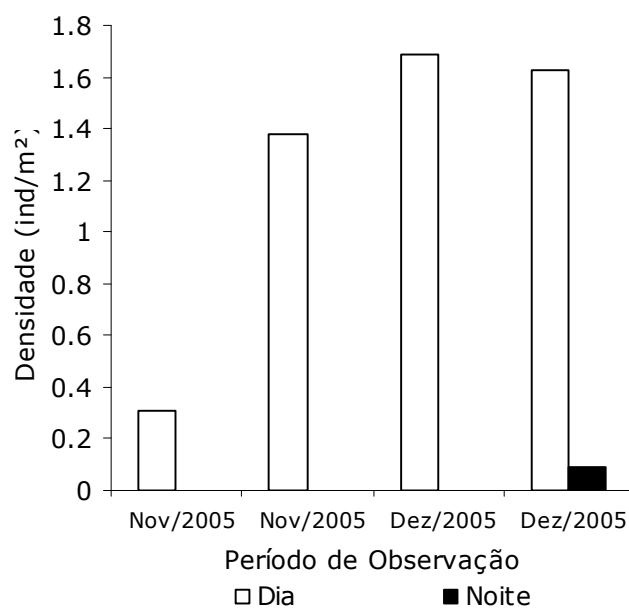


Figura 8 – *Ucides cordatus*. Densidade (ind./m²) de *U. cordatus*, durante a maré baixa diurna e noturna dos períodos de Lua Cheia dos meses de novembro e dezembro de 2005.

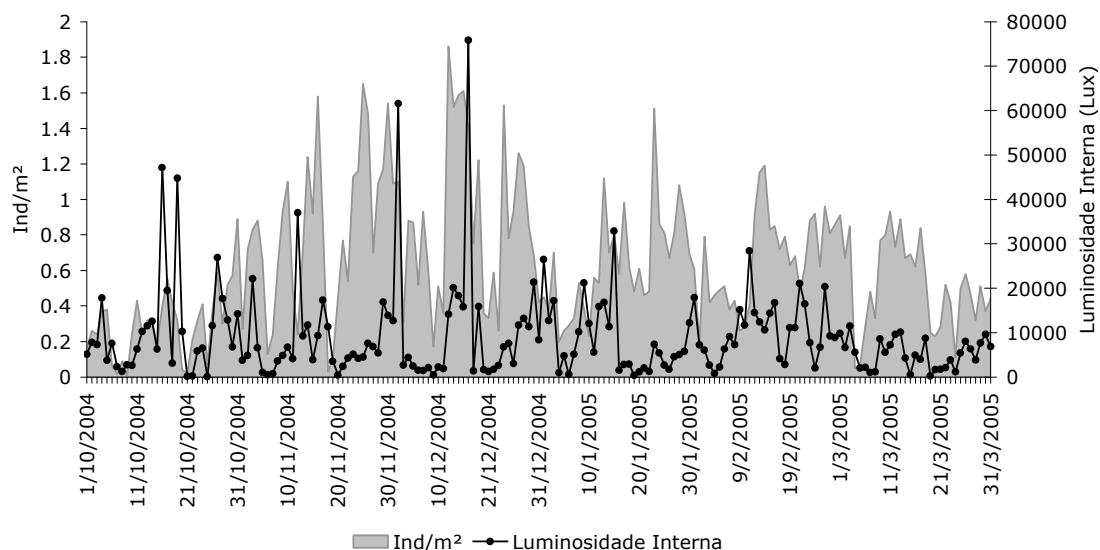


Figura 9 – *Ucides cordatus*. Variação da luminosidade (lux) e da densidade de caranguejos ao longo do período de observação da “andada”.

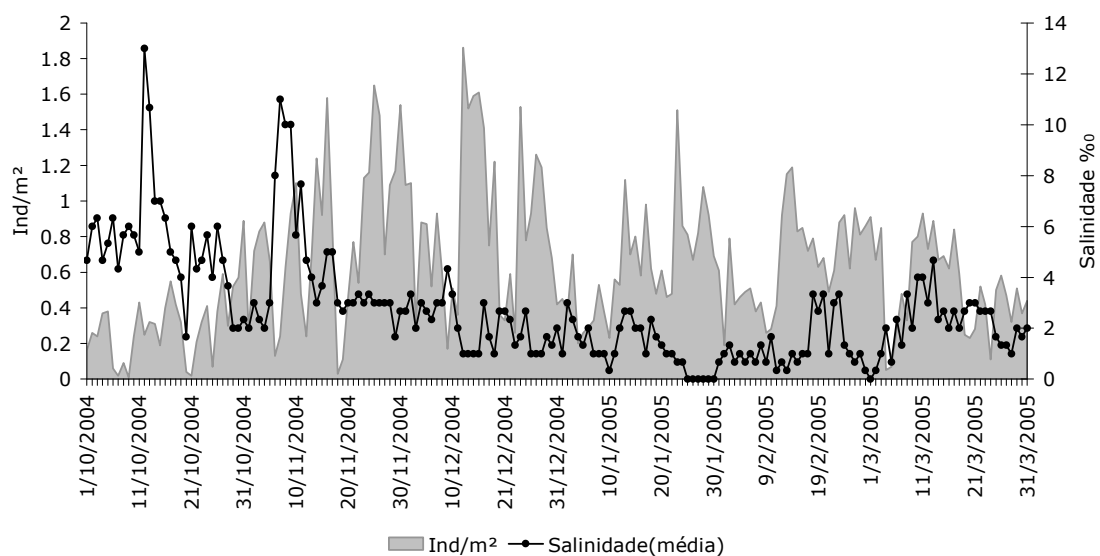


Figura 10 – *Ucides cordatus*. Variação da salinidade (‰) e da densidade de caranguejos ao longo do período de observação da “andada”.

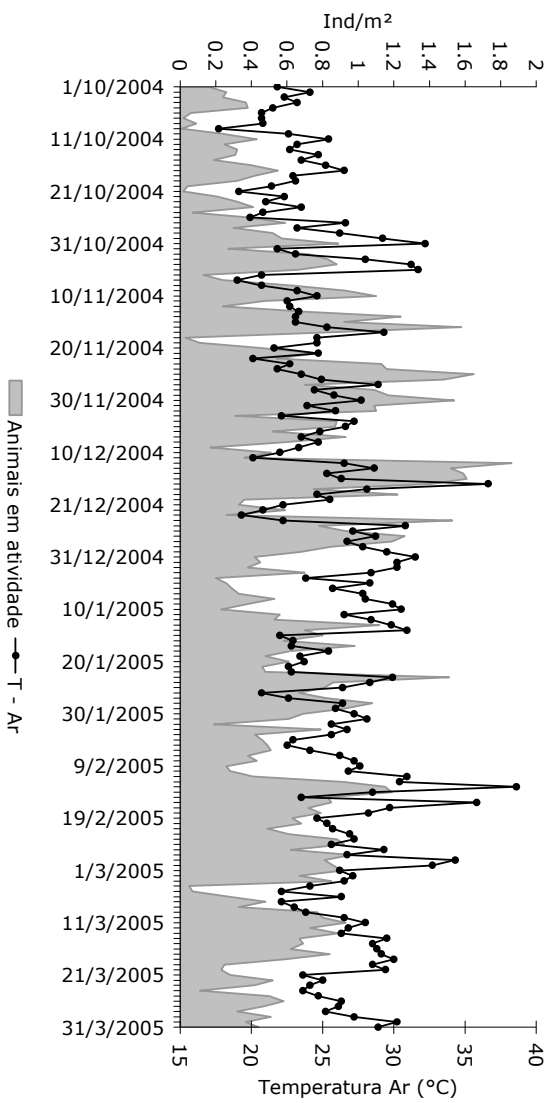
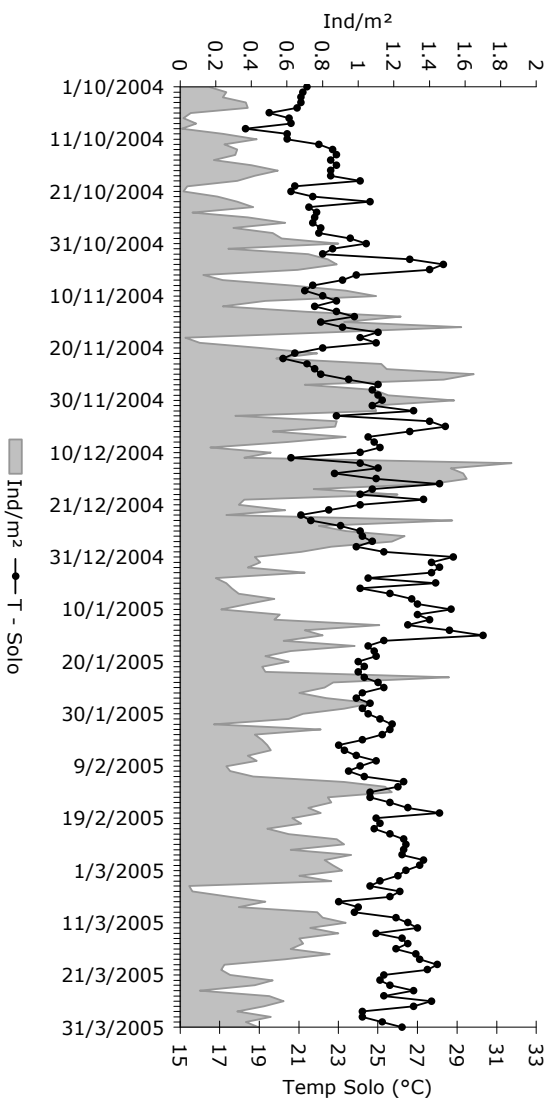


Figura 11 - *Ucides cordatus*. Variação da temperatura (°C) de ar e solo e da densidade de caranguejos ao longo do período de observação da “andada”.

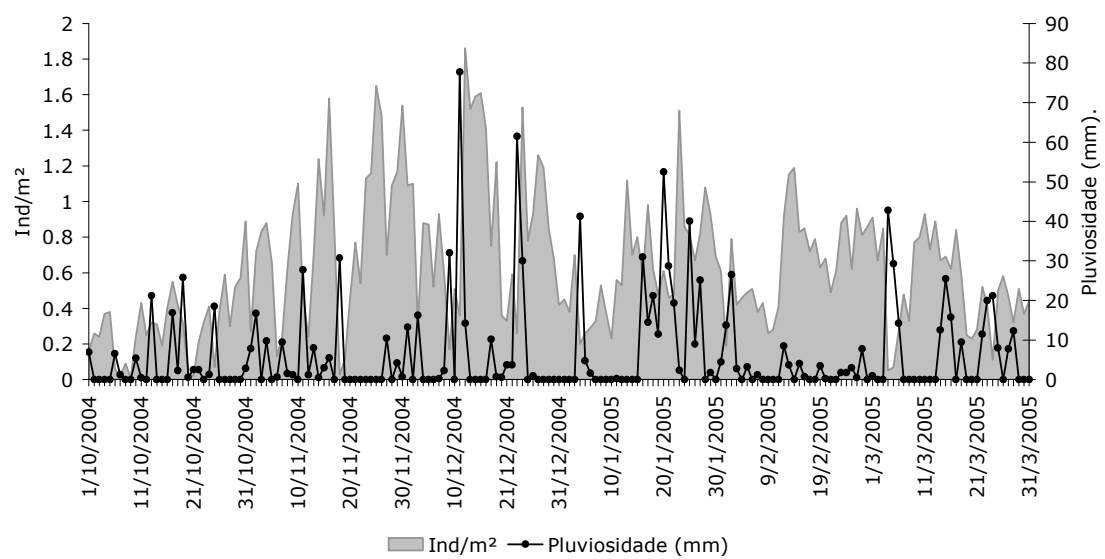


Figura 12 - *Ucides cordatus*. Variação da pluviosidade (mm) e da densidade de caranguejos ao longo do período de observação da “andada”.

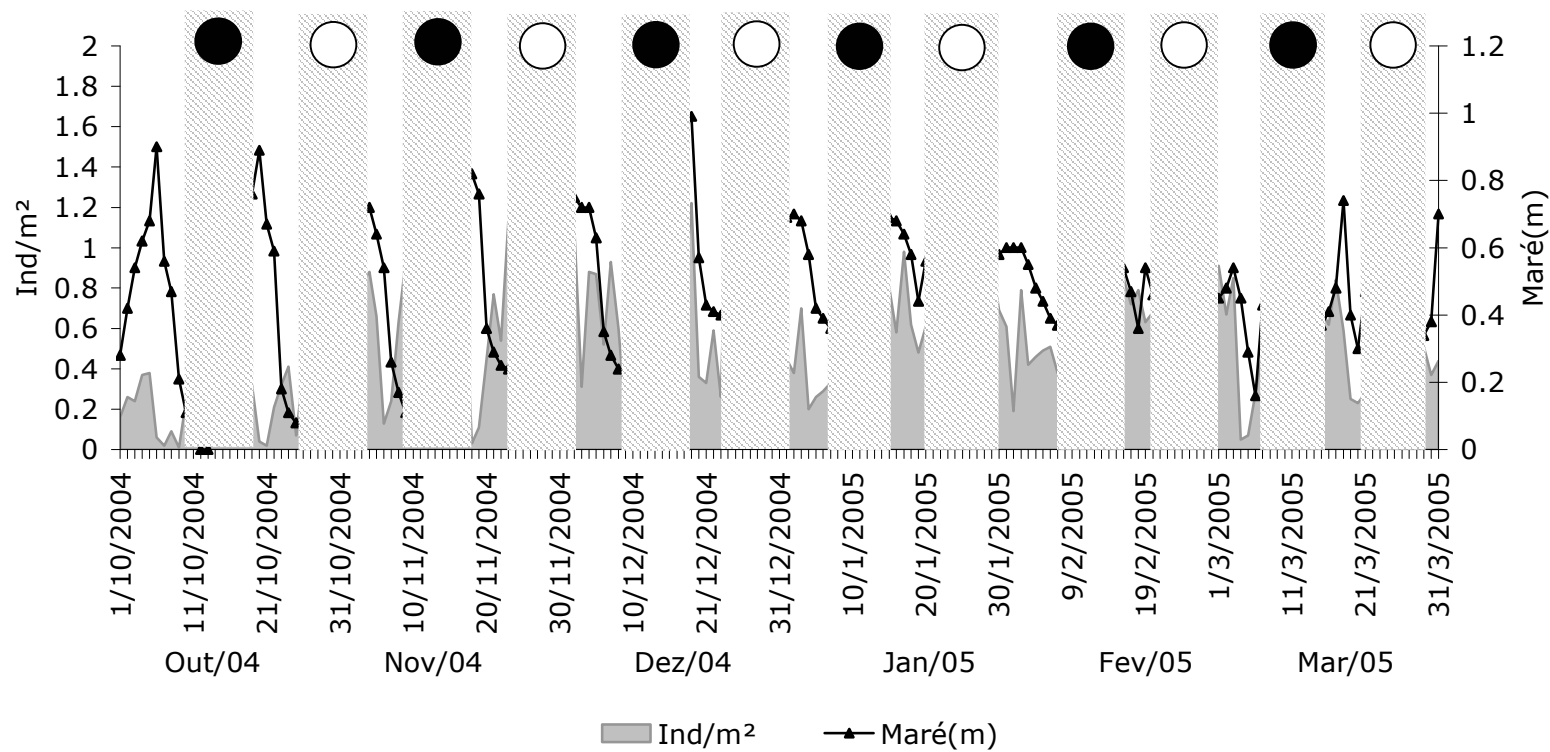


Figura 13 – *Ucides cordatus*. Variação da densidade (Ind./m²) diária de *U. cordatus* em atividade sobre o sedimento de manguezal e da amplitude diária de maré (m) em Iguape (SP). Faixas com círculos brancos, correspondem aos períodos de lua cheia e faixas com círculos pretos representam os períodos de lua nova.

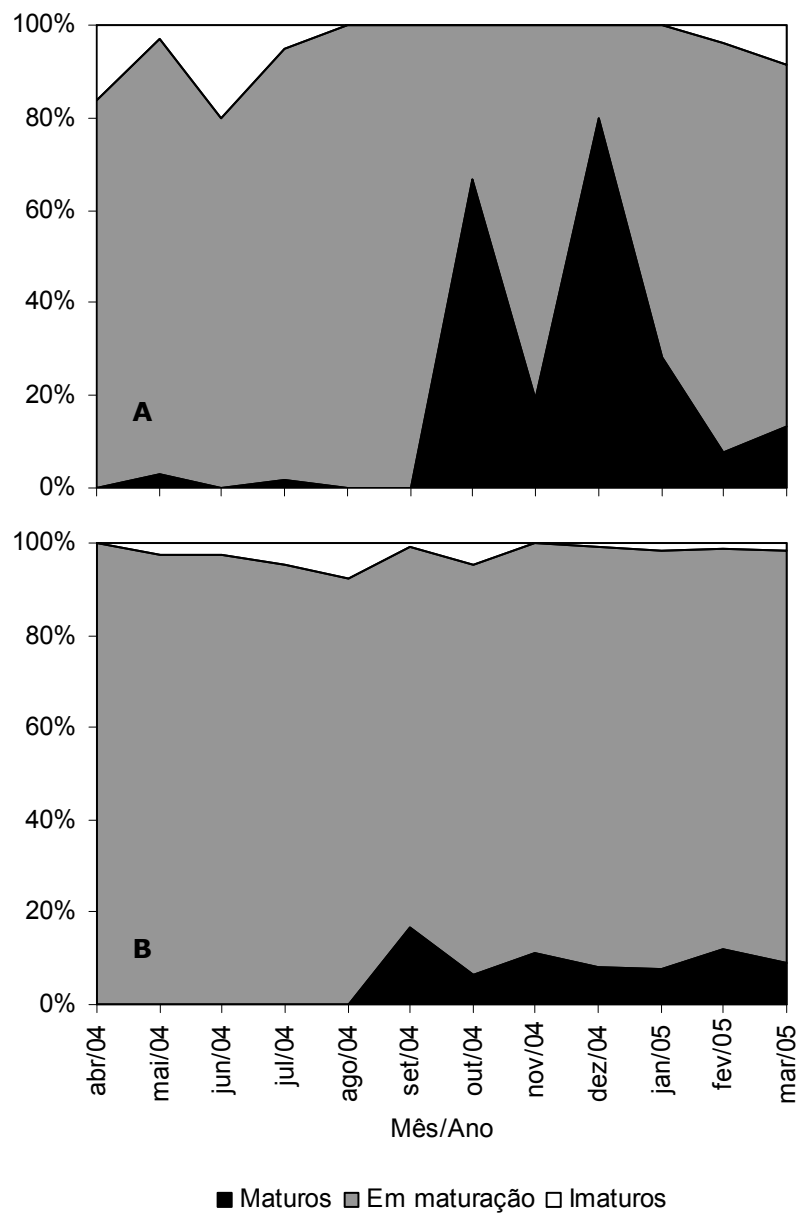


Figura 14 – *Ucides cordatus*. Porcentagem de indivíduos fêmeas (A) e machos (B) adultos, com gônadas maduras, em maturação e imaturas capturados durante o período de estudo.

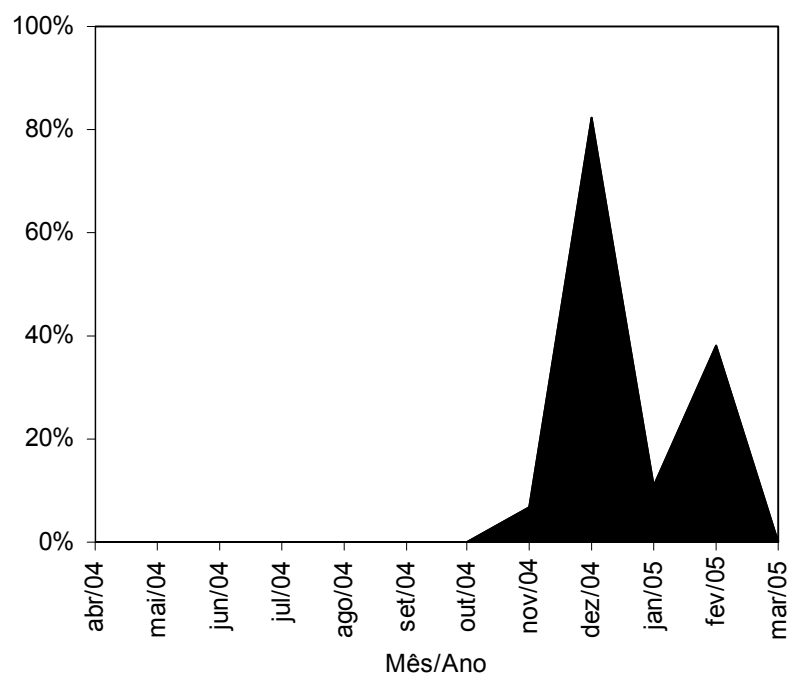


Figura 15 – *Ucides cordatus*. Porcentagem de fêmeas ovígeras capturadas durante o período de estudo, nos manguezais de Iguape.

Tabela 5 – *Ucides cordatus*. Composição vegetal da área de observação. Variação da altura (m) e diâmetro à altura do peito (DAP) e diâmetro médio (DAP) do bosque de manguezal, em Iguape (SP). Média (\bar{X}) e desvio (s).

Espécie	n	%	Altura (m)			DAP (cm)		
			Min	Max	$\bar{X} \pm s$	Min	Max	\bar{DAP}
<i>R.mangle</i>	17	85	1,60	9,00	6,83 \pm 2,02	1,02	20,82	10,12
<i>A. shaueriana</i>	3	15	4,50	8,00	5,59 \pm 2,77	5,03	12,03	9,39
Total	20	100	1,60	9,00	5,78 \pm 2,66	1,02	12,82	10,06

Tabela 6 – *Ucides cordatus*. Associação da densidade do caranguejo-uçá com os fatores ambientais. Beta; e probabilidade (p).

Variável ambiental	N	Beta	Erro Beta	p
Temperatura do ar (°C)	182	0,23	0,10	0,02*
Temperatura do solo (°C)	182	0,08	0,09	0,36
Luminosidade média (Lux)	182	0,24	0,07	0,00*
Salinidade (‰)	182	-0,18	0,08	0,01*
Amplitude de Maré (m)	182	-0,10	0,07	0,16
Pluviosidade (mm)	182	-0,05	0,07	0,47

* $p < 0,05$

Tabela 7 – *Ucides cordatus*. Associação da frequência de comportamentos agonísticos (período característico da “andada”) do caranguejo-uçá com os fatores ambientais. Beta; probabilidade (*P*).

Variável ambiental	N	Beta	Erro Beta	<i>p</i>
Temperatura do ar (°C)	182	0,17	0,11	0,11
Temperatura do solo (°C)	182	-0,14	0,10	0,16
Luminosidade média (Lux)	182	0,27	0,08	0,00*
Salinidade (‰)	182	-0,02	0,08	0,74
Amplitude de Maré (m)	182	0,26	0,07	0,00*
Pluviosidade (mm)	182	0,08	0,07	0,28

**p*<0,05

Tabela 8 – *Ucides cordatus*. Número de machos, fêmeas e fêmeas ovígeras coletadas e variação da largura da carapaça (mm). Machos (M); fêmeas(F); fêmeas⁺ (FO) ovígeras; média;(\bar{X}) e desvio (s).

Sexo	n	Largura da carapaça		
		Min	Max	$\bar{X} \pm s$
M	1304	51,40	85,90	66,27±7,54
F	429	43,20	77,00	61,61±8,67
FO	68	48,80	80,00	64,03±7,38
F+FO	497	43,20	80,00	61,94±8,53

7 - DISCUSSÃO

7.1 - Histologia e Histoquímica

As espermatecas de *U. cordatus* foram histologicamente semelhantes à de outros braquiúros, como *C. sapidus*, estudadas por JOHNSON (1980); e *C. opilio*, por BENINGER *et al.* (1988). No entanto, BENINGER *et al.* (*op. cit.*) e SAINTE-MARIE e SAINTE-MARIE (1998), analisando a histologia das espermatecas de *C. opilio*, constataram em sua porção ventral uma camada de quitina que não ocorre em *U. cordatus*. Além disso, muitos estudos mencionam que a região dorsal das espermatecas é composta por tecido glandular (GEORGE, 1963; RYAN, 1967; JOHNSON, 1980; DIESEL, 1989). Contudo, em *U. cordatus* este tecido glandular especializado está ausente, sendo que todo epitélio colunar interno apresenta características secretora, produzindo grande quantidade de secreção.

São poucas as teorias que tentam explicar o processo de estocagem dos espermatóforos e espermatozóides em braquiúros. DIESEL (1989) sugere que as enzimas responsáveis pela abertura dos espermatóforos, estão contidas na secreção produzida pelo tecido epitelial das espermatecas. BENINGER *et al.* (1993), estudando espermatecas de *C. opilio*, constatou que esta substância, é altamente energética, e pode ser importante no estoque e abertura dos espermatóforos. No presente estudo, as análises histoquímicas revelaram um padrão semelhante ao obtido por BENINGER *et al.* (*op. cit.*). Provavelmente a característica energética dessa secreção está associada à manutenção dos espermatóforos que ficam estocados por longos períodos dentro da espermateca, semelhante ao que ocorre com *C. opilio* (SAINTE-MARIE e SAINTE-MARIE, 1999). Além disso, supõe-se que a secreção auxilia na hibernação a médio e longo prazo dos espermatóforos, e que a modificação na composição química dessa secreção induz a diferenciação de espermátides imaturas e a transformação destas em espermatozóides dentro das espermatecas (SAINTE-MARIE e SAINTE-MARIE, *op. cit.*).

Tal evento pode estar ocorrendo em *U. cordatus*, porém não relacionado à hibernação, mas sim, a manutenção dos espermatozóides ao longo do ano. Este fato é suportado pela reprodução sazonal da espécie, que ocorre apenas nos meses mais quentes do ano (outubro a fevereiro), e pelo registro de espermatóforos em quantidades consideráveis nas espermatecas de *U. cordatus* durante todo o ano. Dessa forma, fêmeas carregariam espermatóforos durante todo o ano, até a próxima época reprodutiva, e em caso de não haver cópula, a fêmea teria espermatozóides viáveis para a época de desova.

A cápsula de tecido conjuntivo é composta por linhas anastomosadas, constituídas por fibras de colágeno do tipo I, conforme evidenciado pelo picrossírius-hematoxilina e xylidine ponceau. Isto explica ser fracamente positivo ao PAS, com proposto por JUNQUEIRA e CARNEIRO (2005), devido a pouca quantidade de polissacarídeos na sua composição em comparação ao colágeno tipo III. A presença de fibras colágenas já havia sido registrada em *C. sapidus* por JOHNSON (1980), sendo que a presença de fibras elásticas parece ser a mais comum em *C. opilio* (BENINGER, 1988). Assim este elemento parece ser o principal composto que possibilita a manutenção da forma túrgida da espermateca, e que ao mesmo tempo permite expansão desta durante a cópula.

SAINTE-MARIE e SAINTE-MARIE (1999), observaram um pigmento alaranjado dentro das espermatecas de *C. opilio*. Analisando microscopicamente este pigmento, distinguiram dois subtipos, um que corresponde a corpúsculos provenientes do ovário ou de glândulas acessórias do aparelho reprodutor feminino e outra substância semelhante a grânulos carregados de células semelhantes a leucócitos ao redor do oviduto, que o oviduto teria introduzido dentro da espermateca. Continuando seus estudos, SAINTE-MARIE *et al.* (2000) confirmaram a presença desta substância alaranjada sugerindo as mesmas origens, verificando que este fenômeno ocorre em maior frequência durante a época de fertilização ou oviposição. Em *U. cordatus*, também foram registrados estes corpúsculos alaranjados (ovócitos) dentro das espermatecas, o que pode ser explicado pelo rompimento da câmara de fecundação pelos pleópodos do

macho, no momento da cópula, empurrando os ovócitos para a região dorsal das espermatecas de forma acidental.

Em *Inachus phalangium* (Fabricius, 1775), DIESEL (1988, 1990) registrou a presença de pacotes espermáticos provenientes de múltiplas cópulas dentro das espermatecas, formando vários estratos. Neste sentido, este autor afirma que o último macho a copular seria o genitor da prole, o que foi provado por URBANI *et al.* (1998), em experimentos de laboratório com *C. opilio*, através de testes de paternidade, validando esta teoria apenas para espécies que apresentam estoque de esperma na forma de pacotes espermáticos.

Durante a época reprodutiva, de outubro a fevereiro, não foram registradas freqüências expressivas de ocorrência de espermatecas do padrão branco, ou seja, espermatecas preenchidas quase que totalmente com espermatóforos e espermatozóides livres. Este fato está relacionado ao padrão de estoque espermático de *U. cordatus*, semelhante ao do caranguejo *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851, que segundo LÓPEZ-GRECO *et al.* (1999) não forma pacotes dentro das espermatecas. Para estas espécies o esperma de diferentes cópulas é misturado, não havendo a separação de secreções de cópulas distintas. Diferente dos caranguejos que estocam esperma na forma de pacotes espermáticos (URBANI *et al.*, 1998; DIESEL, 1988; SAINTE-MARIE *et al.*, 2000). No caso de *U. cordatus* tanto o primeiro como o último macho a copular tem, aparentemente, chances iguais de ser o genitor devido às secreções serem estocadas juntas não existindo competição espermática.

Em alguns portunídeos, as espermatecas só se mantêm túrgidas quando preenchidas com as secreções masculinas (fluido seminal, espermatóforos e água), sofrendo redução de seu tamanho ao longo do período reprodutivo e mantendo-se praticamente vazias fora da época reprodutiva, como evidenciado para *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) e *C. sapidus*, estudados por PINHEIRO e FRANSOZO (2002) e WOLCOTT (2005), respectivamente. Em *U. cordatus*, todas as espermatecas analisadas a fresco mostraram-se túrgidas (cheias),

mesmo aquelas que não continham espermatozóides. Desta forma, podemos concluir que em indivíduos adultos a produção de secreção a partir do epitélio colunar interno das espermatecas é contínua, independentemente da época reprodutiva ou da presença de espermatozóides, auxiliando no direcionamento dos espermatozóides para a região proximal, justaposta à câmara de fecundação.

Segundo HINES *et al.* (2003), a reprodução torna-se limitada pelo esperma quando o número ou a qualidade recebida não é suficiente para fertilizar todos os ovos produzidos. O mesmo autor afirma que a grande pressão de pesca exercida sobre o portunídeo *C. sapidus* tem causado impacto sobre a abundância, tamanho dos machos e na razão sexual, afetando a quantidade de esperma ejaculado. De maneira semelhante, o mesmo fenômeno pode estar ocorrendo com *U. cordatus* que é explorado há anos, sendo a população de machos a principal afetada, devido ao seu maior porte. Portanto, são necessários estudos de impacto sobre a razão sexual, tamanho e condição de estoque espermático desta espécie para otimização do gerenciamento dos estoques pesqueiros desta espécie na natureza.

7.2 - Fenômeno da “Andada” e Época Reprodutiva

O conhecimento da relação entre o ambiente e os organismos que nele vivem, torna possível o diagnóstico de impactos ambientais e a exploração racional dos recursos naturais, particularmente dos estoques pesqueiros (SANTOS, 2000). Neste sentido, estudos de cunho bioecológico que enfoquem a preservação de espécies nativas são de extrema importância, em especial do caranguejo-uçá que constitui um dos principais recursos pesqueiros para as famílias ribeirinhas.

Muitos estudos realizados na região nordeste brasileira fizeram menção à reprodução de *U. cordatus*, delimitando um extenso período reprodutivo compreendido de outubro a maio (Fig. 16), ocorrendo variações em função da área geográfica considerada. Em Iguape (SP), a exemplo dos trabalhos citados na

figura 16, o período reprodutivo de *U. cordatus* é sazonal, sendo restrito aos meses mais quentes do ano.

Durante o período reprodutivo do caranguejo-uçá no presente estudo (outubro a fevereiro), são observados dois picos de fêmeas com gônadas desenvolvidas, registrando-se dois meses depois, duas incidências de fêmeas ovíferas na população, corroborando DALABONA e SILVA (2005), que analisando o ciclo histológico das gônadas de *U. cordatus* durante a época reprodutiva, sugeriu a ausência de desovas múltiplas para esta espécie.

Os crustáceos que apresentam ampla distribuição geográfica, como *U. cordatus*, podem se reproduzir em diferentes épocas do ano conforme a latitude em que ocorrem (DALABONA e SILVA, 2005). Apesar disso, tal característica não foi verificada para *U. cordatus*, que em todas as áreas apresenta certa homogeneidade quanto ao ciclo reprodutivo (Fig. 5), sempre associado às épocas mais quentes do ano como registrado no presente estudo.

Apesar da existência de estudos sobre a reprodução de *U. cordatus*, apenas o trabalho de GÓES *et al.* (2000) analisou o fenômeno da “andada”, em Vitória (ES), delimitando este período de janeiro a abril. O presente estudo apresentou período semelhante, iniciando dois meses antes com seu maior pico em dezembro.

A relação entre a periodicidade reprodutiva e as fases lunares, é uma importante função em organismos marinhos (KORRINGA, 1947; MILEIKOVSKY, 1970). A “andada” de *U. cordatus* nos manguezais de Iguape (SP), seguiu o padrão do ritmo lunar, ocorrendo durante os períodos de lua cheia e nova, como já pontuado por DIELE (2000) e GÓES *et al.* (2000). Nestas épocas, os animais apresentaram extrema atividade, chegando a subir nas raízes das árvores em alguns momentos, com densidade sobre o sedimento de 1,8 ind./m² e mais de 0,4 lutas/m² na área de observação. Esta sincronia da atividade reprodutiva com as fases lunares também foi característica da reprodução (cópula, desova e liberação

larval) do caranguejo de manguezal *Chasmagnathus granulata* Dana 1851, estudado por LOPEZ-GRECO (1997).

INGA (2003) realizou observações contínuas da atividade alimentar de *U. cordatus* espécie, verificando correlação do início da atividade locomotora com a luminosidade. Este fato foi corroborado pelo presente estudo, onde pode-se observar que a elevação do número de animais ativos sobre o sedimento foi influenciado positivamente pela luminosidade e temperatura do ar e negativamente pela salinidade. O período de “andada”, caracterizado pela maior abundância de espécimes sobre o sedimento do manguezal e maior intensidade de lutas, foi influenciado positivamente pela luminosidade e amplitude de maré, ocorrendo com maior frequência nos dias de lua cheia e nova, épocas com as maiores amplitudes de maré.

O registro de apenas duas cópulas e um macho espumando em todo período de estudos em Iguape (SP) não impede a delimitação fidedigna do período da “andada” do caranguejo-uçá, haja visto que outros comportamentos, como os confrontos agonísticos entre machos e a elevada atividade de animais sobre o sedimento, também apresentam íntima associação com a reprodução de *U. cordatus*, segundo GÓES *et al.* (2000). Uma possível explicação, para esse número reduzido de registros, seria que a cópula ocorresse durante o período noturno, hipótese que foi descartada pela ausência de atividade desta espécie neste período. RADEMAKER (1998), estudando uma população de *U. cordatus*, já havia notado que exemplares desta espécie são encontrados fora da galeria principalmente durante o dia. Neste sentido, a cópula do caranguejo-uçá pode estar ocorrendo durante a maré alta, embora isso contrarie os resultados apresentados por GÓES *et al.* (2000), podendo também, o resultado do presente estudo ser decorrente do reduzido tamanho da área de observação do manguezal, o que pode ter dificultado o registro deste comportamento, que nas espécies de caranguejo semi-terrestre, ocorre em intermuda e tem duração de no máximo cinco horas (HARTNOLL, 1969; PINHEIRO, 1993).

É comum em espécies de caranguejos de manguezal que a liberação larval ocorra durante o período noturno, fato registrado para *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 por GIFFORD (1962); para *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) por WARNER (1967) e para *U. pugilator* (Bosc, 1802) por BERGIN (1981). No Espírito Santo, GÓES *et al.* (2000), verificaram que as fêmeas de *U. cordatus* liberaram suas larvas durante o período de maré vazante nas primeiras horas do dia, já no Paraná FREIRE (1998) observou que a liberação das larvas esteve associada à baixa luminosidade do crepúsculo e do amanhecer. O estudo de fertilidade do caranguejo-uçá, desenvolvido em Iguape (SP) por HATTORI e PINHEIRO (2003), evidenciou que 89,7% das fêmeas mantidas em laboratório liberaram suas larvas durante o período noturno. Apesar da espécie não ter apresentado atividade noturna durante o período da “andada”, provavelmente as fêmeas ovígeras saem de suas galerias e migram para as margens do manguezal durante a noite. Com base nos trabalhos citados anteriormente pode-se perceber que são necessários mais estudos de comportamento sobre esta espécie para se determinar quando e onde as fêmeas estão liberando suas larvas.

Atualmente a Portaria IBAMA nº 52/2003 proíbe a captura, manutenção e comercialização de exemplares do caranguejo-uçá nos meses de outubro e novembro, para indivíduos de ambos os sexos, e em dezembro somente para as fêmeas, nos estados do sudeste e sul do Brasil. Como a reprodução desta espécie se estende até o mês de fevereiro, quando ainda ocorrem às fêmeas ovígeras, que também têm sua captura proibida, percebe-se que a legislação tem sido adequada, exceto para o período de maior vulnerabilidade da espécie durante a “andada”, que no presente estudo foi delimitada entre novembro e fevereiro. A proibição da captura durante as épocas de “andada” é uma prática que tem sido empregada com sucesso no Estado do Espírito Santo (IBAMA, portaria nº 8/2001), embora a fiscalização seja problemática, requerendo a conscientização da comunidade e dos catadores que extraem este recurso pesqueiro. Assim, sugere-se que seja proibida a captura não apenas de fêmeas durante o mês de dezembro, mas sim de ambos os sexos, e que exista maior fiscalização durante os

dias de Lua cheia e nova do período de “andada”, incluindo os meses de janeiro e fevereiro para os Manguezais de Iguape, SP, Brasil.

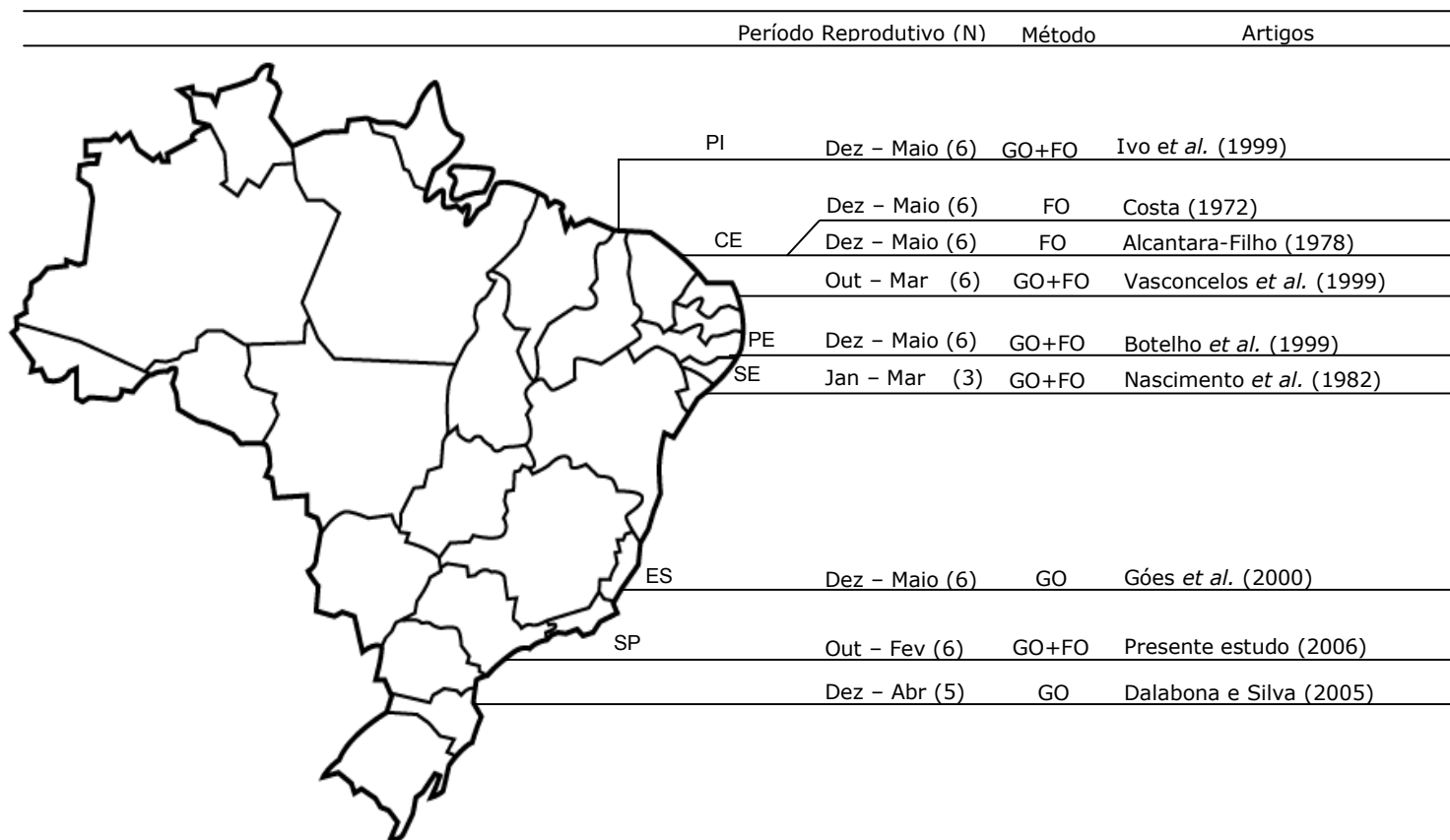


Figura 16 – *Ucides cordatus*. Comparação do período reprodutivo de *U. cordatus* em diferentes latitudes do Brasil. Métodos empregados para determinação do período reprodutivo: GO – análise do desenvolvimento das gônadas; FO – ocorrência de fêmeas ovígeras. Estados da costa brasileira onde existe estudo sobre a reprodução da espécie: Piauí (PI), Ceará (CE), Rio Grande do Norte (RN), Pernambuco (PE), Sergipe (SE), Espírito Santo (ES), São Paulo (SP), e Santa Catarina (SC). N – número de meses da época reprodutiva.

8 - CONCLUSÕES

Vários estudos sobre a reprodução de *U. cordatus* foram desenvolvidos principalmente na região nordeste do Brasil. No entanto, apesar dos numerosos estudos desenvolvidos, aspectos reprodutivos como o fenômeno da “andada” e a análise microscópica do aparelho reprodutor foram abordados de forma incipiente nessa região e praticamente inexistem para o sudeste brasileiro . Buscando suprir parte dessa lacuna da biologia de *U. cordatus*, o presente estudo pôde concluir que:

- *Ucides cordatus* não apresenta estoque espermático em forma de “pacotes”, armazenando as secreções espermáticas juntamente com as produzidas pelo epitélio colunar interno das espermatecas;
- As espermatecas de *U. cordatus* são órgãos saculiformes, constituídos externamente por uma cápsula de tecido conjuntivo que confere suporte ao epitélio colunar interno, que produz grande quantidade de secreção;
- A secreção produzida pelo epitélio colunar interno das espermatecas é altamente energética e provavelmente está associada à manutenção dos espermatozóides durante o período de estocagem;
- A época reprodutiva de *U. cordatus* em Iguape, está restrita aos meses mais quentes do ano, de outubro a fevereiro;
- O fenômeno da “andada”, ocorreu entre os meses de novembro e fevereiro, sempre associado aos dias de Lua Cheia e Nova;
- A época de “andada” dos caranguejos esteve correlacionada positivamente com o aumento da luminosidade e com as maiores amplitudes de maré;
- As políticas de defeso da espécie aplicadas pelos órgãos governamentais poderiam ser ampliadas, proibindo a captura dos indivíduos de ambos os sexos

até o mês de dezembro, e implementar fiscalização mais rigorosa durante os períodos de Lua cheia e nova da época da “andada”, incluindo os meses de janeiro e fevereiro quando a captura é permitida.

Apesar dos aspectos biológicos elucidados acima, torna-se necessário o aprofundamento de estudos relacionados aos diversos aspectos da reprodução dessa espécie de forma regionalizada. Observações do fenômeno da “andada”, como foi feito para a região de Iguape, associados à investigação de épocas e locais de liberação e deriva das larvas, são de fundamental importância para o gerenciamento dos estoques de *U. cordatus*, inclusive para o manejo adequado do período de defeso para a espécie.

Além da descrição histológica e análise histoquímica das espermatecas, o tempo de estocagem e a viabilidade espermática necessitam de investigações aprofundadas, pois, análises deste tipo poderão evidenciar se a exploração comercial baseada na captura de machos causa algum tipo de limitação espermática nesta espécie.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMCZEWSKA, A. e MORRIS, S. 1998 Strategies for migration in the terrestrial Christmas Island red crab *Gecarcoidea natalis*: intermittent versus continuous locomotion. *J. Exp. Biol.*, 201: 3221-3231.
- ADIYODI, R.G. 1988 *Reproduction and development*. 5. 139-185. IN: BURGGREN, W.W, MCMAHON, B.R. (eds) *Biology of land crabs*. Cambridge, New York. 479p.
- ALCÂNTARA-FILHO, P. 1978 Contribuição ao estudo da biologia e ecologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) no manguezal do Rio Ceará (Brasil). *Arquivos de Ciência do Mar*, 18(1/2):1-41.
- ANIKUMAR, G. e ADIYODI, K. G. 1977 Spermatheca of the fresh water crab, *Paratelphusa hydrodromus* (Herbst) in relation to the ovarian cycle. In: K.G. ADIYODI and R.G. ADIYODI (eds) *Advances in invertebrate reproduction*. Peralom-Kenoth, Kerala.
- ATAS, L. 2004 Fibras do Mar. *Pesquisa Fapesp*, São Paulo, 98(2):80-81.
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; MENDONÇA, J.T.; SERVO, G.J.M.; BASTOS, G.C.C; OKUBO-DA-SILVA, S. e BATISTA, P.A. 2005 *Produção Pesqueira Marinha do Estado de São Paulo no Ano de 2004*. Instituto de Pesca, Série Relatório Técnico, 20:1-40.
- BENINGER, P. G.; ELNER, R. W.; FOYLE, T. P. e ODENSE, P. H. 1988 Functional Anatomy of the male reproductive system and the female spermatheca in the snow crab *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) (Decapoda: Majidae) and a hypothesis for fertilization. *Journal of Crustacean Biology*, 8(3): 322-332.
- BENINGER, P. G.; LANTEIGNE, C. e ELNER, R. W. 1993 Reproductive processes revealed by spermatophore dehiscence experiments and by histology, ultrastructure, and histochemistry of the female reproductive system in the snow crab *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius). *Journal of Crustacean Biology*, 13(1):1-16.
- BERGIN, M.E. 1981 Hatching rhythms in *Uca pugilator* (Decapoda: Brachyura). *Mar. Biol.*, 63:151-158.
- BOEGER, W.A.; PIE, M.R.; OSTRENSKY, A. e PATELLA, L. 2005 Lethargic crab disease: Multidisciplinary evidence supports mycotic etiology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 100(2):161-167.
- BOTELHO, E.R.O.; DIAS, A.F. e IVO, C.T.C. 1999 Estudo sobre a biologia do Caranguejo-Uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado nos Estuários dos Rios Formoso (Rio Formoso) e Ilhetas (Tamandaré), no Estado de Pernambuco. *Boletim Técnico Científico* (Cepene), 7(1):117-145.
- BROWN, A. Jr.; TALBOT, P.; SUMMERS, R. G. e CLARK, W. H. Jr. 1977 Comparative analysis of Decapoda sperm. *Journal of Cellular Biology*, 75:170-178.
- BRUSCA, R.C. e BRUSCA, G.J. 2003 *Invertebrates*. 2 ed, Sinauer Associations, Massachusetts. 936p.
- CHRISTOFOLETTI, R.A. 2005 *Ecologia Trófica do Caranguejo-Uçá, Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Ocypodidae) e o Fluxo de Nutrientes

- em Bosques de Mangue, na Região de Iguape (SP). Jaboticabal. 127p. (Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista).
- COSTA, R.S. 1972 *Fisiologia do caranguejo-uçá, Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) – Crustáceo, Decapodo do Nordeste Brasileiro*. São Paulo. 210p. (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo).
- CRANE, J. 1943 Display, breeding and relationships of fiddler crabs (Brachyura, Genus *Uca*) in the northeastern United States. *Zoologica*, 28(23): 217-223.
- CRONIN T.W. 1986 Photoreception in marine invertebrates. *Am. Zool.*, 26:403-415p.
- CUNHA, A.G. 1978 *Dicionário Histórico das Palavras Portuguesas de Origem Tupi*. São Paulo, EDUSP, 357p.
- DALABONA, G. e SILVA, J.L. 2005 Período reprodutivo de *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Brachyura, Ocypodidae) na Baía das laranjeiras, sul do Brasil. *Acta Biologica Paraense*, 34(1,2,3,4):115-126.
- DEBELIUS, H. 1999 *Crustacea Guide of the World*. UW-Archiv-Ikan, Frankfurt, 321p.
- DIELE, K. 2000 *Life History and Population Structure of the Exploited Mangrove Crab Ucides cordatus cordatus (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté Estuary, North Brazil*. Bremen. 116p. (Tese de Doutorado - Universidade de Bremen).
- DIESEL, R. 1988 Discrete storage of multiple-mating sperm in the spider crab *Inachus phalangium*. *Naturwissenschaften*, 75:148-149.
- DIESEL, R. 1989 Structure and function of the reproductive system of the symbiotic spider crab *lcachus phalangium* (Decapoda: Majidae): Observations on sperm transfer, sperm storage and spawning. *Journal of Crustacean Biology*, 9(2):266-277.
- DIESEL, R. 1990 Sperm competition and reproductive success in the decapod *Inachus phalangium* (Majidae): a male ghost spider crab that seals off rival's sperm. *Journal of Zoology*, 220:213-223.
- FISCARELLI, A.G. e PINHEIRO, M.A.A. 2002 Perfil sócio-econômico e conhecimento etnobiológico dos catadores de Iguape (SP), sobre o caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). *Actual. Biol.*, 24(77): 129-142.
- FISCARELLI, A.G. 2004 *Rendimento, Análise Químico-Bromatológica da Carne e Fator de Condição do Caranguejo-Uçá Ucides cordatus (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae)*. Jaboticabal. 92p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista).
- FREIRE, A. S. 1998 *Dispersão Larval do Caranguejo do Mangue Ucides cordatus (L. 1763) em Manguezais da Baía de Paranaguá, Paraná*. São Paulo. 68p. (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo).
- GEORGE, M. J. 1963 The anatomy of the crab *Neptunus sanguinolentus* Herbst. Part IV. Reproductive system and embryological studies. *Journal of the Madras University*, 33:289-304.
- GERALDES, M.G. e CALVENTI, I.B. 1983 Estudios experimentales para el mantenimiento em cautiverio Del cangrejo *Ucides cordatus*. *Ciência Interamericana*, 23(4):41-53.

- GIFFORD, C.A. 1962. Some observations on the general biology of a land crab, *Cardiosoma guanhumi* (Latreille), in South Florida. *Biol. Bull.*, 123:207-223.
- GÓES, P.; SAMPAIO, F.D.F; CARMO, T.M.S.; TÔSO, G.C. e LEAL, M.S. 2000 Comportamento e períodos reprodutivos do caranguejo do mangue *Ucides cordatus*. *Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação*. Vitória, ES, 2: 335-348.
- HALEY, S.R. 1972 Reproductive cycling in the ghost crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, 23(1): 1-11.
- HANGEN, O.H. VON. 1970 Anpassungen an das spezielle Gezeitenzonenniveau bei Oxypodiden (Brachyura, Ocypodidae). *Forma Functio*, 2:361-413.
- HARTNOLL, R.G. 1969 Mating in the Brachyura. *Crustaceana*, 16:161-181.
- HATTORI, G.Y. 2002 *Biologia Populacional do Caranguejo de Mangue, Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) em Iguape (SP). Jaboticabal. 82p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista).
- HATTORI, G.Y. 2006 *Densidade Populacional do Caranguejo-Uçá, Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) na Região de Iguape (SP). Jaboticabal. 143p. (Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista).
- HATTORI, G.Y. e PINHEIRO, M.A.A. 2003. Fertilidade do caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), em Iguape (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(2):309-313.
- HATTORI, G.Y. e PINHEIRO, M.A.A. (no prelo). Relative growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Brachyura: Ocypodidae) at Iguape, SP, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*.
- HATTORI, G.Y.; SANT'ANNA, B.S. e PINHEIRO, M.A.A. (no prelo). Meat yield of *Callinectes bocourti* A. Milne Edwards, 1879, (Crustacea, Portunidae) in Iguape (SP), Brazil. *Investigaciones Marinas*.
- HENMI, Y. 1989 Life-history patterns in two forms of *Macrophthalmus japonicus* (Crustacea, Brachyura). *Mar. Biol.*, 101:53-60.
- HENMI, Y. e KANETO, M. 1989 Reproductive ecology of three ocypodid crabs I. The influence of activity differences on reproductive traits. *Ecol. Res.*, 4:17-29.
- HINES, A. H.; JIVOFF, P. R.; BUSHMANN, J. P.; van MONTFRANS, J.; REED, S. A.; WOLCOTT, D. L. e WOLCOTT, T. G. 2003 Evidence for sperm limitation in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Bulletin of Marine Science*, 72: 287-310.
- HOGARTH, P.J. 2004 *The Biology of Mangroves*. Ed. Oxford, New York, 228pp.
- INGA, N. 2003 *Feeding ecology of the semi-terrestrial crab Ucides cordatus* (Decapoda: Brachyura) in a mangrove forest in northern Brazil. Bremen. 203p. (Tese de Doutorado, Universidade de Bremen).
- IBAMA. Portaria nº 8, de 9 de fevereiro de 2001
- IBAMA. Portaria nº 52 de 30 de setembro de 2003.
- IVO, C.T.C.; DIAS, A.F. e MOTA, R.I. 1999 Estudo sobre a Biologia do caranguejo uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado no Delta do Rio Parnaíba, Estado do Piauí. *Boletim Técnico Científico* (Cepene), 7(1):53-84.
- JAYASANKAR, V. e SUBRAMONIAN, T. 1999 Antibacterial activity of seminal plasma of the mud *Scylla serrata* (Forsk.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 236 (2):253-259.

- JIVOFF, P. 1997 The relative roles of predation and sperm competition on the duration of the post-copulatory association between the sexes in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 40(3):175-185.
- JOHNSON, P.T. 1980 *Histology of the blue crab Callinectes sapidus: a model for the Decapoda*. Praeger, New York. 440p.
- JUNQUEIRA, L. C. e CARNEIRO, J. 2004 *Histologia Básica*, 10a ed. Guanabara Koogan, 488p.
- JUNQUEIRA, L.C.U. e JUNQUEIRA, L.M.M.S. 1983 *Técnicas Básicas de Citologia e Histologia*. Santos, São Paulo. 123p.
- KATHIRESAN, K. e B.L. BINGHAM. 2001 *Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems*. Ed. Academic Press, New York, 251p.
- KIERNAN, J. A. 1999 *Histological and Histochemical Methods – Theory e Practice*. Arnold, New York, 502p.
- KJERFVE, B. e L.D. LACERDA, 1993. *Management and Status of the Mangroves of Brazil*. ISME/ITTO publ., Conservation and Sustainable Utilization of Mangrove Forest in Latin America and Africa Regions. Part I Latin America, (2):245-272.
- KORRINGA, P. 1947 Relations between the moon and periodicity in the breeding of marine animals. *Ecol. Monogr.*, 17:349-381.
- LOPEZ-GRECO, L.S. 1997 *Adquisición de la Madurez Sexual y Caracterización Del Patrón de Crecimiento y Reproducción de Chasmagnathus granulata Dana 1851 (Brachyura, Grapsidae, Sesarminae) de Bahía Samborombón, Buenos Aires, Argentina*. Buenos Aires. 244p. (Tese de Doutorado - Universidade de Buenos Aires).
- LÓPEZ-GRECO, L. S.; LÓPEZ, G. C. e RODRÍGUEZ, E. M. 1999 Morphology of spermathecae in the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* Dana 1851 (Grapsidae, Sesarminae). *Journal of Zoology*, 249:490-493.
- MATOS, E.; MATOS, P.; CORRAL, L. e AZEVEDO, C. 2000 Ultraestrutura do espermatozóide de *Ucides cordatus* Linnaeus (Crustacea, Ocypodidae) do litoral norte do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17(3):753-756.
- MCLUSKY, D. S. e ELLIOTT, M. 2004 *The Estuarine Ecosystem*. Ed. Oxford, New York, 214p.
- McMANUS, J.F.A. 1946. Histological demonstration of mucin after periodic acid. *Nature*, 158: 202.
- MELO, G.A.S. 1996. *Manual de identificação dos dos Brachyura (Caranguejos Siris) do Litoral Brasileiro*. Ed. Plêiade, São Paulo, 603p.
- MILEIKOVSKY, S.A. 1970 Seasonal and daily dynamics in pelagic larvae of marine shelf bottom invertebrates in nearshore waters of Kandalaksha Bay (White Sea). *Marine Biology*, 5:180-194.
- MONTEIRO, B.R. e COELHO-FILHO, P.A. 2004. Estrutura populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae), no estuário do Rio Paripé, Itamaracá – Pernambuco. *Boletim Técnico Científico – CEPENE*, 12(1):99-111.
- MOTA-ALVES, M.I. 1975 Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus), em mangues do estado do Ceará (Brasil). *Arquivos de Ciência do Mar*, 15(2):85-91.

- NASCIMENTO, S.A.; E.R. SANTOS; L. BONFIM, e COSTA, R.S. 1982. *Estudo Bio-Ecológico do Caranguejo Uçá *Ucides cordatus**. Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA), Sergipe, 12p.
- NASCIMENTO, S.A. 1993 *Biologia do Caranguejo-Uçá (*Ucides cordatus*)*. Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA), Sergipe, 45p.
- NORDHAUS, I. 2003 *Feeding ecology of the semi-terrestrial crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Brachyura) in a mangrove forest in northern Brazil*. Bremen, 203p. (Tese de Doutorado - Universidade de Bremen).
- NORDI, N. 1994 A captura do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) durante o evento reprodutivo da espécie: o ponto de vista dos catadores. *Revista Nordestina de Biologia*, 9(1):41-47.
- OLIVEIRA, L.P.H., 1946 Estudos ecológicos dos crustáceos comestíveis Uçá e Guaiamu, *Cardisoma guanhumi* Latreille e *Ucides cordatus* (L.) Gecarcinidae, Brachyura. *Mem Instituto Oswaldo Cruz*, 44(2):295-322.
- OLMOS, F. e SILVA, R.S. 2001 *Guará Vermelho: Ambiente, Flora e Fauna dos Manguezais de Santos-Cubatão*. Ed. Empresa das Artes, São Paulo, 216p.
- OGAWA, M.; ALVES, T.T.; CALAND-NORONHA, M.C.; ARARIPE, C.A.E. e MAIA, E.L. 1973 Industrialização do caranguejo Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus). I. Técnicas para o processamento da carne. *Arquivos de Ciência do Mar*, 13: 31-37.
- OSHIRO, L.M.Y.; SILVA, R. e SILVEIRA, C.M. 1999 Rendimento de carne nos caranguejos Guaiá, *Menippe nodifrons* Stimpson, 1859 e Guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 (Crustacea, Decapoda, Brachyura) da Baía de Sepetiba/RJ. *Acta Biológica Leopoldensia*, 21(1): 83-88.
- PINHEIRO, M.A.A. 1993 Comportamento copulatório de *Panopeus rugosus* A. M. Edwards, 1880 (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) em cativeiro. *Biotemas*, 6(1):115-1120.
- PINHEIRO, M.A.A. 2001 *Biologia do Caranguejo Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), no Litoral Sul do Estado de São Paulo*. Relatório Científico Final - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP Proc. No. 98/6055-0), São Paulo, 210p.
- PINHEIRO, M.A.A. e FISCARELLI, A.G. 2001 *Manual de Apoio à Fiscalização do Caranguejo-Uçá (*Ucides cordatus*)*. 1ª Edição, Cepsul/Ibama, Itajaí, SC, 43p.
- PINHEIRO, M.A.A.; FISCARELLI, A. G. e HATTORI, G.Y. 2005 Growth of the crab *Ucides cordatus* (Brachyura, Ocypodidae). *Journal of Crustacean Biology*, 25(2):293-301.
- PINHEIRO, M.A.A.; FRANSOZO, A. e NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 1996 Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP) Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 56(4):705-716.
- PINHEIRO, M. A. A. e FRANSOZO, A. 2002 Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) on the Brazilian Coast near 23°30'S. *Journal of Crustacean Biology*, 22(2):416-428.
- PINHEIRO, M.A.A. e HATTORI G.Y. 2003a Fecundity of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae). *Invertebrate Reproduction and Development*, 43(1):19-26.

- PINHEIRO, M.A.A. e HATTORI G.Y. 2003b Embryology of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Brachyura: Ocypodidae). *Journal of Crustacean Biology*, 23(3):729-737.
- PINHEIRO, M.A.A.; VELONI, M. A. e TERCEIRO, O.S.L. 2003 Fecundity of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae). *Invertebrate Reproduction and Development*, 43(1):19-26.
- RADEMAKER, V. 1998 *Alimentação, Habitat e Estrutura Populacional do Caranguejo de Manguezal Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) em Manguezais de Caeté, Nordeste do Brasil*. Breman. 180p. (Tese de Doutorado - Universidade de Bremen).
- RODRIGUES, A.M.T.; BRANCO, E.J.; SACCARDO, S.A. e BLANKENSTEYN, A. 2000 A exploração do caranguejo *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) e o processo de gestão participativa para normatização da atividade na Região Sudeste-Sul do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 26(1):63-78.
- RYAN, E.P. 1967 Structure and function of the reproductive system of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). I - The Male system. Proceedings of the Symposium on Crustacea, Ernakulam. Part. III, 506-521p. Marine Biological Association of India. Bangalore Press, Bangalore, India.
- SAINTE-MARIE, G. e SAINTE-MARIE, B. 1998 Morphology of the spermathecae, oviduct, intermediate chamber, and vagina of the adult snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Canadian Journal of Zoology*, 76:1589-1604.
- SAINTE-MARIE, G. e SAINTE-MARIE, B. 1999 Reproductive products in the adult snow crab (*Chionoecetes opilio*). II. Multiple types of sperm cells and of spermatophores in the Spermathecae of mated females. *Canadian Journal of Zoology*, 77:451-462.
- SAINTE-MARIE, G.; SAINTE-MARIE, B. e SÉRVINGNY, J. M. 2000 Ejaculate-storage patterns and the site of fertilization in the female snow crabs (*Chionoecetes opilio*; Brachyura, Majidae). *Canadian Journal of Zoology*, 78:1902-1917.
- SANTOS, S. 2000 Influência dos fatores ambientais na abundância de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819, (Crustacea, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP). *Revista Ciência e Natura*, 22:129-144.
- SASTRY, A. N. 1983 *Ecological aspects of reproduction*. 179-270 in Vernberg, F.J. e Vernberg, W. B., eds., *The Biology of Crustacea. Environmental Adaptations*. Vol. 8, Academic Press, New York, 383p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. e CINTRÓN, G. 1986 *Guia para estudo de áreas de manguezal; estrutura, função e flora*. Caribbean Ecological Research, 150p.
- SILVA, U.A.S.. 2002 *Cultivos experimentais do Caranguejo Uçá, Ucides cordatus (Linnaeus, 1763)*. Curitiba. 89p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná).
- SMITH, I.A. 1982 *Mismanagement of island fisheries and some corrective measures*. ICLARM, Manila.
- SOKAL, R.R. e ROHLF, F.J. 1995 *Biometry: the principals and practice of statistics in biological research*. Editora Freeman, 3ª ed. 887p.

- SPALDING, M. 1997 The global distribution and status of mangrove ecosystems. International News Letter of Coastal Management-Intercoast Network. Special edition, 1:1-20.
- URBANI, N.; SAINTE-MARIE, B.; SÉRVING, J. M.; ZADWORNÝ, D. e KUHNLEIN, U. 1998 Sperm competition and paternity assurance during the first breeding period of female snow crab (*Chionoecetes opilio*) (Brachyura: Majidae). *Canadian Journal of Fishing Aquatic Science*, 55:1104-1113.
- VASCONCELOS, E.M.S.; VASCONCELOS, J.A. e IVO, C.T.C. 1999 Estudo sobre a biologia do caranguejo Uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado no Estuário do Rio Curimataú (Canguaretama) no estado do Rio Grande do Norte. *Boletim Técnico Científico* (Cepene), 7(1): 75-116.
- VIDAL, B.C. 1970 Dichroism in collagen budles stained with xylidine ponceau 2R. *Ann. Histochemistry* 15:289-296.
- ZANGRANDE, C.M.; SANT'ANNA, B.S. e REIGADA, A.L.D. 2003 Distribuição de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) no Complexo Baía-Estuário de São Vicente (SP) Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 29(2):133-138.
- WARNER, G.F. 1967 The life history of the mangrove tree crab, *Aratus pisoni*. *Journal Zoology*, 153: 321-335.
- WOLCOTT, D.L.; HOPKINS, C.W.B. e WOLCOTT, T.G. 2005 Early events in seminal fluid and sperm storage in the female blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun: Effects of male mating history, male size and, season. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 319(1-2): 43-55.