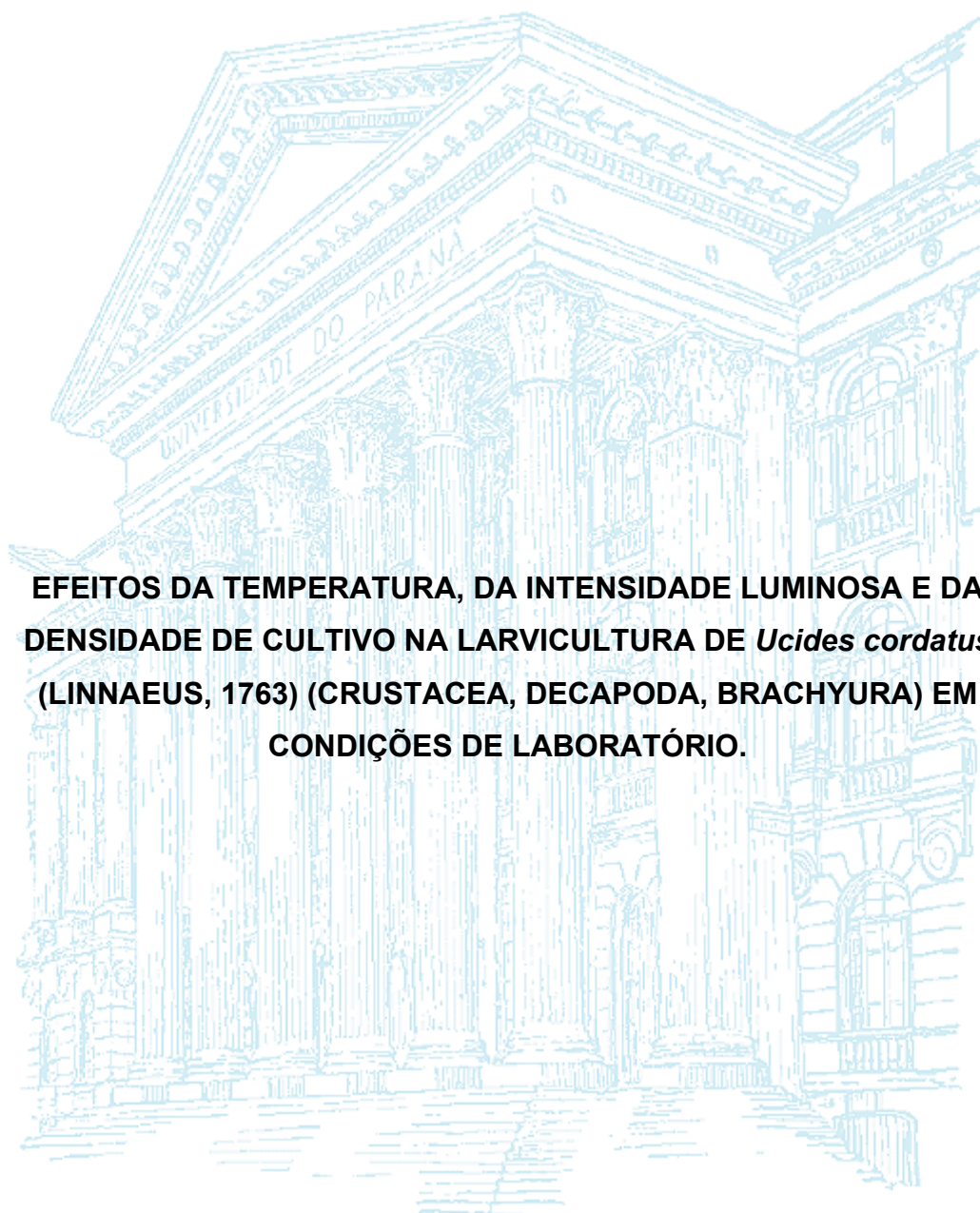


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KELLY FERREIRA COTTENS



EFEITOS DA TEMPERATURA, DA INTENSIDADE LUMINOSA E DA DENSIDADE DE CULTIVO NA LARVICULTURA DE *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763) (CRUSTACEA, DECAPODA, BRACHYURA) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO.

CURITIBA
2009

KELLY FERREIRA COTTENS

**EFEITOS DA TEMPERATURA, DA INTENSIDADE LUMINOSA E DA
DENSIDADE DE CULTIVO NA LARVICULTURA DE *Ucides cordatus*
(LINNAEUS, 1763) (CRUSTACEA, DECAPODA, BRACHYURA) EM
LABORATÓRIO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Antonio Ostrensky Neto

CURITIBA
2009

Cottens, Kelly F.

Efeitos da temperatura, intensidade luminosa e da densidade de cultivo na larvicultura de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (CRUSTACEA, DECAPODA. BRACHYURA) em condições de laboratório - Curitiba, 2009.

79 f.

Orientador: Antonio Ostrensky Neto

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

1. *Ucides cordatus*. 2. Larvicultura.

Agradecimentos

Ao professor Antonio Ostrensky Neto pela orientação, conselhos e pela motivação durante a realização deste trabalho.

Ao Dr. Ubiratan Assis Silva pela amizade, sabedoria e colaboração em todos os trabalhos que desenvolvi com o caranguejo-uçá.

Ao Fabrício pela paciência, incentivo e amor.

Aos colegas do GIA que abraçam a causa do caranguejo-uçá e despendem um esforço sobre humano para a realização das larviculturas de verão.

À minha mãe Neuza pelo dom da vida e apoio durante minha jornada.

Ao meu filho Luan por devolver a inocência e esperança desapegada ao meu dia-a-dia.

À amiga Francielle pelo exemplo de história de vida e superação.

A todos os colaboradores do Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, que proporcionaram a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

Estrutura da dissertação

A presente dissertação está estruturada nos seguintes capítulos:

Capítulo I. Introdução geral: o cultivo do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae).

Neste capítulo é feita uma revisão bibliográfica que inclui informações sobre a reprodução e o desenvolvimento das larvas de *U. cordatus*. O conjunto de informações apresentadas permite a compreensão dos aspectos técnicos e biológicos básicos envolvidos na larvicultura de *U. cordatus* e que serão discutidos ao longo da dissertação.

Capítulo II. Efeitos da temperatura sobre a sobrevivência e sobre o tempo de desenvolvimento das larvas de *Ucides cordatus* (L.) cultivadas em laboratório.

A temperatura da água é a variável abiótica que mais fortemente influencia o tempo de desenvolvimento das larvas de crustáceos. Neste capítulo é analisada a influência da temperatura na duração dos estágios larvais do *U. cordatus* em condições de laboratório.

Capítulo III. Cultivo experimental de larvas de *Ucides cordatus* (L.) sob diferentes intensidades luminosas.

As variações na condição de iluminação natural têm efeitos sobre o comportamento de diversas espécies componentes do zooplâncton. Neste capítulo são apresentados os resultados de cultivos das larvas de *U. cordatus* realizados em diferentes intensidades luminosas.

Capítulo IV. Efeitos da densidade de cultivo sobre a sobrevivência e sobre o tempo de desenvolvimento das larvas de *Ucides cordatus* (L.), em condições de laboratório.

A eficiência da produção de larvas de *U. cordatus* para repovoamento depende, dentre outros fatores, do estabelecimento da densidade de cultivo ideal para a espécie. Os resultados obtidos nos experimentos demonstrados no presente capítulo contribuirão para o desenvolvimento da tecnologia de cultivo, com aplicações diretas no planejamento e otimização do uso das estruturas laboratoriais disponíveis para a produção.

Capítulo V. Contribuições para o desenvolvimento do protocolo de cultivo das larvas do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763).

O último capítulo que compõe a presente dissertação foi redigido em formato de artigo de divulgação científica, correlacionando as conclusões gerais apresentadas em cada um dos capítulos ao seu emprego na metodologia de cultivo larval de *U. cordatus*.

Sumário

Estrutura da dissertação	5
Lista de Figuras	9
Lista de Tabelas	10
Resumo Geral	11
General Abstract	12
Capítulo I. Introdução geral: o cultivo do caranguejo-uçá, <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae).	13
Resumo	13
Aspectos de reprodução e desenvolvimento larval de <i>Ucides cordatus</i>	19
Referências.....	26
Capítulo II. Efeitos da temperatura sobre a sobrevivência e o tempo de desenvolvimento das larvas de <i>Ucides cordatus</i> (L.) cultivadas em laboratório.	32
Resumo	32
Introdução.....	33
Material e Métodos	34
Resultados.....	37
Discussão	40
Referências.....	43
Capítulo III. Cultivo de larvas de <i>Ucides cordatus</i> (L.) sob diferentes intensidades luminosas.	46
Resumo	46
Introdução.....	47
Material e Métodos	48
Resultados.....	51
Discussão	54

Referências.....	57
Capítulo IV. Efeitos da densidade de cultivo sobre a sobrevivência e sobre o tempo de desenvolvimento das larvas de <i>Ucides cordatus</i> (L.) em laboratório.	60
Resumo	60
Introdução.....	61
Material e Métodos	62
Resultados.....	64
Discussão	66
Referências.....	71
Capítulo V. Contribuições para o desenvolvimento do protocolo de cultivo das larvas do caranguejo-uçá, <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763).....	73
Referências	79

Lista de Figuras

Figura 1 Caranguejo-uçá, <i>Ucides cordatus</i> , indivíduo adulto, macho; LC 6,7cm. (Foto: Kelly F. Cottens).	14
Figura 2. <i>Ucides cordatus</i> , fase larval: (a) Zoea I e (b) megalopa (Foto: Kelly F. Cottens).....	21
Figura 3 Sobrevivência acumulada das larvas zoea de <i>U. cordatus</i> cultivadas nas temperaturas 20, 25 e 30(±1)°C. Os valores expressos na extremidade das curvas indicam a ocorrência de ecdises para o estágio de megalopa.	37
Figura 4 Tempo de desenvolvimento das larvas de <i>U. cordatus</i> . As larvas cultivadas a 20±1°C não completaram o desenvolvimento larval (n=0). As letras identificam as diferenças significativas ao nível de 5% de acordo com o teste de Dunn <i>a posteriori</i>	38
Figura 5 Sobrevivência final das larvas de <i>U. cordatus</i> cultivadas a 25 e 30(±1)°C.....	39
Figura 6 Taxa de sobrevivência até o estágio de megalopa das larvas de <i>U. cordatus</i> cultivadas na temperatura de 25 e 30(±1)°C. Letras iguais identificam tratamentos que não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% conforme teste de Dunn <i>a posteriori</i>	40
Figura 7 Sobrevivência das larvas zoea de <i>U. cordatus</i> cultivadas em três diferentes condições de iluminação: Claro – 710 lux, Escuro – 1 lux e Penumbra – 210 lux. A - Cultivos Coletivos; B - Cultivos Individuais. Letras iguais identificam tratamentos que não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5%, conforme teste de Dunn <i>a posteriori</i>	52
Figura 8 Ocorrência de ecdises para o estágio de megalopa das larvas de <i>U. cordatus</i> cultivadas nas densidades 10, 50 e 100 larvas.L ⁻¹ . As letras representam os grupos homogêneos conforme teste de Dunn <i>a posteriori</i>	65
Figura 9 Ocorrência média diária de ecdises para o estágio de megalopa das larvas de <i>U. cordatus</i> cultivadas nas densidades 10, 50 e 100 larvas.L ⁻¹	66
Figura 10 Manejo diário dos experimentos no LAPOA/GIA-UFPR. Foto: Alexandre G. Becker	75
Figura 11 Liberação das larvas megalopas do caranguejo-uçá, <i>U. cordatus</i> , no distrito de Acupe, Santo Amaro da Purificação, Bahia. Repovoamento realizado durante a estação reprodutiva de 2008/2009. Foto: Kelly F. Cottens.....	78

Lista de Tabelas

Tabela 1 Condições experimentais empregadas no cultivo das larvas de <i>U. cordatus</i> em três temperaturas 20, 25 e 30°C.....	36
Tabela 2 – Cultivos coletivos e individuais de larvas de <i>Ucides cordatus</i> submetidas a três diferentes intensidades luminosas, Claro - 710 lux, Escuro - 1 lux e Penumbra - 210 lux. As letras (a, b,c) indicam os grupos homogêneos identificados através do teste de <i>Kendall tau</i>	53
Tabela 3 Influência da densidade de cultivo sobre a sobrevivência final das larvas de <i>U. cordatus</i>	65
Tabela 4 Condições de cultivo de espécies de crustáceos Brachyuros cultivados mundialmente.	70
Tabela 5 Efeitos da temperatura, intensidade luminosa e da densidade de cultivo na sobrevivência e duração da fase larval de <i>U. cordatus</i>	77

Resumo Geral

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), é um valioso recurso pesqueiro explorado por comunidades litorâneas brasileiras. A redução de seus estoques assume um aspecto especialmente dramático por ser explorado geralmente pelos segmentos mais carentes da população. Programas de repovoamento para a espécie vêm sendo desenvolvidos desde 2001, com objetivo de se somar às outras formas mais clássicas de manejo pesqueiro. Porém, a produção de grandes quantidades de larvas, no estágio de megalopa, ainda é um desafio devido principalmente ao desconhecimento com relação às necessidades ambientais das larvas. Como é, de forma geral, muito difícil obter estas informações por observações realizadas diretamente na natureza, uma alternativa viável é realizar tal estudo por meio de experimentos controlados em laboratório. As investigações apresentadas nesta dissertação foram realizadas em laboratórios localizados nos estados do Paraná e Bahia e abordaram os requerimentos larvais em relação a temperatura, luminosidade e densidade de cultivo. As larvas necessárias para os experimentos foram obtidas através de eclosões controladas em laboratório a partir de fêmeas ovadas, coletadas em manguezais e trazidas aos laboratórios. No experimento que avaliou os efeitos da temperatura sobre a sobrevivência e o tempo desenvolvimento das larvas de *U. cordatus*, os resultados indicam que os cultivos devem ser conduzidos em temperaturas iguais ou superiores a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$. Na investigação dos efeitos da intensidade luminosa, foi observado que este fator é determinante para a sobrevivência e qualidade das larvas produzidas. Intensidades luminosas iguais ou superiores a 210 lux apresentaram-se como mais apropriadas para o cultivo das larvas de *U. cordatus*. Com relação aos efeitos que densidade de cultivo exerce sobre a sobrevivência das larvas de *U. cordatus*, confirmou-se a noção comum que a redução da densidade melhora a taxa de sobrevivência larval. No entanto, dentro de uma relação entre a sobrevivência final e o número de larvas produzidas, os melhores resultados foram obtidos utilizando-se a densidade de 50 larvas.L⁻¹. O cultivo das larvas de *U. cordatus* pode apresentar melhores taxas de sobrevivência se realizado a temperaturas iguais ou superiores a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, intensidade luminosa mínima de 210 lux e densidade de 50 larvas.L⁻¹, mantendo as demais condições de cultivo já descritas para a espécie.

Palavras-Chave: Desenvolvimento larval; Larvicultura; *Ucides cordatus*.

General Abstract

The mangrove crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), popularly known as “ussa”, is a valuable fishery resource exploited by Brazilian coastal communities. The decline of his natural stocks becomes especially tragic, as the catching of this crab is generally done by the poorest segments of these coastal populations. Stock enhancement programs for this species have been developed since 2001 to sum efforts to other traditional forms of fisheries management. However, the production of large quantities of *U. cordatus* at the final larval stage of megalopa, still representing a challenge, mainly due to the lack of knowledge about the environmental needs of the larvae. Because it is very difficult to obtain this information through direct observation in nature, the alternative must be through controlled experiments at laboratory. The research presented in this dissertation was performed in laboratories located in the states of Parana and Bahia and addressed the larval requirements for temperature, light and cultivation density. The larvae for the experiments were obtained through controlled spawning from egg-bearing females, collected in mangroves and transported to the laboratories. The experiment assessing the effects of temperature on the survival and development time of larvae of *U. cordatus* obtained results indicating that temperatures greater than or equal to $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ were most suitable. In the investigation of effects of light intensity, it was observed how this factor is crucial for the survival and quality of the larvae produced. Light concentrations of 210 lx, or higher, proved to be more appropriate for the cultivation of *U. cordatus* larvae. Cultivation density experiments corroborate to the common notion that reductions in density will also improve larval survival rate for the *U. cordatus* larvae. Besides that, in a relation between survival rates and final produced larval numbers, the best results were obtained utilizing the density of 50 larvae. L^{-1} . It is possible to obtain better survival rates in the larviculture of *U. cordatus* maintain the temperature equal or superior of $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, minimum light intensity at 210 lx an larval density of 50 larvae. L^{-1} , using the larval rearing indicates to this specie.

Key-words: Larval development; Larviculture; *Ucides cordatus*.

Capítulo I. Introdução geral: o cultivo do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae).

Resumo

Os manguezais estão entre os ecossistemas mais ameaçados em todo o mundo. Seu posicionamento biogeográfico, no interior de baías, estuários e outras regiões marinhas protegidas, os coloca diretamente no caminho do desenvolvimento humano. Sua fauna e flora são bastante características e adaptadas para suportar a variação de salinidade de suas águas. Neste ambiente vive o caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, importante recurso pesqueiro brasileiro. Assim como outros recursos pesqueiros, as populações de caranguejo-uçá podem ser negativamente afetadas pelas ações antrópicas. A preservação dos habitats naturais e a exploração racional do caranguejo-uçá dependem do conhecimento acerca de sua biologia. A reprodução do *U. cordatus* ocorre nos meses de verão, em sincronia com os ciclos lunares e movimentos de marés. Após a cópula, a fêmea carrega os gametas do macho até o momento da fecundação. Os ovos desenvolver-se-ão presos ao abdômen da fêmea até o momento da eclosão, quando as larvas iniciais, conhecidas como zoea, serão liberadas na água do mar. As eclosões são sincronizadas aos ciclos de maré de sizígia, para que a força das águas auxilie na exportação das larvas recém-eclodidas para as zonas costeiras. Nestas regiões, as condições físico-químicas são mais adequadas e constantes, permitindo que as larvas se desenvolvam até atingir o último estágio larval denominado de megalopa. Neste estágio, a larva é bastante tolerante às condições de variação de salinidade, características dos estuários. Para o retorno aos manguezais, a megalopa aproveita a sua excelente capacidade natatória e o movimento das marés para atingir o sedimento do manguezal, no qual irá escavar uma pequena toca. A metamorfose para a fase de juvenil acontecerá entre 3 e 10 dias após o assentamento, mas serão necessários cerca de 3 anos para que o caranguejo-uçá atinja a maturidade sexual. A realização do cultivo das larvas em laboratório é parte do programa de repovoamento que, em conjunto outros métodos de manejo pesqueiro, buscam conciliar a exploração econômica deste recurso e a preservação da espécie.

Palavras-chave: Recurso pesqueiro; Reprodução de crustáceos; *Ucides cordatus*.

O litoral brasileiro tem extensão aproximada de 8.000 km, dos quais mais de 25.000 km² são manguezais (Diegues, 2001). Este ecossistema é caracterizado principalmente por seu solo pouco consolidado e sua flora halófila característica. A fauna existente é abundante, porém pobre em diversidade, devido aos desafios fisiológicos impostos principalmente pela variação de salinidade (Ricklefs, 1996).

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (**Figura 1**) ocorre em todas as áreas de manguezal da costa atlântica das Américas, desde a Flórida até Santa Catarina (Melo, 1996). É um dos mais conhecidos habitantes dos manguezais brasileiros, apresentando grande importância ambiental e social.



Figura 1 Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, indivíduo adulto, macho; LC 6,7cm. (Foto: Kelly F. Cottens).

No manguezal, esta espécie contribui para acelerar a dinâmica natural da ciclagem de nutrientes, fracionando a matéria orgânica de origem vegetal e revolvendo a lama. O caranguejo-uçá também contribui, através do hábito de

cavar tocas, para a oxigenação do sedimento, o que cria condições para a ação de degradação por bactérias aeróbicas (Warner, 1977).

Socialmente, a extração e comercialização do caranguejo contribuem para o sustento das populações humanas que vivem nas vizinhanças dos manguezais, notadamente aquelas de mais baixa renda (Glaser, 2003). Durante a maré baixa, os catadores de caranguejo percorrem grandes distâncias dentro da densa mata dos manguezais a procura das tocas escavadas pelo caranguejo no solo lamacento.

Os caranguejos são geralmente vendidos vivos, amarrados entre si com fibras de vegetais como a carnaubeira (Francisco e Legat, 2006), formando arranjos conhecidos como cordas. Dependendo da região, as cordas podem ser montadas com quatro, cinco, dez ou doze indivíduos (Alvez e Nishida, 2003, Brunet, 2006; Schmitd e Oliveira, 2006). Sua carne é bastante apreciada e seu consumo faz parte de inúmeros roteiros turístico-gastronômicos ao longo do litoral brasileiro. Por isso, a demanda de mercado pelo caranguejo-uçá sofre um incremento substancial nos meses de verão, época que o número de turistas aumenta .

Apesar do valor de venda recebido pelos catadores de caranguejo ser geralmente muito baixo, principalmente se considerado o valor ecológico desse recurso e as dificuldade extremas envolvidas em sua captura, a cata e o comércio de caranguejos são atividades economicamente atrativas para as comunidades tradicionais, principalmente se comparado com os valores obtidos a partir da extração de outros produtos do manguezal, como os

pequenos moluscos, ostras e siris. (Alves *et al.*, 2005; Passos e Di Benedetto, 2005).

A contínua expansão do mercado do caranguejo-uçá, com o transporte e comercialização do produto nos grandes centros urbanos, muitas vezes distantes das regiões nas quais o caranguejo é capturado, gera uma grande demanda, o que vem provocando uma perceptível queda nos estoques naturais (Francisco e Legat, 2006). Mesmo que a captura comercial não coloque esta espécie em risco de extinção, a sustentabilidade da atividade de extração deste recurso pode se tornar inviável em médio e longo prazo (Schmidt e Oliveira, 2006; Jankowsky, 2007).

Outro problema relativamente recente são os eventos de mortalidade em larga escala, relatados primeiramente por coletores de caranguejo-uçá, no final da década de 90. Este fato adicionou ainda mais pressão sobre as populações naturais de *U. cordatus*, já bastante afetada pela sobrepesca (Schmidt, 2006).

Os indivíduos acometidos pela enfermidade apresentam, entre outros sinais, um comportamento letárgico, o que inspirou o nome de "Doença do Caranguejo Letárgico" (DCL) (Boeger *et al.*, 2005). O agente infeccioso causador da DCL foi posteriormente identificado como um fungo ascomiceto, da família Exophiala (Boeger *et al.*, 2007). Um detalhe fundamental para a compreensão da patogenia da doença é que fungos dessa família são bastante comuns no material vegetal em decomposição no sedimento dos próprios manguezais (Ito e Nakagiri, 1997).

Atualmente a doença não ocorre em grandes extensões de manguezal e relatos isolados continuam a ser reportados no litoral baiano (Cottens, dados não publicados). Outro fato interessante é que, apesar da severidade da DCL, nas regiões onde o manguezal permaneceu bem preservado, sem aporte significativo de poluentes e o extrativismo é feito de forma controlada, as populações do caranguejo-uçá não entraram em declínio, se recompondo após o surto da enfermidade, como relatado por Schmitd (2006) na região de Canavieiras, sul do estado da Bahia.

Apesar das exceções, a captura do caranguejo-uçá segue o mesmo padrão de declínio dos principais recursos pesqueiros mundiais e do próprio extrativismo como atividade econômica (FAO, 2003). Estratégias de manejo pesqueiro tentam ordenar a atividade visando evitar a sobreexploração dos estoques naturais, racionalizando a captura na esperança de estabelecer níveis sustentáveis de extração (Pauly *et al.*, 2002; Lana, 2004) e, no caso em questão, tentando preservar a tradicional atividade da cata do caranguejo realizada pelas comunidades litorâneas (Sebrae, 2004; Schmitd e Oliveira, 2006; Jankowsky, 2007).

Uma das alternativas à captura do caranguejo é o cultivo comercial cuja viabilidade foi investigada por Ostrensky e colaboradores (1995), Diele (2000) e Pinheiro e colaboradores (2005). Os resultados demonstraram que o cultivo da espécie é economicamente inviável, visto que para atingir o tamanho mínimo de captura de 6 cm de largura de carapaça (IBAMA, 2003), previsto na

legislação, seriam necessários entre 7 e 10 anos (Ostrensky *et al.*, 1995; Diele, 2000; Pinheiro *et al.* 2005).

Outra estratégia de manejo pesqueiro é o repovoamento, que vem sendo estudado como ferramenta para a recuperação de ambientes antropicamente impactados em todo o mundo (Davis *et al.*, 2005; Van der Meeren, 2005; Zmora *et al.*, 2005). A base conceitual dos programas de repovoamento é aumentar a taxa de recrutamento das espécies através da liberação de formas imaturas diretamente nos habitats preservados. O repovoamento pode auxiliar na manutenção das populações naturais em declínio, ou até mesmo reintroduzir uma determinada espécie em áreas nas quais ela era anteriormente abundante (Davis *et al.*, 2005; Van de Mereen, 2005; Ellison, 2008).

O primeiro esforço de repovoamento de *U. cordatus* foi realizado em 2001, como parte das medidas de mitigação dos impactos decorrentes de um derramamento de óleo na refinaria REDUC, na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, sob a responsabilidade da empresa Petrobras (Silva, 2007).

Na época, não se conhecia nem ao menos os requerimentos mais elementares para a sobrevivência e o crescimento larval da espécie em laboratório. Partindo da tecnologia amplamente utilizada na larvicultura de camarões marinhos foi realizada a primeira larvicultura de *U. cordatus*. Assim, foi possível a obtenção de uma quantidade mínima de larvas viáveis para a execução do primeiro projeto de repovoamento de *U. cordatus*, realizado em manguezais da Baía de Guanabara, RJ. (Silva, 2007).

Desde então, a tecnologia vem se aperfeiçoando, por meio de vários projetos desenvolvidos pelo Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais (GIA), da Universidade Federal do Paraná.

A eficácia das atuais técnicas de repovoamento de *U. cordatus* foi testada por Silva (2007), que obteve taxas de sobrevivência em áreas controladas superiores a 40%. Algumas características ecológicas do caranguejo-uçá contribuíram para a obtenção de tais índices. Após a metamorfose para a fase juvenil, os animais apresentam comportamento territorialista, podendo permanecer em uma área relativamente restrita durante toda a vida. Em seu trabalho, no entanto, Silva (2007) observou que o principal fator limitante para o sucesso da colonização de *U. cordatus* após o seu assentamento e metamorfose foi a forte competição com outras espécies de caranguejo, notadamente as do gênero *Uca spp.*

Aspectos de reprodução e desenvolvimento larval de *Ucides cordatus*.

O período reprodutivo de *U. cordatus* ocorre entre os meses de outubro e maio, variando conforme a latitude do manguezal estudado (Freire, 1998; Diele, 2000; Schmidt, 2006). O momento de maior atividade reprodutiva coincide com a elevação de temperatura, intensidade luminosa e produtividade planctônica (Brandini *et al.*, 1997; Cermeño *et al.* 2008).

O período de cópula envolve um complexo fenômeno comportamental conhecido como “andada”, geralmente ocorrendo nos meses de janeiro e fevereiro. O macho transfere o seu espermátóforo para fêmea, que o armazena em estruturas conhecidas como espermatecas, nas quais o espermátóforo pode permanecer viável por mais de um ano (Mota Alves, 1975; Castilho, 2006).

Após a fertilização, os ovos são exteriorizados permanecendo, no entanto, presos às cerdas dos pleópodos, formando uma massa facilmente identificável. As fêmeas carregam a massa de ovos por todo o período de desenvolvimento embrionário, que geralmente dura de 25 a 30 dias, dependendo principalmente da temperatura (Pinheiro, 2001).

As eclosões ocorrem em sincronia com as marés de sizígia (Morgan e Christy, 1995), geralmente tendo início cerca de três dias antes do plenilúnio (Silva, 2007). As fêmeas aproximam-se das margens do rio estuarino e, com movimentos rápidos de seus segmentos abdominais, liberam as larvas diretamente na água (Mota Alves, 1975). As larvas recém-eclodidas são arrastadas pela maré vazante e acabam por atingir as regiões costeiras, nas quais se desenvolvem (Morgan e Christy, 1995; Freire, 1998; Anger, 2001; Queiroga e Blanton, 2005).

As larvas eclodidas em diferentes manguezais em eventos sincronizados dão origem a grandes aglomerações ou “nuvens”, que contribuem para evitar a ação de predadores (Christy e Stancyk, 1982; Christy, 2003). Este fato também contribui para facilitar a exportação de larvas (Christy e Stancyk,

1982). As larvas eclodidas simultaneamente em diferentes áreas ao longo da costa formam aglomerações conhecidas como “pool” larval (Pineda, 2000).

A primeira fase larval de *U. cordatus* é chamada de zoea (Figura 2a), sendo eminentemente planctônica. Durante sua ontogenia, a larva passa por 5 ou 6 estágios de zoea (Rodrigues e Hebling, 1989), antes de sofrer metamorfose para megalopa (Figura 2b). O número de estágios depende das condições ambientais e da capacidade da larva de obter alimento em quantidade e qualidade suficiente durante o período de desenvolvimento (Anger, 2001).

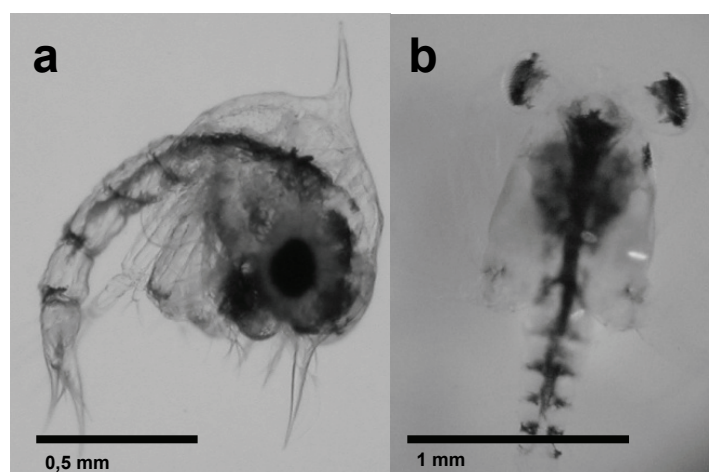


Figura 2. *Ucides cordatus*, fase larval: (a) Zoea I e (b) megalopa (Foto: Kelly F. Cottens).

O desenvolvimento das larvas na zona costeira, portanto longe dos manguezais, é tido como fundamental para que estas não sofram com o estresse osmótico, gerado pela mistura de água doce e salgada, característico do interior dos estuários (Anger, 2001; Diele e Simith, 2006).

As larvas de crustáceos, incluindo o caranguejo-uçá, apresentam acentuada fotossensibilidade (Queiroga *et al.*, 1997; Anger, 2001) e utilizam esta habilidade para determinar seu posicionamento vertical na coluna d'água. A ocorrência de grande parte dessas larvas está limitada a zona costeira, em profundidades inferiores a 30 metros (Pineda, 2000). Nessas regiões as ações de inúmeros fenômenos físicos se somam para determinar a direção e velocidade de deslocamento da água do mar. (Queiroga e Blanton, 2005).

O movimento diário das marés é um dos fatores que mais influenciam a direção e velocidade das correntes em áreas costeiras rasas, tanto em direção ao continente como para o mar aberto (Pineda, 2000). A presença de barreiras geográficas ou colônias de organismos aquáticos influenciam a direção da corrente, que pode passar a se deslocar paralelamente à costa. O atrito com o fundo, diferenças na densidade, salinidade e temperatura também interferem na direção e velocidade de deslocamento da massa d'água. O comportamento de regulação ativa do posicionamento vertical das larvas e as correntes marinhas da zona costeira complementam-se para promover os eventos de exportação, retenção e recrutamento larval. (Pineda, 2000; Dibacco *et al.*, 2001).

As diferentes populações de caranguejo, conectadas por fluxos de larvas, são denominadas metapopulações meroplanctônicas, pois apesar de não serem diretamente intercruzantes, podem apresentar elevada similaridade genética (McConaughy, 1992, Levin e Bridges, 1995).

O tempo de desenvolvimento larval pode variar entre 13 (Cottens, dados não publicados) e 60 dias (Rodrigues e Hebling, 1989), dependendo das condições ambientais. Os principais fatores que interferem no tempo de desenvolvimento larval são a temperatura e a disponibilidade de alimento (Anger, 2001; Anger *et al.*, 2004). A taxa de mortalidade durante a fase planctônica tende a ser muito mais elevada do que nas fases subseqüentes (Pineda, 2000).

Ao atingir o estágio de megalopa, a larva está pronta para assumir um comportamento bentônico. É nesta fase que, transportada pelas correntes costeiras e de maré (Pineda, 2000; DiBacco *et al.*, 2001), as larvas retornam ao manguezal para colonizar os habitats paternos (Rodrigues e Hebling, 1989; Freire, 1998). As megalopas tendem a retornar aos manguezais durante as marés enchentes de sizígia, preferencialmente durante o período noturno (Freire, 1998; Silva, 2007).

A megalopa apresenta geotropismo positivo muito elevado e, em poucas horas após os primeiros contatos com o sedimento, já é capaz de cavar pequenas tocas (Ventura *et al.*, 2008). Esse comportamento cria condições para que o repovoamento seja realizado liberando-se larvas de *U. cordatus* no estágio de megalopa, diferentemente do que ocorre com projetos envolvendo outras espécies de caranguejo, notadamente os da família Portunidae (Secor *et al.*, 2002), cujos animais são liberados no estágio juvenil.

A escolha da área para o assentamento e a metamorfose para o estágio de juvenil é determinado por estímulos ambientais (Forward *et al.*, 1996).

Fatores como composição e granulometria do solo, frequência de inundação da área, presença de adultos da espécie e acesso ao alimento podem determinar se uma área é ou não adequada para o assentamento (O'Connor, 1993; O'Connor e Judge, 1997; Forward *et al.*, 2001).

Uma das estratégias de recrutamento adaptadas para aumentar a possibilidade de sucesso no assentamento de juvenis de caranguejo foi descrita por O'Connor (1993) para *Uca pugilator*. Nesta espécie, as megalopas são atraídas para áreas de manguezal cujo sedimento apresenta odores de conespecíficos adultos. O'Connor sustenta que a presença de odores de adultos indica ser aquele local adequado para assentamento. Posteriormente, Simith (2007) demonstrou que o mesmo fenômeno ocorre com *U. cordatus*.

Os hábitos bentônicos característicos das megalopas e juvenis, associados à proteção oferecida pelo ecossistema, permitem que ocorra uma substancial redução dos riscos de mortalidade por predação após o assentamento (Pineda, 2000; Anger, 2001).

Entre 3 e 10 dias após o assentamento, a grande maioria das megalopas sofre a última metamorfose da fase larval e se tornam juvenis, já apresentando todos os apêndices característicos de um animal adulto. Por este motivo, os juvenis perdem completamente a habilidade de natação, permanecendo, a partir da metamorfose, relativamente próximos ao local de seu primeiro assentamento (Ventura *et al.*, 2008).

O hábito dos juvenis após o assentamento ainda é pouco conhecido e os esforços de coleta para amostrar os caranguejos nesta fase na natureza

geralmente se mostram ineficientes (Diele, 2000; Schmidt, 2006). A maior parte dos dados científicos para esta fase advém de observações em laboratório.

Os juvenis podem ser mantidos em água do mar filtrada, constantemente submerso ou, na presença de sedimento, em ambiente úmido. Nesta fase, os indivíduos são hábeis em escavar galerias no substrato e tendem a permanecer em seu interior a maior parte do tempo (Cottens, dados não publicados).

O conhecimento acerca das características naturais do *U. cordatus* permite que se desenvolvam meios para intervir diretamente nos momentos mais críticos de sua fase larval e com isso aumentar o número de recrutas aptos a serem liberados e melhorar sua sobrevivência após a liberação.

Referências

- ALVES, R. N.; NISHIDA, A. K.; HERNÁNDEZ, H. M. Environmental perception of gatherers of the crab 'caranguejo-uçá' *Ucides cordatus*, (Decapoda, Brachyura) affecting their collection attitudes. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 1, n. 10, p. 1-8. 2005
- ALVES, R. N.; NISHIDA, A. K. Aspectos socioeconômicos e percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura) do estuário do rio Mamanguape, nordeste do Brasil. **Interciência**, v. 28, n. 1. p. 36 – 43. 2003.
- ANGER, K. **The biology of decapod crustacean larvae**. Crustacean Issues, v. 14. Balkema A. A . publishers, Rotterdam, Netherlands, 420 p. 2001.
- ANGER, K.; LOYRICH, G.; HATJE, S.; CALCAGNO, J. Larval and early juvenile development of *Lithodes santolla* (Molina, 1782) (Decapoda: Anomura: Lithodidae) reared at different temperatures in the laboratory. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 306, p. 217- 230. 2004.
- BOEGER, W. A.; PIE, M. R.; OSTRENSKY, A.; PATELLA, L. Lethargic crab disease: multidisciplinary evidence supports a mycotic etiology. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, Brasil. v. 2, p.161-167. 2005.
- BOEGER, W. A.; PIE, M. R.; VICENTE, V.; OSTRENSKY, A.; HUNGRIA, D. B.; CASTILHO, G. Histopathology of the mangrove land crab, *Ucides cordatus* (Ocypodidae), affected by Lethargic Crab Disease: clues to understand the disease. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 78, p. 73 - 81, 2007.
- BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L. & SASSI, R. **Planctonologia na plataforma continental do Brasil: diagnose e revisão bibliográfica**. MMA, CIRM, FEMAR. 196 p. 1997.
- BRUNET, J. M. S. **Aratus, caranguejos, siris e guaiamuns, animais do manguezal**: uma etnografia dos saberes, técnicas e práticas dos jovens da comunidade pesqueira de Baiacu (Ilha de Itaparica-BA). Salvador, 2006. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, História e Filosofia das Ciências). Universidade Federal da Bahia.
- CASTILHO, G. G. **Aspectos Reprodutivos do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (L.)** (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), na Baía de Antonina e Paranaguá, Paraná, Brasil. Curitiba, 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências agrárias, Universidade Federal do Paraná.

CERMEÑO, P.; MARAÑO'N, E.; HARBOUR, D.; FIGUEIRAS, F. G.; CRESPO, B. G.; HUETE-ORTEGA M.; VARELA, M. and HARRIS, R. P. Resource levels, allometric scaling of population abundance, and marine phytoplankton diversity. **Limnology and oceanography**, v. 53, n. 1, p. 312-318. 2008.

CHRISTY, J. H. Reproductive timing and larval dispersal of intertidal crabs: the predator avoidance hypothesis. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 76, p. 177-185. 2003.

CHRISTY, J. H.; STANCYK, S. E. Timing of larval production and flux of invertebrate larvae in a well-mixed estuary. *In*: Kennedy VS (ed) **Estuarine comparisons**. Academic Press, New York, p. 489-503. 1982.

DAVIS, J. L. D.; YOUNG-WILLIAMS, A. C.; HINES, A. H.; ZOHAR, Y. Assessing the potential for stock enhancement in the case of the Chesapeake Bay blue crab (*Callinectes sapidus*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 62, p. 109-122. 2005.

DiBACCO, C.; SUTTON, D.; McCONNICO, L. Vertical migration behavior and horizontal distribution of brachyuran larvae in a low-inflow estuary: implications for bay-ocean exchange. **Marine ecology series**, v. 217, p. 191 - 206. 2001.

DIEGUES, A.C. **Ecologia humana e planejamento em áreas costeiras**. 2ª ed. São Paulo, 2001. Ed. Hucitec, Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras NUPAUB/USP. 225 p.

DIELE, K. **Life history and population structure of the exploited mangrove crab *U. cordatus*** (L.) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté estuary, North Brazil. Bremen, Alemanha, 2000. 103 f. Tese (Doutorado, Zentrum für Marine Tropenökologie, Universität Bremen).

DIELE, K.; SIMITH, D. J. B. Salinity tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Necessity for larval export? **Estuarine, coastal and shelf science**, v. 68, p. 600 - 608. 2006.

ELLISON, A. M. Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: Moving beyond roving banditry. **Journal of sea research**, v. 59, p. 2 -15. 2008.

FRANCISCO, J.; LEGAT, A. **Biologia, ecologia e pesca do caranguejo-uçá**. Embrapa Meio-Norte, Brasília, DF; MAPA. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República. 2006.

FAO. Food and agriculture organization of the united Nation. Inland Water Resources and Aquaculture Service. **Review of the state of world aquaculture**. **FAO Fisheries Circular**. nº 886, rev. 2. Rome. 95 p. 2003.

FORWARD, R. B. J.; DeVRIES, M. C; RITTSCHOFF, D.; FRANKEL, D. A. Z.; BISCHOFF, J. P.; FISHER, C. M.; WELCH, J. M. Effects of environmental cues on metamorphosis of the blue crab *Callinectes sapidus*. **Marine ecology progress series**, v. 131, p. 165-177. 1996.

FORWARD, R. B. J.; TANKERSLEY, R. A.; RITTSCHOFF, D. Cues for metamorphosis of brachyuran crabs: An overview. **American zoologist**, v. 41, p. 1108–1122. 2001.

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

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

IBAMA. 2003. **Portaria nº 52 de 30 de setembro de 2003**. Dispõe sobre a regulamentação da captura e comercialização do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*. Disponível em: www.ibama.gov.br/cepsul/legislacao.php?id_arq=210, acessado em novembro de 2008.

ITO, T.; NAKAGIRI A. A mycofloral study on mangrove mud in Okinawa, Japan. **Institute for fermentation, Osaka (IFO)**. Research communication, v. 18, p.32-39. 1997.

JANKOWSKY, M. **Perspectivas a um manejo sustentável subsidiado pela ecologia humana: O caso da captura do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, no município de Cananéia – São Paulo – Brasil**. São Carlos, 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos.

LANA, P. C. Novas formas de gestão dos manguezais brasileiros: a Baía de Paranaguá como estudo de caso. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 10, p. 169-174. Editora UFPR. 2004.

LEVIN L. A.; BRIDGES, T. Pattern and diversity in reproduction and development. In: McEdward L (ed) **Ecology of marine invertebrate larvae**, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 1–48. 1995.

McCONAUGHA, JR. Decapod larvae: dispersal, mortality, and ecology. A working hypothesis. **American Zoologist**, v. 32, p. 512–523. 1992.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: ed. Plêiade/FAPESP, 604 pp, 1996.

MORGAN, S. G; CHRISTY, J. H. Adaptive significance of the timing of larval release by crabs. **American Naturalist**, v. 145, p. 457 - 479. 1995.

MOTA ALVES, M. I. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) em mangues do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 15, n. 2, p. 85 - 91. 1975.

O'CONNOR, N. J. Settlement and recruitment of the fiddler crabs *Uca pugnax* and *U. pugilator* in a North Carolina, USA, salt marsh. *Marine Ecology Progress Series*. v. 93, pp. 227 – 234. 1993.

O'CONNOR, N. J.; JUDGE, M. L. Flexibility in timing of molting of fiddler crab megalopae: evidence from *in situ* manipulation of cues. **Marine ecology progress series**. v. 145, p. 55 – 60. 1997.

OSTRENSKY, A.; STERNHAIN, U. S.; BRUN, E.; WEGBECHER, F. X.; PESTANA, D. Technical and economic feasibility analysis of the culture of the land crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in Paraná coast, Brazil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 38, n. 3, p. 939 - 947. 1995.

PASSOS, C. A.; Di BENEDITTO, A. P. M. Captura comercial do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (L., 1763), no manguezal de Gargaú, RJ. **Biotemas**, v. 18, n. 1, p. 223 – 231. 2005.

PAULY, D.; CHRISTENSEN, V.; GÚENETTE, S.; PITCHER, T.J.; SUMAILA, U.R.; WALTERS, C. J.; WATSON, R.; ZELLER, D. Towards sustainability in world fisheries. **Nature**, v. 418, p. 689 – 695. 2002.

PINEDA, J. Linking larval settlement to larval transport: assumptions, potentials and pitfalls. **Oceanography of the Eastern Pacific**, v. 1, p. 84-105. 2000.

PINHEIRO, M. A. A. **Biologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no litoral sul do Estado de São Paulo**. Jaboticabal, SP, 2001, 200 f. Relatório Científico Final do Projeto Uçá FAPESP.

PINHEIRO, M. A. A.; FISCARELLI, A. G.; HATTORI, G. Y. Growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (BRACHYURA, OCYPODIDAE). **Journal of crustacean Biology**, v. 25, n. 2, p. 293 – 301. 2005.

QUEIROGA, H.; BLANTON, J. O. Interactions between behaviour and physical forcing in the control of horizontal transport of decapod larvae. **Advances in Marine Biology**, v. 47, p. 107 - 214. 2005.

QUEIROGA, H.; COSTLOW, J. D.; MOREIRA, M. H. Vertical migration of the crab *Carcinus maenas* first zoea in an estuary: implications for tidal stream transport. **Marine ecology progress series**, v. 149, p. 121 - 132. 1997.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**: um livro-texto em ecologia básica. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan. 470 p. 1996.

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

SCHMIDT, A. J. **Estudo da dinâmica populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (LINNAEUS, 1763) (CRUSTACEA-DECAPODA-BRACHYURA), e dos efeitos de uma mortalidade em massa desta espécie em manguezais do Sul da Bahia**. São Paulo, 2006. 199 f. Dissertação (Mestrado em oceanografia biológica), Universidade de São Paulo.

SCHMITD, E. J.; OLIVEIRA, M. A. **Plano de ação para o caranguejo-uçá em Canavieiras**. Projeto ALMA – Ambientes Litorâneos da Mata Atlântica. Instituto de Conservação de Ambientes Litorâneos da Mata Atlântica – Ecotuba. 96 p. 2006.

SIMITH, D. J. B. **Indução do assentamento e metamorfose da megalopa do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763) (Decapoda: Ocypodidae)**. Bragança, Pará, 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado em ecologia de ecossistemas costeiros e estuarinos), Universidade Federal do Pará.

SEBRAE. **Diagnóstico sócio-econômico e produtivo dos catadores de caranguejo de Araioses-MA**. São Luis, 2004. 64 f. Disponível em: [http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/92A2DC4E4038938403256EF500461CF4/\\$File/NT000907DE.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/92A2DC4E4038938403256EF500461CF4/$File/NT000907DE.pdf) Acesso em 19 de novembro de 2008.

SECOR, D. H.; HINES, A. H.; PLACE, A. R. Japanese hatchery-based stock enhancement: lessons for the Chesapeake Bay blue crab. **Maryland sea grant publication**, n.1, 62 p. 2002.

SILVA, U. A. **Recuperação populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763), através da liberação de formas imaturas em áreas antrópicamente pressionadas**. Curitiba, 2007. 174 f. Tese (Doutorado em Zoologia), Universidade Federal do Paraná.

VAN der MEEREN, G. I. Potential of ecological studies to improve survival of cultivated and released European lobsters, *Homarus gammarus*. **New Zealand journal of marine and freshwater research**, v. 39, p. 399–424. 2005.

VENTURA, R.; SILVA, U. A. T.; PERBICHE-NEVES, G.; OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. A.; PIE, M. A. Larval cannibalism rates in the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) under laboratory conditions. **Aquaculture research**, v. 39, p. 263 - 267. 2008.

WARNER, G.F. **The Biology of Crabs**. London, Elek Science, 202p. 1977.

ZMORA, O.; FINDIESEN, A.; STUBBLEFIELD, J.; FRENKEL, V.; ZOHAR, Y.
Large-scale juvenile production of the blue crab *Callinectes sapidus*.
Aquaculture, v. 244, p. 129 – 139. 2005.

Capítulo II. Efeitos da temperatura sobre a sobrevivência e o tempo de desenvolvimento das larvas de *Ucides cordatus* (L.) cultivadas em laboratório.

Resumo

O cultivo larval de *U. cordatus* em laboratório é realizado para programas de repovoamento da espécie. No entanto, as tecnologias de larvicultura ainda precisam atingir o mesmo nível tecnológico observado no cultivo larval de outras espécies. Neste sentido, os requerimentos larvais básicos precisam ser mais bem conhecidos. A temperatura influencia fortemente a sobrevivência e o tempo de desenvolvimento das larvas de crustáceos. Desta forma, para determinar a temperatura adequada para o cultivo das larvas de *U. cordatus* em laboratório, foram realizados experimentos que avaliaram as taxas de sobrevivência e o tempo necessário para o completo desenvolvimento larval, em função da variação da temperatura de cultivo. Foram testadas três temperaturas: 20, 25 e 30(±1)°C. As larvas cultivadas na temperatura de 20±1°C não completaram o desenvolvimento, permaneceram na fase de zoea até o fim do experimento. As larvas cultivadas a 25±1 e 30±1°C completaram o desenvolvimento larval, atingindo o estágio de megalopa. Não houve diferença estatística na sobrevivência das larvas cultivadas a 25±1 e 30±1°C ($p > 0,05$). A duração da fase larval foi significativamente menor quando as larvas foram cultivadas a 30±1°C, indicando que as larvas de *U. cordatus* devem ser cultivadas em temperaturas iguais ou superiores a 25±1°C.

Palavras-Chave: Desenvolvimento larval; Larvicultura; Temperatura; *Ucides cordatus*.

Introdução

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), ocorre em áreas de manguezal desde o sul do estado da Flórida (EUA) até o norte do estado brasileiro de Santa Catarina (Melo, 1996). Os adultos vivem em galerias escavadas no solo do manguezal (Mota-Alves, 1975; Blankenstein *et al.*, 1997; Alves *et al.*, 2005) e a sua reprodução ocorre através da produção de larvas planctônicas, que são exportadas para zonas costeiras (Freire, 1998; Anger, 2001).

Vários estudos acerca das melhores condições ambientais para o desenvolvimento larval de *U. cordatus* têm sido realizados. A tolerância das larvas a variações de salinidade foi descrita por Rodrigues e Hebling (1989), Silva (2001) e Diele e Smith (2006), e se relaciona principalmente ao mecanismo de dispersão larval (Queiroga e Blanton, 2005; Diele e Smith, 2006). A temperatura, por sua vez, interfere profundamente no desenvolvimento larval de crustáceos decapodos (Anger, 2001; Gardner *et al.*, 2004), incluindo a duração de cada estágio larval, a morfologia e tamanho das larvas, eficiência na captura de alimentos, comportamento e taxas finais de sobrevivência (Shirley *et al.*, 1987; Lin *et al.*, 2002; Anger *et al.*, 2004; Gardner *et al.*, 2004).

No ambiente natural as larvas de crustáceos nadam ativamente e são capazes de migrar na coluna em resposta a variações ambientais, incluindo a temperatura, procurando condições ambientais mais favoráveis (Forward, 1990; Webley e Connolly, 2007). A tolerância das larvas a variações de

temperatura costuma ser pequena e limitada a poucos graus (Anger, 2001). Em laboratório, a tecnologia de larvicultura indicada para *U. cordatus* (Silva, 2001) envolve, dentre outros procedimentos, a utilização de aeração constante, o que mantém todas as larvas numa mesma condição de temperatura.

O presente trabalho visa determinar as temperaturas mais adequadas ao cultivo das larvas de *U. cordatus*, investigando o efeito deste parâmetro sobre as taxas de sobrevivência e sobre o tempo de desenvolvimento larval da espécie em condições laboratoriais.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados nos meses de dezembro de 2007 e janeiro de 2008, no Laboratório de Pesquisa com Organismos Aquáticos (LAPOA) do Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais (GIA/UFPR), localizado na cidade de Curitiba, Paraná.

Obtenção das larvas

As fêmeas ovadas de *U. cordatus* foram coletadas por catadores de caranguejo em áreas de manguezal do Complexo Estuarino de Paranaguá (25°25S, 48°23O) e transportadas até o laboratório. Ao chegar os animais foram lavados para retirada do sedimento de manguezal e passaram por desinfecção, utilizando solução de iodo 0,02%. A seguir, foram condicionados em tanques de eclosão com capacidade para 1000 L, parcialmente

preenchidos com aproximadamente 250 L de água do mar esterilizada e filtrada, com a salinidade ajustada a 30, temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 14L:10E. Ao todo foram montados três tanques de eclosão, sendo que cada um recebeu de 15 a 20 fêmeas.

Após a eclosão, as larvas zoea I foram concentradas, utilizando-se uma fonte luminosa, e coletadas por sifonamento. As larvas eclodidas no mesmo dia em todos os tanques de eclosão foram agrupadas para aumentar a variabilidade genética dos indivíduos utilizados nos experimentos. A seguir, as larvas passaram por um período de 24 horas sem alimentação, quando aquelas larvas que naturalmente eram inviáveis acabavam morrendo e eram descartadas. As larvas mais ativas eram coletadas ao acaso, com o auxílio de uma pipeta de Pasteur com ponta alargada, e transferidas para as unidades experimentais.

Metodologia experimental

O experimento avaliou a sobrevivência e o tempo de desenvolvimento das larvas de *U. cordatus* cultivadas em três temperaturas: 20, 25 e 30°C . Cada tratamento foi testado em 15 unidades experimentais de 200 mL, povoadas com 15 larvas cada (Tabela 1). Todo o experimento foi realizado com água do mar esterilizada e filtrada, salinidade 30, intensidade luminosa de 710 lux e fotoperíodo 14L:10E.

Tabela 1 Condições experimentais empregadas no cultivo das larvas de *U. cordatus* em três temperaturas 20, 25 e 30°C.

	Unidade	Condições experimentais			
Temperatura de cultivo	°C	20	25	30	Total
Repetições	Unidades	15	15	15	45
Volume da unidade experimental	ml	300	300	300	13500
Quantidade de larvas zoea/unidade experimental	Larvas	15	15	15	675

Diariamente, as larvas mortas eram registradas e descartadas e as larvas vivas transferidas para novos frascos contendo os respectivos meios de cultivo. Quando as larvas realizavam a metamorfose para megalopa, também eram retiradas da unidade experimental e registradas como a taxa final de sobrevivência larval.

As megalopas coletadas nos experimentos eram agrupadas em tanques de 1000 L e destinadas ao repovoamento de áreas de manguezal pré-selecionadas.

A solução de cultivo era preparada com água do mar ajustada à temperatura dos tratamentos: 20, 25 e 30(±1)°C, mais microalgas *Chaetoceros muelleri* (400.000 células.ml⁻¹) e rotíferos *Brachionus plicatilis* (20 indivíduos.ml⁻¹), seguindo recomendações de Becker (2008). O cultivo de microalgas foi realizado no sistema “bath” (Lavens e Sorgeloos, 1996), para o cultivo de rotíferos o método utilizado foi aquele por Lubzens (1987).

Os experimentos foram encerrados quando todas as larvas zoea realizaram a muda para o estágio de megalopa ou quando não havia mais larvas vivas no respectivo tratamento experimental.

Os dados gerados foram analisados através do Software Statistica 6.0 (Statsoft, 2004), utilizando o teste de Kruskal-Wallis para os dados de sobrevivência final de megalopas. A sobrevivência acumulada das larvas zoea foi graficamente descrita através do método de Kaplan Meier.

Resultados

A duração total do experimento foi de 50 dias, quando morreu a última larva zoea presente em uma das unidades experimentais do tratamento mantido a $20\pm 1^\circ\text{C}$ (Figura 3). O tempo de desenvolvimento larval foi significativamente inferior ($p < 0,001$) nos cultivos realizados a $30\pm 1^\circ\text{C}$ (Figura 4).

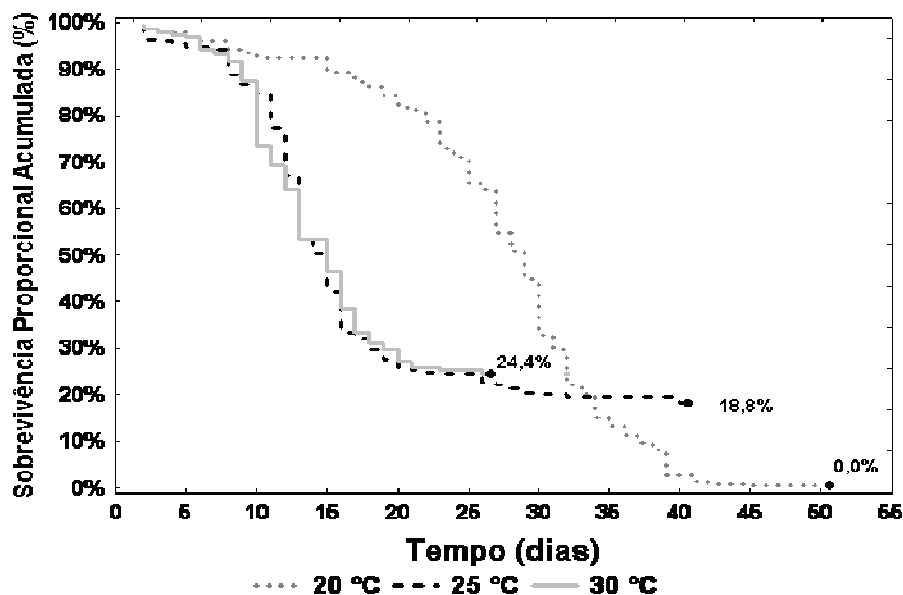


Figura 3 Sobrevivência acumulada das larvas zoea de *U. cordatus* cultivadas nas temperaturas 20, 25 e $30(\pm 1)^\circ\text{C}$. Os valores expressos na extremidade das curvas indicam a ocorrência de ecdises para o estágio de megalopa.

Na temperatura de 30°C as megalopas foram observadas no intervalo de 13 a 21 dia após a eclosão (Figura 5). No cultivo mantido a 25±1°C a primeira megalopa foi observada no 20º dia e a última no 31º dia após a eclosão (Figura 5).

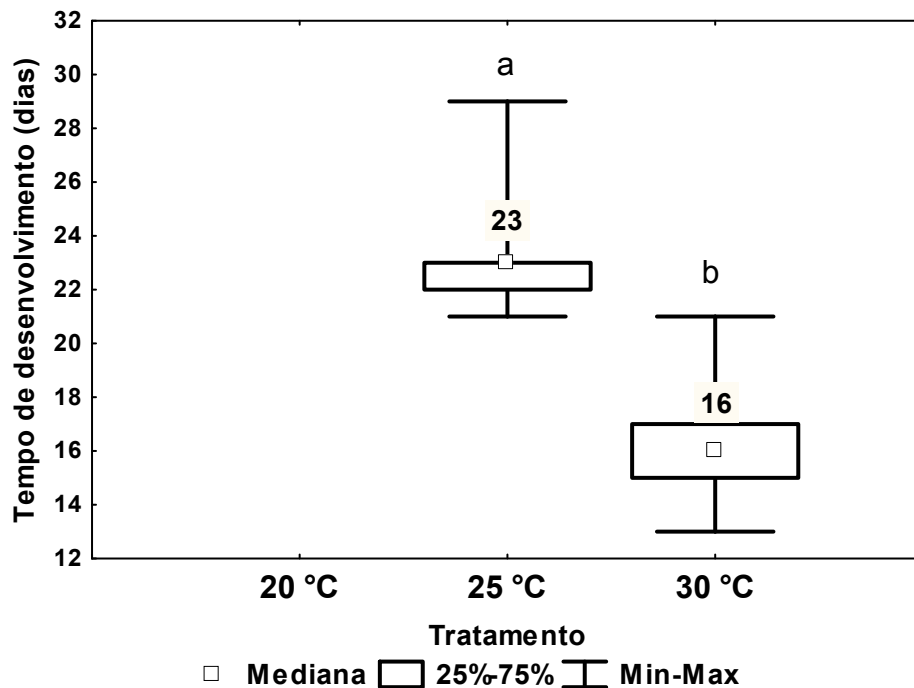


Figura 4 Tempo de desenvolvimento das larvas de *U. cordatus*. As larvas cultivadas a 20±1°C não completaram o desenvolvimento larval (n=0). As letras identificam as diferenças significativas ao nível de 5% de acordo com o teste de Dunn *a posteriori*.

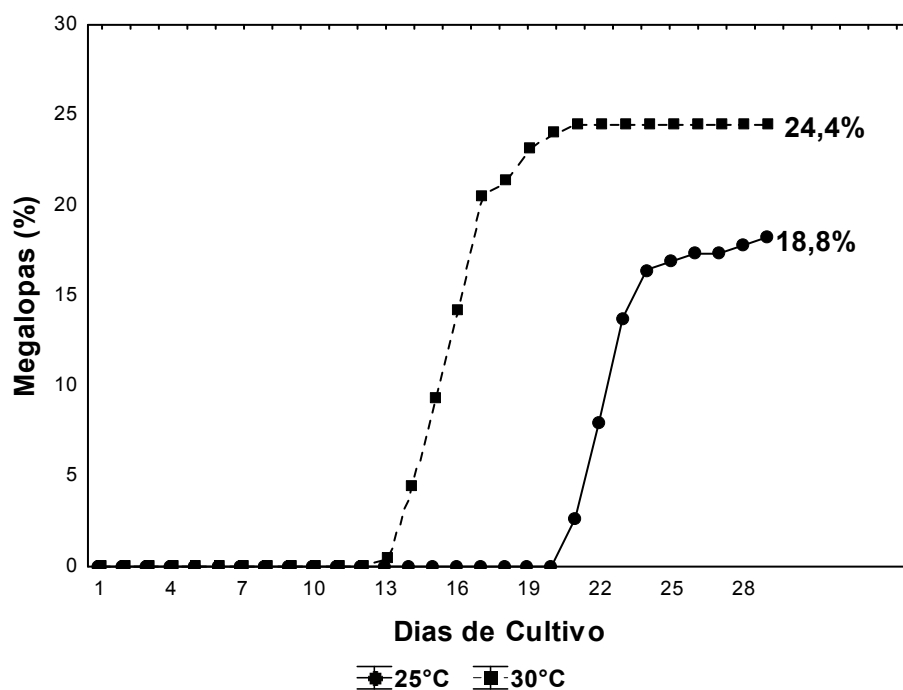


Figura 5 Sobrevivência final das larvas de *U. cordatus* cultivadas a 25 e 30(±1)°C.

A taxa final de sobrevivência, medida a partir do número de megalopas obtido em cada tratamento, foi igual a zero nos cultivos realizados a 20°C (Figura 6). A taxa final de sobrevivência nos cultivos realizados a 25 e 30(±1)°C não apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) (Figura 6).

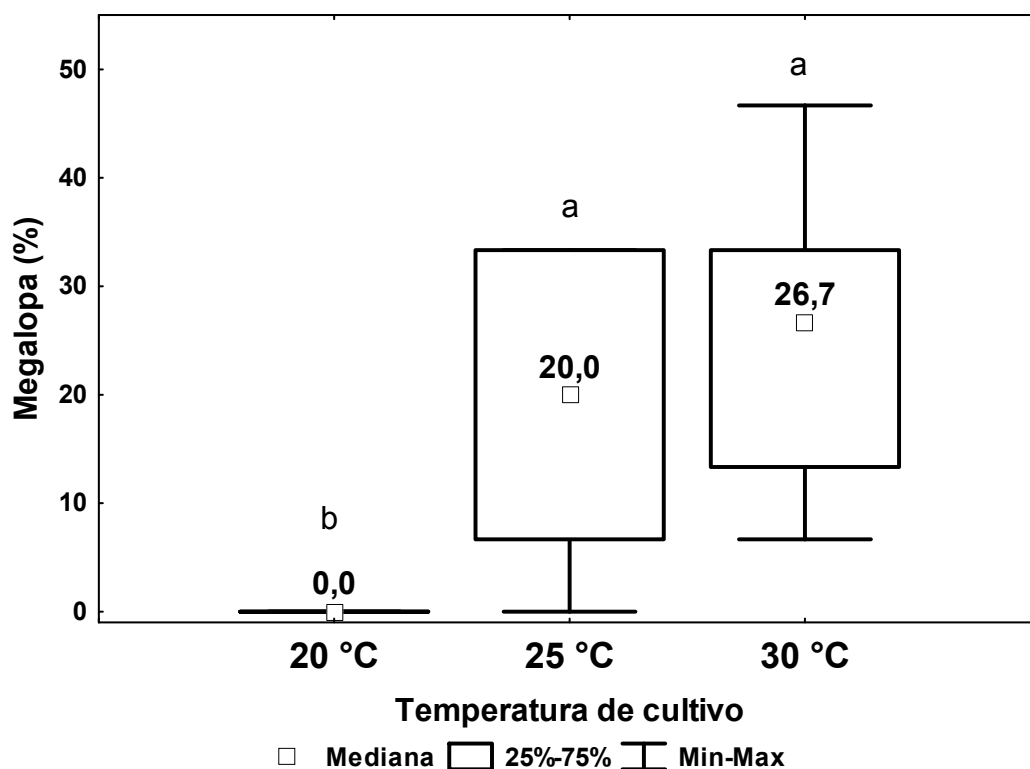


Figura 6 Taxa de sobrevivência até o estágio de megalopa das larvas de *U. cordatus* cultivadas na temperatura de 25 e 30(±1)°C. Letras iguais identificam tratamentos que não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% conforme teste de Dunn *a posteriori*.

Discussão

O interesse pelo cultivo de larvas de crustáceos para fins comerciais ou para programas de repovoamento vem crescendo em todo o mundo (Williams e Primavera, 2001; Bell *et al.*, 2008). Em ambos os casos, o desenvolvimento tecnológico e o aumento da eficiência dos sistemas de cultivo empregados envolvem a determinação de parâmetros ambientais primários, como é o caso da temperatura ideal para o cultivo larval.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que as larvas de *U. cordatus* conseguem completar seu desenvolvimento larval quando cultivadas

em temperaturas entre 25 e 30°C. Mesmo sem haver diferenças significativas na taxa de sobrevivência obtidas a 30°C em relação aos cultivos mantidos a 25°C, na maior temperatura houve uma redução significativa no tempo de desenvolvimento larval. Em condições de cultivos realizados em larga escala isso significaria uma redução de custos com manejo e com a alimentação e a possibilidade de realização de um maior número de ciclos de produção em uma mesma estrutura física laboratorial.

A redução do tempo de desenvolvimento larval de *U. cordatus* pode estar relacionada à possibilidade de ocorrência de ecdises para o estágio de megalopa a partir do estágio de zoea 5, suprimindo o estágio de zoea 6 (Rodrigues e Hebling, 1998; Sant'anna, 2004; Silva, 2007). No trabalho de Silva (2007) os cultivos foram realizados a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e o tempo de duração da fase larval variou entre 22 e 33 dias, coincidindo com os resultados obtidos no presente trabalho, em que a fase larval durou 23 dias nos cultivos realizados a 25°C.

Em cultivos experimentais de larvas de *Paralithodes platypus* o aumento da temperatura também não levou a um aumento significativo da taxa de sobrevivência e, igualmente ao obtido aqui, gerou significativa redução do tempo de desenvolvimento larval (Stevens *et al.*, 2008). Por outro lado, a sobrevivência acumulada das larvas zoea e a viabilidade das larvas megalopa de *Pseudocarcinus gigas*, foram positivamente influenciadas pelo aumento de temperatura (Gardner *et al.*, 2004).

O aumento da temperatura também provocou uma redução no tempo de duração da fase larval em cultivos experimentais das larvas dos caranguejos

Neoepisesarma lafond (Brachyura, Sesarmidae) (Islam *et al.*, 2003), *Armases rubripes* (Brachyura, Sesarmidae) (Luppi *et al.*, 2003), *Lithodes santolla* (Anomura, Lithodidae) (Anger *et al.*, 2004). Essa redução no tempo de desenvolvimento larval pode ocorrer pela diminuição do período intermuda (Ismael *et al.*, 1997), mas, segundo Anger e colaboradores (1990), não representa necessariamente uma vantagem competitiva, visto que no ambiente natural a redução do tempo de desenvolvimento pode limitar a dispersão larval.

A análise dos resultados obtidos no presente trabalho permite afirmar que os cultivos das larvas de *U. cordatus* devem ser conduzidos preferencialmente em temperaturas iguais ou superiores a 25°C, possibilitando o completo desenvolvimento larval. A redução do tempo de desenvolvimento larval poderá ser obtida com a manutenção da temperatura de cultivo em valores próximos a 30°C.

Referências

- ALVES, R. N.; NISHIDA, A. K.; HERNÁNDEZ, H. M. Environmental perception of gatherers of the crab 'caranguejo-uçá' *Ucides cordatus*, (Decapoda, Brachyura) affecting their collection attitudes. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 1, n. 10, p. 1-8. 2005
- ANGER, K. **The biology of decapod crustacean larvae**. Crustacean Issues, v. 14. Balkema A. A . publishers, Rotterdam, Netherlands, 420 p. 2001.
- ANGER, K.; HARMS, J.; MONTÚ, M.; De BAKKER, C. Effects of salinity on the larval development of a semiterrestrial tropical crab, *Sesarma angustipes* (Decapoda: Grapsidae). **Marine ecology progress series**, v. 62, p. 89 – 94. 1990.
- ANGER, K.; LOVRICH, G. A.; THATJE, S.; CALCAGNO, J. A. Larval and early juvenile development of *Lithodes santolla* (Molina, 1782) (Decapoda: Anomura: Lithodidae) reared at different temperatures in the laboratory. **Journal of experimental marine biology and ecology**. v. 306, p. 217 – 230. 2004.
- BECKER, A. G. **Utilização de organismos-alimento na larvicultura do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (CRUSTACEA, BRACHYURA, OCYPODIDAE)**. Curitiba, 2008. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Paraná.
- BELL, J. D.; KENNETH, M.; LEBER, H.; BLANKENSHIP, L.; NEIL, R.; LONERAGAN, R.; MASUDA, R. A new era for restocking, stock enhancement and sea ranching of coastal fisheries resources. **Reviews in fisheries science**, v. 16, n. 1/3, p. 1 – 9. 2008.
- BLANKENSTEYN, A.; CUNHA FILHO, D.; FREIRE, A. S. Distribuição, estoques pesqueiros e conteúdo protéico do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L. 1763) (Brachyura Ocypodidae) nos manguezais da Baía das Laranjeiras e adjacências, Paraná, Brasil. **Arquivos de biologia e tecnologia**, v. 40, n. 2, p. 331 - 349. 1997.
- DIELE, K.; SIMITH, D. J. B. Salinity tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Necessity for larval export? **Estuarine, coastal and shelf science**, v. 68, p. 600 - 608. 2006.
- FREIRE, S. A. **Dispersão larval do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* em manguezais da Baía de Paranaguá, Paraná**. São Paulo, 1998. 71 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica), Universidade de São Paulo.
- FORWARD, R. B. Jr. Behavioural responses of crustacean larvae to rates of temperature change. **Biological bulletin**, v. 178, p. 195 – 204. 1990.

GARDNER, G.; MAGUIRE, G. B.; WILLIAMS, H. Effects of water temperature and thermoclines on larval behavior and development in the giant crab *Pseudocarcinus gigas* (Lamarck). **Journal of plankton research**, v. 26, n. 4, p. 393 – 402. 2004.

ISLAM, Md. S.; RAHMAN, M. A.; SHOKITA, S. Effects of salinity and temperature on the larval development of the semiterrestrial sesarmid crab *Neopisesarma lafondi* (Jaquinot and Lucas, 1853) from a mangrove swamp in Oknawa Island, Japan. **Pakistan journal of biological science**, v. 6, n. 15, p. 1317 – 1323. 2003.

ISMAEL, D.; ANGER, K.; MOREIRA, G. Influence of temperature on larval survival, development and respiration in *Chasmagnathus granulata* (Crustacea Decapoda). **Helgolander Meeresuntersuchungen**, v. 51, p. 463 – 475. 1997.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. Manual on the production and use of live food for aquaculture. Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). **Fisheries technical paper**, v. 361, 51 p. 1996.

LIN, J.; ZHANG, D.; RHYNE, A. Broodstock and larval nutrition of marine ornamental shrimp. In: **Avances en nutrición acuícola VI**. Cancún, México, 2002. p. 277 – 280.

LUBZENS, E. Raising rotifers for use in aquaculture. **Hydrobiologia**, v. 147, p. 245 - 255. 1987.

LUPPI, T. A.; SPIVAK, E.D.; BASA, C.C. The effects of temperature and salinity on larval development of *Armases rubripes* (Rathbun, 1897) (Brachyura, Grapsoidea, Sesarmidae), and the southern limit of its geographical distribution. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 306, p. 217 – 230. 2003.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo, 1996, 604 f. Ed. Plêiade/FAPESP.

MOTA ALVES, M. I. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) em mangues do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 15, n. 2, p. 85 - 91. 1975.

QUEIROGA, H.; BLANTON, J. O. Interactions between behaviour and physical forcing in the control of horizontal transport of decapod larvae. **Advances in Marine Biology**, v. 47, p. 107 - 214. 2005.

RODRIGUES, M. D.; HEBLING, N. J. *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) complete larval development under laboratory conditions

and its systematic position. **Revista brasileira de zoologia**, v. 6, n. 1, p.147-166. 1989.

SANT'ANNA, A. O. **Influência da temperatura e da salinidade no desenvolvimento larval de *Ucides cordatus* (DECAPODA: OCYPODIDAE), em laboratório**. Vitória, 2004. 24 f. Monografia (Curso de oceanografia), Universidade Federal do Espírito Santo.

SILVA, U. A. **Cultivos Experimentais de Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)**. Curitiba, 2001. 89 f. Tese (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Paraná.

SILVA, U. A. **Recuperação populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763), através da liberação de formas imaturas em áreas antrópicamente pressionadas**. Curitiba, 2007. 174 f. Tese (Doutorado em Zoologia), Universidade Federal do Paraná.

SHIRLEY, S. M.; SHIRLEY, T. C.; RICE, S. D. Latitudinal variation in the Dungeness crab, *Cancer magister* zoeal morphology explained by incubation temperature. **Marine biology**, v. 95, p. 371 – 376. 1987.

STATSOFT, Inc. **STATISTICA** (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com. 2004.

STEVENS, B. G.; PERSSELIN, S.; MATWEYOU, J. Survival of blue king crab *Paralithodes platypus* (Brandt, 1850), larvae in cultivation: effects of diet, temperature and rearing density. **Aquaculture research**, v. 39, p. 390 – 397. 2008.

WEBLEY, J. A. C.; CONNOLY, R. M. Vertical movement of mud crab megalopae (*Scylla serrata*) in response to light: Doing it differently down under. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 341, p. 196 – 203. 2007.

WILLIAMS, M. J.; PRIMAVERA, J. H. Choosing tropical portunid species for culture, domestication and stock enhancement in the Indo-Pacific. **Asian fisheries science**, v. 14, p. 121 - 142. 2001.

Capítulo III. Cultivo de larvas de *Ucides cordatus* (L.) sob diferentes intensidades luminosas.

Resumo

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, é uma espécie típica dos manguezais brasileiros e tem grande importância econômica para as populações litorâneas tradicionais. O cultivo larval desta espécie é realizado desde 2001 pelo Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, da Universidade Federal do Paraná, como parte de um programa de desenvolvimento de tecnologias voltadas ao repovoamento de manguezais. O presente trabalho investigou a influência da intensidade luminosa sobre as taxas de sobrevivência e sobre o desenvolvimento larval de *U. cordatus*. Três intensidades luminosas foram avaliadas: Claro - 710 lux, Penumbra - 210 lux e Escuro - 1 lux, em duas condições de cultivo, individual e coletivo. Houve diferenças significativas entre as taxas de sobrevivência das larvas zoea entre as três intensidades luminosas avaliadas ($p < 0,05$). As maiores taxas de ecdise para o estágio de megalopa foram obtidas no tratamento Claro (42% nos cultivos coletivos e 30% nos cultivos individuais). No tratamento Escuro, a metamorfose para megalopa foi de apenas 16% nos cultivos coletivos e 7% nos cultivos individuais. Estes resultados indicam que a manutenção das larvas em baixas intensidades luminosas afeta negativamente a sobrevivência larval de *U. cordatus*.

Palavras – chave: Desenvolvimento larval; Intensidade luminosa; Larvicultura; Sobrevivência; *Ucides cordatus*.

Introdução

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), habita os manguezais da costa Atlântica das Américas (Melo, 1996). É um crustáceo de grande importância econômica para as populações litorâneas tradicionais brasileiras (Glaser, 2003). A soma de fatores como o extrativismo excessivo, a poluição, a destruição das áreas de manguezal e, mais recentemente, a doença do caranguejo letárgico (Boeger *et al.*, 2005), tem levado à diminuição dos estoques desse caranguejo em diversas regiões do país (Alves e Nishida, 2003).

O Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, da Universidade Federal do Paraná (GIA/UFPR) realiza, desde 2001, estudos para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias para o repovoamento de *U. cordatus*, com o objetivo de recuperação de áreas alteradas e/ou de recomposição populacional da espécie (Silva, 2007).

O cultivo das larvas em laboratório ainda gera taxas de sobrevivência aquém das consideradas ideais para atender plenamente às necessidades dos projetos de repovoamento (Silva, 2007). Por outro lado, diversos estudos têm investigado as demandas ambientais e nutricionais dos estágios larvais de *U. cordatus* (Silva, 2001 e 2007; Diele e Simith, 2006; Becker, 2008), buscando melhorias das condições de cultivo e, conseqüentemente, a obtenção de melhores taxas finais de sobrevivência.

A reprodução de *U. cordatus* ocorre somente durante os meses de verão (Motta Alves, 1975; Freire, 1998; Diele, 2000). Durante sua fase larval, *U.*

cordatus apresenta 5 ou 6 estágios de zoea, larvas planctônicas que se desenvolvem na zona costeira, mais um estágio de megalopa (Rodrigues e Hebling, 1989).

As larvas zoea apresentam fototropismo positivo bem acentuado (Queiroga *et al.*, 1997; Anger, 2001). No ambiente natural, estas larvas realizam migrações verticais e tendem a se manter em regiões sub-superficiais, com intensidade luminosa moderada e abundância de alimento (Pineda *et al.*, 2006; Pittman e McAlpine, 2003; Queiroga e Blanton, 2005).

Nos tanques de cultivo a profundidade é reduzida e o ambiente tende a ser homogêneo (McVey, 1986). Assim, as opções de iluminação que as larvas estão submetidas no laboratório são bastante distintas daquelas observadas no ambiente natural.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos de diferentes condições de iluminação durante o cultivo larval de *U. cordatus* sobre as taxas de sobrevivência e sobre o tempo necessário para metamorfose para o estágio de megalopa, quando as larvas estão finalmente aptas para serem liberadas no ambiente alvo do repovoamento.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados nos meses de janeiro e fevereiro de 2008, no Laboratório de pesquisa com organismos aquáticos LAPOA-GIA/UFPR, localizado na cidade de Curitiba, Paraná

Fêmeas de *U. cordatus* com ovos foram coletadas por catadores de caranguejo em áreas de manguezal do Complexo Estuarino de Paranaguá (25°25S, 48°23O). Ao chegar ao laboratório, os animais foram lavados para retirada do sedimento de manguezal e passaram por desinfecção, utilizando solução de iodo 0,02%. A seguir, foram acondicionados em tanques de eclosão com capacidade para 1000 L, parcialmente preenchidos com aproximadamente 250 L de água do mar esterilizada e filtrada, com salinidade ajustada a 30, temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 14L:10E. Foram montados três tanques de eclosão e cada um recebeu de 15 a 20 fêmeas.

Após a eclosão, as larvas zoea I foram concentradas, utilizando-se uma fonte luminosa, e coletadas por sifonamento. As larvas eclodidas no mesmo dia em todos os tanques de eclosão foram agrupadas em tanques de fibra de vidro com capacidade de 100L. A seguir, as larvas passaram por um período de 24 horas sem alimentação, quando aquelas larvas que naturalmente eram inviáveis acabavam morrendo e eram descartadas. Após este período as larvas mais ativas eram coletadas ao acaso, utilizando-se uma pipeta de Pasteur com ponta alargada, e utilizadas para povoar os experimentos.

Dois experimentos foram realizados, ambos avaliando três níveis de intensidade luminosa: Claro - 710 Lux, Penumbra - 210 Lux e Escuro - 1 Lux. O primeiro experimento foi realizado em frascos plásticos com volume individual de 200 ml, povoados com 15 larvas, sendo cada tratamento testado com 15 repetições, totalizando 45 unidades experimentais.

O segundo experimento foi realizado em cultivos individuais, utilizando frascos plásticos com volume de 20 ml, sendo cada tratamento testado com 30 repetições, totalizando 90 unidades experimentais.

A fonte luminosa empregada nos experimentos foi constituída por um conjunto de lente e colimador com 10 LEDs ("Light Emitting Diode") de luz branca. A luz emitida é compatível com a luz solar e a intensidade luminosa foi regulada com o uso de um dimer. O tratamento Escuro foi mantido em um ambiente sem qualquer fonte luminosa.

Os experimentos foram realizados em sala climatizada, com temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo 14L:10E e salinidade 30. Durante os experimentos as larvas foram alimentadas com a microalga *Chaetoceros muelleri* ($400.000 \text{ células.ml}^{-1}$) e o rotíferos *Brachionus plicatilis* ($20 \text{ indivíduos.ml}^{-1}$), seguindo as recomendações de Becker (2008).

A cada 24h as larvas eram retiradas das unidades experimentais com o uso de uma pipeta de Pasteur e transferidas para frascos posicionados sobre uma bandeja de triagem. As larvas mortas eram quantificadas e excluídas do experimento. As unidades experimentais passavam por higienização e depois recebiam uma nova solução de cultivo, composta por água e organismos-alimento. A seguir, as larvas eram devolvidas às suas respectivas unidades experimentais.

Para o manejo das larvas do tratamento Escuro, foi utilizada uma luminária de mesa com lâmpada fluorescente branca, sendo que cada unidade

experimental foi manejada individualmente e o mais rápido possível, diminuindo a exposição das larvas à luz durante este processo.

Os experimentos foram encerrados quando a última larva zoea atingiu a fase de megalopa, ou quando não havia mais larvas vivas em nenhuma unidade experimental.

Os dados dos experimentos de cultivos coletivos e individuais foram tabulados e submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e, posteriormente, aos testes Kruskal-Wallis e Kendall Tau, utilizando o software Statistica 6.0 (Statsoft, 2004).

Resultados

Os experimentos tiveram duração máxima de 36 dias nos cultivos coletivos e 41 dias nos cultivos individuais (Tabela 2). A taxa de sobrevivência final das larvas de *U. cordatus* foi dada pela ocorrência de metamorfose para a fase de megalopa.

A sobrevivência dos cultivos coletivos foi significativamente maior ($p=0,0070$) nos tratamentos Claro (710 lux) e Penumbra (210 lux) que no tratamento Escuro (1 lux) (Figura 7-A). Nos cultivos individuais a taxa de sobrevivência foi maior ($p<0,001$) no tratamento Claro (710 lux), sendo que os tratamentos Escuro (1 lux) e Penumbra (210 lux) apresentaram taxas de sobrevivência estatisticamente semelhantes.

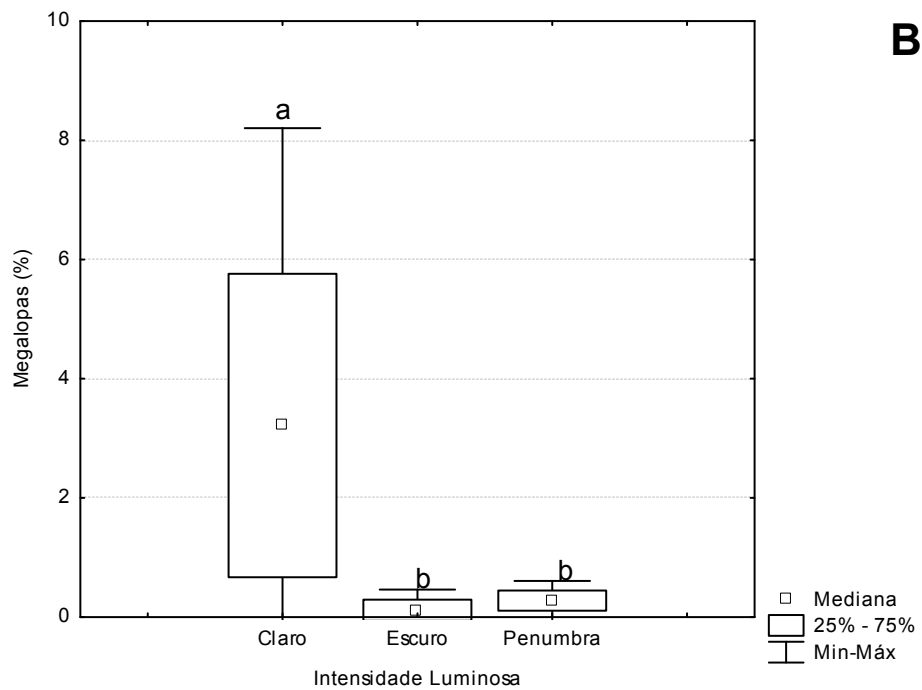
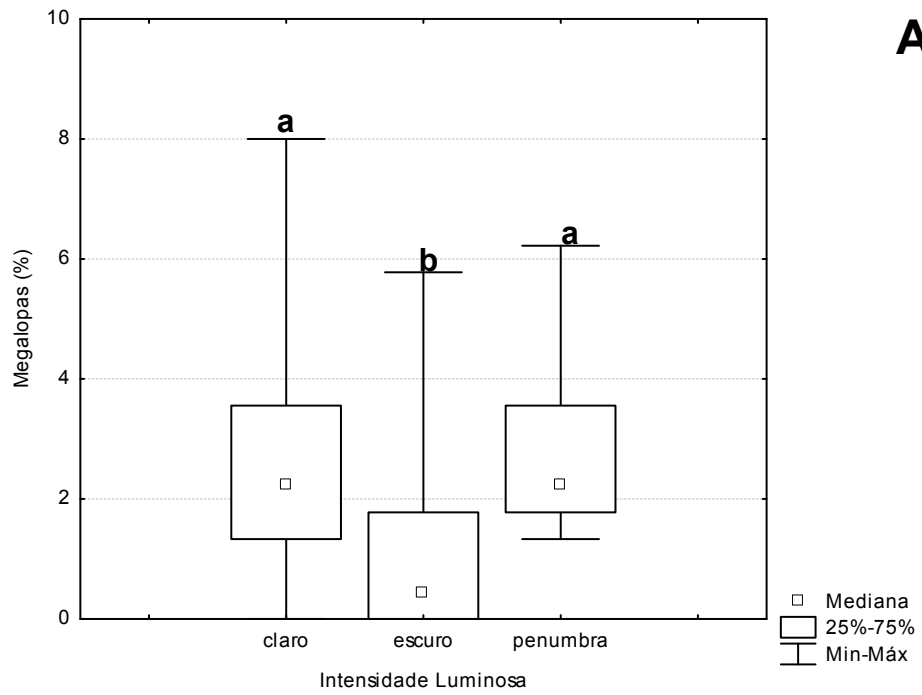


Figura 7 Sobrevivência das larvas zoea de *U. cordatus* cultivadas em três diferentes condições de iluminação: Claro – 710 lux, Escuro – 1 lux e Penumbra – 210 lux. A - Cultivos Coletivos; B - Cultivos Individuais. Letras iguais identificam tratamentos que não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5%, conforme teste de Dunn *a posteriori*.

Nos cultivos coletivos, a primeira megalopa foi observada no 24º dia no tratamento Penumbra. As últimas megalopas foram coletadas no 32º dia de cultivo no tratamento Escuro e no 36º dia nos demais tratamentos.

No cultivo individual, as primeiras megalopas ocorreram no 27º dia no tratamento penumbra e no 28º dia nos demais tratamentos. As últimas larvas megalopa foram coletadas no 41º dia de cultivo em todos os tratamentos.

Tabela 2 – Cultivos coletivos e individuais de larvas de *Ucides cordatus* submetidas a três diferentes intensidades luminosas, Claro - 710 lux, Escuro - 1 lux e Penumbra - 210 lux. As letras (a, b,c) indicam os grupos homogêneos identificados através do teste de *Kendall tau*.

Intensidade luminosa					
Cultivo coletivo	Unidade	Claro	Escuro	Penumbra	Total
Duração do cultivo	dias	36	32	36	36
Quantidade inicial de zoeas	larvas	225	225	225	675
Primeira megalopa	dias	25	24	24	-
Última megalopa	dias	37	33	37	13
Total de megalopas	larvas	95 a	35 b	87 a,b	217
Sobrevivência final	%	42 a	16 b	39 a,b	32
Densidade de cultivo	larvas.L ⁻¹	75	75	75	75
Cultivo individual					
Duração do cultivo	dias	41	41	41	41
Quantidade inicial de zoeas	larvas	30	30	30	90
Primeira megalopa	dias	28	28	27	-
Última megalopa	dias	41	41	41	14
Total de megalopas	larvas	9 a	2 b	7 b	18
Sobrevivência final	%	30 a	7 b	22 b	20

Discussão

A intensidade luminosa pode influenciar a taxa de crescimento e a duração da fase larval de crustáceos (Gardner e Maguire, 1998; Bermudes *et al.*, 2008; Wang *et al.*, 2004). Em laboratório, as larviculturas de crustáceos são realizadas em condições que costumam variar de 70 lux (Kittaka *et al.*, 2002) até 1000 lux (Calado *et al.*, 2002).

Os efeitos da intensidade luminosa sobre a sobrevivência e o crescimento de crustáceos foram mais investigados no cultivo de camarões (Wang *et al.*, 2004). No cultivo de juvenis do camarão *Penaeus semisulcatus* há um incremento nas taxas de sobrevivência em função do aumento da intensidade luminosa (Al-Ablani e Farmer, 1986). Na larvicultura do camarão *Litopenaeus vannamei*, a taxa de crescimento larval é diretamente afetada pelo aumento da intensidade luminosa (You *et al.*, 2006).

Por outro lado, a sobrevivência das larvas do caranguejo gigante australiano, *Pseudocarcinus gigas* (Gardner e Maguire, 1998) e da lagosta *Jasus edwardsii* (Bermudes *et al.*, 2008) é pouco influenciada pela intensidade luminosa.

No cultivo das larvas de *U. cordatus*, a sobrevivência foi maior nos cultivos realizados em intensidade luminosa elevada, tratamento Claro (710 lux), demonstrando que para esta espécie a alta intensidade luminosa pode contribuir para aumento das taxas de sobrevivência.

As diferenças observadas entre os experimentos realizados com cultivos coletivos e individuais, por sua vez, já foram observadas em outras espécies, como na larvicultura do caranguejo aranha, *Maja brachydactyla*, que apresenta

maiores taxas de crescimento quando as larvas são cultivadas em densidades entre 50 e 100 larvas.L⁻¹ em detrimento de densidades menores (Andrés *et al.*, 2007).

Estas observações são relacionadas a fatores ecológicos, pois a presença de outras larvas no sistema de cultivo estimula os comportamentos de competição, busca e captura de alimento, cria distúrbios em microescala que geram respostas sensoriais complexas, não sendo observadas quando as larvas são cultivadas individualmente (Browman, 2005).

A capacidade de sobrevivência das larvas de crustáceos, mesmo em condições de baixíssima intensidade luminosa, pode estar relacionada com o mecanismo de captura de alimentos, especialmente quando a alimentação é feita através de um processo de filtração. Nesses casos, o estímulo visual não é o único meio de percepção do ambiente durante a alimentação, sendo que, mesmo em níveis muito baixos de iluminação, as larvas conseguem capturar seu alimento (Browman, 2005; Bermudes *et al.*, 2008).

Por outro lado, em presença do estímulo luminoso, as larvas de crustáceos tendem a apresentar um incremento metabólico, tornando-se mais ativas (Anger, 2001). Esse aumento na movimentação favorece a captura e ingestão de alimento, pois aumenta as chances de encontro com as partículas alimentares (Browman, 2005).

Durante o manejo dos experimentos foi observado que as larvas zoea, cultivadas no tratamento Escuro, apresentavam desenvolvimento mais lento e que permaneciam no fundo das unidades experimentais a maior parte do tempo. Esta observação pode estar relacionada aos movimentos naturais de

migração vertical realizado por larvas planctônicas que, em situações de baixa intensidade luminosa, tendem a afundar passivamente na coluna d'água, buscando regiões mais profundas (Sulkin, 1984; Queiroga *et al*, 1997; Pineda, 2006; Queiroga e Blanton, 2005). Nos sistemas artificiais de cultivo elas rapidamente atingem o fundo dos tanques, onde permanecem até que um novo estímulo promova a natação e o deslocamento em direção aos estratos superiores da coluna d'água.

Contudo, em cultivos realizados em laboratório, o fundo do tanque tende a concentrar uma grande quantidade de matéria orgânica em decomposição e de microorganismos saprofíticos, que podem afetar a sobrevivência e o desenvolvimento larval. Assim, a manutenção de larvas de *U. cordatus* em condições de intensidade luminosa muito baixa deve ser evitada, sendo que os cultivos deverão ser realizados em intensidades iguais ou superiores a 210 lux.

Referências

- AI-ABLANI, S. A.; FARMER, A. D. D. The effect of different levels of illuminance on the survival and growth of the shrimp *Pennaeus semisulcatus*. **Kwuit bulletin of marine sciences**, p. 165 – 172. 1986.
- ALVES, R. N.; NISHIDA, A. K. Aspectos socioeconômicos e percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura) do estuário do rio Mamanguape, nordeste do Brasil. **Interciência**, v. 28, n. 1. p. 36 – 43. 2003.
- ANDRÉS, M.; ESTÉVEZ, A.; ROTLANT, G. Growth, survival and biochemical composition of spider crab *Maja brachydactyla* (Balss, 1922) (Decapoda: Majidae) larvae reared under different stocking densities, prey: larva ratios and diets. **Aquaculture**, v. 273, n. 4, p. 35 - 40. 2007.
- ANGER, K. **The biology of decapod crustacean larvae**. Crustacean Issues, v. 14. Balkema A. A . publishers, Rotterdam, Netherlands, 420 p. 2001.
- BECKER, A. G. **Utilização de organismos-alimento na larvicultura do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (CRUSTACEA, BRACHYURA, OCYPODIDAE)**. Curitiba, 2008. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Paraná.
- BERMUDES, M.; RITAR, A. J.; CARTER, C. G. The ontogeny of physiological response to light intensity in early stage spiny lobster (*Jasus edwardsii*) larvae. **Comparative biochemistry and physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 150, n. 1, p. 40 - 45. 2008.
- BOEGER, W. A; PIE, M. R.; OSTRENSKY, A.; PATELLA, L. Lethargic crab disease: multidisciplinary evidence supports a mycotic etiology. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, n. 2, p. 161-167. 2005.
- BROWMAN, H. I. Applications of sensory biology in marine ecology and aquaculture. **Marine ecology progress series**, v. 28. p. 263-307. 2005.
- CALADO, R.; NARCISO, L.; MORAIS, S.; RHYNEB, A.L.; LIN, J. A rearing system for the culture of ornamental decapod crustacean larvae. **Aquaculture**, v. 218, p. 329 – 339. 2003.
- DIELE, K. **Life history and population structure of the exploited mangrove crab *U. cordatus* (L.) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté estuary, North Brazil**. Bremen, Alemanha, 2000. 103 f. Tese (Doutorado, Zentrum für Marine Tropenökologie, Universität Bremen).

DIELE, K.; SIMITH, D. J. B. Salinity tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Necessity for larval export? **Estuarine, coastal and shelf science**, v. 68, n. 3-4, p. 600 - 608. 2006.

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

GARDNER, C.; MAGUIRE, G. B. Effect of fotoperiod and light intensity on survival, development and cannibalism of larvae of the giant crab *Pseudocarcinus gigas* (Lamarck). **Aquaculture**, v. 165, n. 1-2, p. 51 - 53. 1998.

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

KITTAKA, J.; STEVENS, B.G.; TESHIMA, S.; ISHIKAWA, M. Larval culture of the king crabs *Paralithodes camtschaticus* and *P. brevipes*. In: **Crabs in Cold Water Regions: biology, Management, and Economics**, Alaska, USA, 2002. p. 189 - 209.

McVEY, J. **Handbook of Mariculture**. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA. 154 p. 1986.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: ed. Plêiade/FAPESP, 604 pp, 1996.

MOTA ALVES, M. I. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) em mangues do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 15, n. 2, p. 85 - 91. 1975.

PINEDA, J.; STARCZAK, V.; STUECLE, T. A. Timing of successful settlement: demonstration of a recruitment window in the barnacle *Semibalanus balanoides*. **Marine ecology progress series**, v. 320, p. 233–237. 2006.

PITTMAN, S. J.; McALPINE, C. A. Movements of Marine Fish and Decapod Crustaceans: Process, Theory and Application. **Advances in marine biology**, v. 44, p. 205 - 280. 2003.

QUEIROGA, H.; BLANTON, J. Interactions between behavior and physical forcing in the control of horizontal transport of decapod crustacean larvae. **Advances in marine biology**, v. 47, p. 107 – 214. 2005.

QUEIROGA, H.; COSTLOW, J. D.; MOREIRA, M. H. Vertical migration of the crab *Carcinus maenas* in an estuary: implications for tidal stream transport. **Marine ecology progress series**, v. 149, p. 121 – 132. 1997.

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

SILVA, U. A. **Cultivos Experimentais de Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)**. Curitiba, 2001. 89 f. Tese (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Paraná.

SILVA, U. A. **Recuperação populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763), através da liberação de formas imaturas em áreas antrópicamente pressionadas**. Curitiba, 2007. 174 f. Tese (Doutorado em Zoologia), Universidade Federal do Paraná.

STATSOFT, Inc. **STATISTICA** (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com. 2004.

SULKIN, S. D. Behavioral basis of depth regulation in the larvae of Brachyuran crabs. **Marine ecology progress series**, v. 15, p. 181 - 205. 1984.

WANG, F.; DONG, S.; DONG, S.; HUANG, G.; ZHU, C.; MU, Y. The effect of light intensity on the growth of Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. **Aquaculture**, v. 234, n. 1-4, p. 475 - 483. 2004.

YOU, K.; YANG, H.; LIU, Y.; LIU, S.; ZHOU, Y.; ZHANG, T. Effects of different light sources and illumination methods on growth and body color of shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 252, n. 2-4, p. 557 - 565. 2006.

Capítulo IV. Efeitos da densidade de cultivo sobre a sobrevivência e sobre o tempo de desenvolvimento das larvas de *Ucides cordatus* (L.) em laboratório.

Resumo

A tecnologia de larvicultura do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, como parte de um programa para repovoamento a espécie, ainda se encontra em fase de desenvolvimento. Um dos pontos mais críticos é o desconhecimento acerca da densidade de cultivo mais adequada para a espécie. Em ambientes naturais, a larvas são dispersas pela força das correntes para as regiões costeiras, nas quais se diluem entre outras espécies do plâncton marinho, sendo encontradas em baixíssimas densidades. Em sistemas de cultivo, as densidades devem necessariamente ser maiores, para melhor aproveitamento dos recursos, sendo limitadas, no entanto, pela higidez e sobrevivência larval. O presente trabalho investigou os efeitos de diferentes densidades de cultivo sobre as taxas de sobrevivência e duração da fase larval *U. cordatus*, objetivando o estabelecimento da relação mais equilibrada entre as melhores taxas de sobrevivência e maior produção de larvas. Foram testadas três densidades de cultivo: 10, 50 e 100 larvas.L⁻¹. Cada tratamento foi testado com cinco réplicas, totalizando 15 unidades experimentais com volume individual de 5L. Os experimentos foram conduzidos em sala climatizada, com temperatura de 25±1°C, salinidade 30 e fotoperíodo de 14L:10E. A alimentação foi composta por uma solução de microalgas (*Chaetoceros muelleri*, 400.000 células.ml⁻¹) e rotíferos (*Brachiunus plicatilis*, 20 indivíduos.ml⁻¹). O manejo diário dos experimentos incluiu sifonagem do material acumulado no fundo das unidades de cultivo e renovação de 20% da solução de cultivo. A taxa final de sobrevivência larval foi determinada por meio da ocorrência de ecdises para o estágio de megalopa. A sobrevivência das larvas cultivadas na densidade de 10 larvas.L⁻¹ foi significativamente maior (p<0,05) que nos cultivos realizados com a densidade de 100 larvas.L⁻¹. A sobrevivência obtida no cultivo realizado na densidade de 50 larvas.L⁻¹, não apresentou diferenças significativas em relação aos demais tratamentos. Os resultados indicam que, dentre as densidades testadas, 50 larvas. L⁻¹ é a mais indicada para o cultivo em larga escala das larvas de *U. cordatus*.

Palavras – chave: Densidade de cultivo; Larvicultura; Megalopa; *Ucides cordatus*; Zoea.

Introdução

O cultivo de larvas do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, em larga escala é realizado no Brasil como parte de programas de repovoamento de ambientes de manguezal antropicamente modificados e em processo de recuperação. Porém, as larviculturas de *U. cordatus* ainda apresentam taxas de finais de sobrevivência insatisfatórias, principalmente se comparadas às obtidas em cultivos comerciais de larvas de camarões marinhos, o que limita a viabilidade de realização de repovoamento em grandes áreas (Silva, 2007).

Essa limitada eficiência produtiva também se aplica ao cultivo larval de várias outras espécies de caranguejos, entre eles *Scylla serrata* (Keenan, 1999), *S. paramamosain* (Nghia *et al.*, 2007), *Cryptodromiopsis antillensis* e *Mithraculus sculptus* (Calado *et al.*, 2003), reforçando a necessidade de desenvolvimento de tecnologias específicas para larvicultura de braquiúros.

Um dos aspectos a serem abordados é a definição de densidades ideais de cultivo empregadas. A manutenção de elevadas densidades de larvas em um mesmo tanque aumenta as chances de contato direto entre os indivíduos, algo que não ocorre no ambiente natural (Smith & Reay, 1991). Estas altas densidades larvais tendem a reduzir as taxas de sobrevivência por favorecer a ocorrência de doenças e o canibalismo (Hecht & Appelbaum, 1988; Hecht, & Pienaar, 1993; Ventura *et al.*, 2008). Davis (2004) relata que em cultivo de larvas de *Scylla serrata* o uso de densidades de estocagem acima de 100 larvas.L⁻¹ favorece o surgimento de infecções causadas por víbrios.

A determinação das densidades ideais de cultivo para cada espécie contribui para a manutenção da qualidade da água, evitando trocas de grandes

volumes e variações hidrológicas drásticas, especialmente de pH e de temperatura (Vinatea, 1997). Por outro lado, as densidades de cultivo precisam ser suficientemente altas a fim de viabilizar a produção de larvas em larga escala.

O aprimoramento da tecnologia de produção de larvas de *U. cordatus* é o objetivo do presente trabalho, que investiga os efeitos de três diferentes densidades de cultivo sobre a sobrevivência das larvas cultivadas em condições laboratoriais.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados nos meses de março e abril de 2008, na Fazenda Oruabo da empresa estatal Bahia Pesca, localizada no distrito de Acupe, município de Santo amaro da Purificação, no recôncavo baiano.

Obtenção das larvas

A coleta das fêmeas ovadas de caranguejo-uçá foi realizada no mês de março de 2008, em manguezais do distrito de Acupe, município de Santo Amaro da Purificação, Bahia (12°40' S, 38°44' O). As fêmeas passaram por desinfecção, utilizando solução de iodo 0,02%. A seguir, foram separadas em grupos de aproximadamente 20 indivíduos, mantidos em tanques de eclosão com capacidade de 1000L, contendo cerca de 250L de água do mar filtrada, com salinidade 30, temperatura ambiente e aeração constante.

Após a eclosão, as larvas zoea I foram concentradas, utilizando-se uma fonte luminosa, e coletadas por sifonamento. As larvas eclodidas no mesmo dia

em todos os tanques de eclosão foram agrupadas em tanques de fibra de vidro com capacidade de 100L. A seguir, passaram por um período de 24 horas sem alimentação, quando aquelas larvas que naturalmente eram inviáveis acabavam morrendo e eram descartadas. Após este período as larvas mais ativas eram coletadas ao acaso, utilizando-se uma pipeta de Pasteur com ponta alargada, e utilizadas para povoar os experimentos.

Povoamento e manejo das unidades experimentais

Os experimentos foram realizados em sala climatizada, com temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, salinidade 30, intensidade luminosa de 1000 lux e fotoperíodo de 14L:10E. As unidades experimentais tinham capacidade individual de 5L e fonte de aeração constante. Foram testadas três densidades de cultivo: 10, 50 e 100 larvas. L^{-1} , com cinco repetições cada, totalizando 15 unidades experimentais.

Durante o cultivo, as larvas foram alimentadas com uma solução contendo microalgas *Chaetoceros muelleri* ($400.000 \text{ células.mL}^{-1}$) e o rotífero *Brachionus plicatilis* ($20 \text{ indivíduos.mL}^{-1}$), conforme recomendações de Becker (2008), que utilizou a densidade de 75 larvas. L^{-1} em seus experimentos.

O manejo diário do experimento incluiu o sifonamento do fundo das unidades de cultivo, para retirada do excesso de matéria orgânica, e a renovação de 20% do volume total (1L), substituído por água do mar filtrada contendo a mesma concentração original de organismos-alimento.

A taxa final de sobrevivência foi determinada pelo número de larvas que realizaram a metamorfose para megalopa, sendo que o experimento foi

encerrado quando todas as larvas atingiram esse estágio ou quando não havia mais larvas vivas. Os testes estatísticos Shapiro-Wilk e Kruskal-Wallis foram realizados utilizando o software Statistica 6.0 (Statsoft, 2004).

Resultados

Houve uma relação inversa entre as taxas finais de sobrevivência e as densidades utilizadas nos tratamentos experimentais (

O tempo de desenvolvimento larval variou de 19 a 33 dias, sendo que as primeiras ecdises para o estágio de megalopa ocorreram no tratamento em que a densidade era de 10 larvas.L⁻¹ (

Tabela 3).

Tabela 3). As taxas obtidas no tratamento com 10 larvas.L⁻¹ foram significativamente superiores (p=0,0019) às obtidas na densidade de 100 larvas.L⁻¹. A densidade de 50 larvas.L⁻¹ gerou resultados intermediários (Figura 8). A sobrevivência obtida nos cultivos realizados utilizando a densidade de 100 larvas.L⁻¹ foi, em média, 25,7 vezes menor que aquela obtida na densidade de 10 larvas.L⁻¹. A melhor relação entre quantidade de larvas inicial e final foi obtida na densidade de 50 larvas.L⁻¹, na qual foram obtidas oito megalopas, em média, em cada unidade experimental.

O tempo de desenvolvimento larval variou de 19 a 33 dias, sendo que as primeiras ecdises para o estágio de megalopa ocorreram no tratamento em que a densidade era de 10 larvas.L⁻¹ (

Tabela 3).

Tabela 3 Influência da densidade de cultivo sobre a sobrevivência final das larvas de *U. cordatus*.

	Unidade	Densidade de cultivo			Total
Tratamento	Larvas.L ⁻¹	10	50	100	
Repetições	Unidades	5	5	5	15
Volume da unidade experimental	Litros	5	5	5	75
Quantidade de larvas zoea/unidade experimental	Larvas	50	250	500	3500
Ocorrência da primeira megalopa	Dias	19	21	23	-
Ocorrência da última megalopa	Dias	29	31	33	-
Quantidade de megalopas	Larvas	36	40	14	90

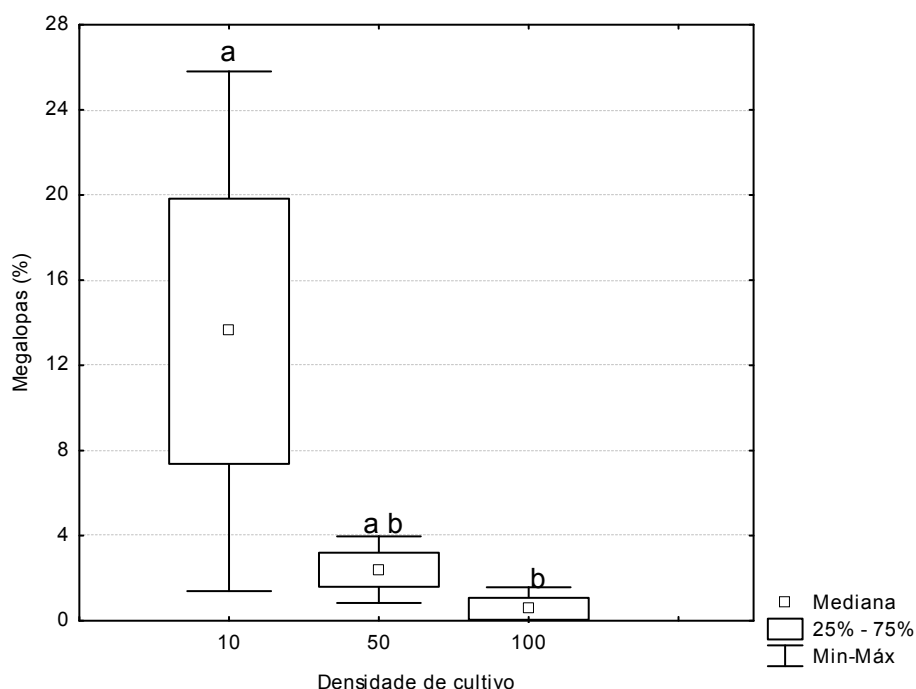


Figura 8 Ocorrência de ecdises para o estágio de megalopa das larvas de *U. cordatus* cultivadas nas densidades 10, 50 e 100 larvas.L⁻¹. As letras representam os grupos homogêneos conforme teste de Dunn *a posteriori*.

As megalopas foram coletadas durante dez dias em todos os tratamentos (Figura 9). Apesar de não afetar a sincronia de ocorrência de ecdises para megalopa, a densidade de cultivo empregada afetou o tempo de

desenvolvimento larval, sendo que nos cultivos realizados na densidade de 10 larvas.L⁻¹, as larvas completaram o seu desenvolvimento em até 4 dias antes que na maior densidade (Figura 9).

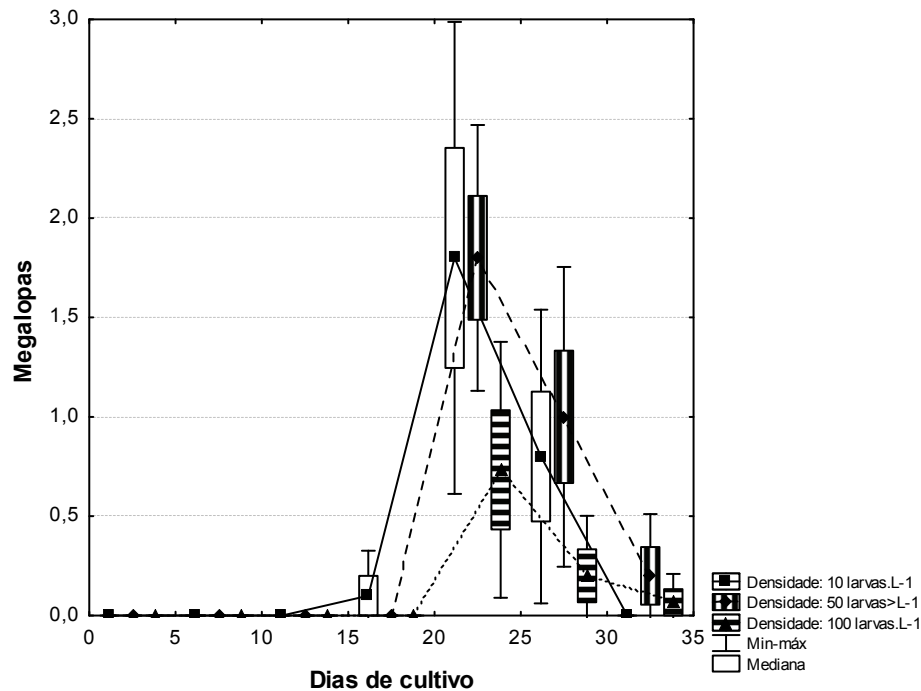


Figura 9 Ocorrência média diária de ecdises para o estágio de megalopa das larvas de *U. cordatus* cultivadas nas densidades 10, 50 e 100 larvas.L⁻¹.

Discussão

O custo e a capacidade de produção de volumes significativos de organismos-alimento é quase sempre o fator central a ser enfrentado em laboratórios que se dedicam à produção de larvas de animais aquáticos. A viabilidade do cultivo em larga-escala de larvas de crustáceos depende da capacidade de manutenção das condições ambientais e do fornecimento diário de alimento a estes organismos, sendo que a redução da densidade de estocagem também diminui a demanda por alimentos e contribui para uma

maior estabilidade ambiental. Por outro lado, o uso de densidades de cultivo muito baixas diminui a eficiência na produção de grandes quantidades de larvas sub-utilizando as estruturas de cultivo. Assim, a densidade ideal de cultivo deve ser a resultante entre a capacidade máxima de povoamento do tanque e a capacidade intrínseca da espécie em tolerar as condições adversas decorrentes do acúmulo de indivíduos no mesmo espaço (Le Vay *et al.*, 2008).

O presente experimento utilizou o protocolo alimentar descrito por Becker (2008), que utilizou uma densidade de cultivo de 75 larvas.L⁻¹. Este valor é intermediário entre as duas maiores densidades aqui testadas (50 e 100 larvas.L⁻¹) e bastante superior à menor densidade avaliada (10 larvas.L⁻¹). Durante o manejo diário do experimento foi sempre constatada a presença de alimento excedente nas unidades experimentais. Assim, não há evidências de que a disponibilidade de organismos-alimento tenha sido um fator limitante para a sobrevivência larval de *U. cordatus*, mesmo na densidade de 100 larvas.L⁻¹.

A Tabela 4 sintetiza as condições de cultivo recomendadas para diversas espécies de crustáceos braquiúra, permitindo uma comparação com as condições experimentais aqui empregadas. Observa-se, por exemplo, que a maioria das espécies é cultivada em densidades inferiores a 50 larvas.L⁻¹.

Calado *et al.*, (2003), trabalhando com a larvicultura dos camarões *Lysmata seticaudata* e *L. wurdemanni*, relataram que a condição de estresse e competição por alimentos que ocorre em densidades elevadas, tende a prolongar a duração de cada estágio larval, ocasionar o aparecimento de

estágios supranumerários e ecdises que levam a formação incorreta de apêndices. No presente experimento, também foi observado que a duração da fase larval foi maior quando os cultivos foram realizados em densidades elevadas, este fato também pode estar relacionado a ocorrência de estágios supranumerários.

De acordo com Simões *et al.* (2002), há uma tendência de aumento da taxa final de sobrevivência em função da redução da densidade de estocagem das larvas de crustáceos. Os resultados do presente trabalho refletiram esta tendência e a sobrevivência das larvas de *U. cordatus* foi maior no tratamento que empregou a menor densidade.

Embora esse padrão se repita com certa freqüência em resultados obtidos por diversos autores, ele não é único. No cultivo das larvas de *Scylla paramamosain*, por exemplo, este efeito não foi observado e o aumento da densidade para 150 – 200 larvas.L⁻¹ gerou melhores resultados que os obtidos em densidades inferiores (Nghia *et al.*, 2007). Os autores utilizaram microalgas *Chaetoceros calcitrans* e *Chlorella vulgaris* (densidade não especificada), rotíferos *Brachionus plicatilis* (45 indivíduos.ml⁻¹) e, à partir do estágio de zoea 3, náuplios recém-eclodidos de *Artemia salina* (10 náuplios.ml⁻¹). Os autores argumentam que os cultivos em densidades mais baixas ocasionaram sobras de alimento e deterioração da qualidade da água com elevação da concentração de amônia. Assim, não há como dissociar a densidade de cultivo da densidade de organismos-alimento empregada nos cultivos.

Apesar da taxa de sobrevivência de *U. cordatus* ter sido maior na densidade de 10 larvas.L⁻¹, a taxa de sobrevivência obtida no cultivo utilizando a densidade de 50 larvas.L⁻¹ pode representar uma maior produção se empregada em tanques de grande volume. Além disso, o uso desta densidade pode reduzir o risco de perda da produção caso ocorram variações inesperadas na qualidade da água ou contaminações que ocasionem grandes mortalidades. Este resultado corrobora com a maioria dos trabalhos que demonstraram que o cultivo de larvas de crustáceos realizados em densidades inferiores a 50 larvas.L⁻¹, apresentam melhores taxas de sobrevivência final (Kittaka *et al.*, 2002; Calado *et al.*, 2003; Penha-Lopes *et al.*, 2005 e Stevens *et al.*, 2008).

Por este motivo é possível afirmar que na larvicultura de *U. cordatus* o ajuste da densidade de cultivo para 50 larvas.L⁻¹ é, atualmente, a melhor forma de reduzir os efeitos da competição e do canibalismo, obter a maior produção e o melhor aproveitamento das estruturas de cultivo.

Tabela 4 Condições de cultivo de espécies de crustáceos Brachyuros cultivados mundialmente.

Nome popular	Espécie	Finalidade comercial	Finalidade do cultivo	Distribuição Geográfica	Salinidade	Densidade de Cultivo (Larvas/L)	Fotoperíodo (Luz:Escuro)	Temperatura (°C)	Sobrevivência (%) Pós larva ou megalopa	Referência
Siri azul	<i>Callinectes sapidus</i>	Alimentação	Experimental - Repovoamento	Cosmopolita	30	<50	12:12	22	42,8	Zmora et al., 2005
King Crab	<i>Paralithodes platypus</i>	Alimentação	Experimental - Repovoamento	Pacífico norte	35	10 a 50	12:12	6 a 9	91,7	Stevens et al., 2008
	<i>Paralithodes camtschaticus</i>								35	Kittaka et al., 2002
	<i>Paralithodes brevipes</i>								53	Kittaka et al., 2002
Mud crab	<i>Scylla serrata</i>	Alimentação	Experimental - Fomento ao cultivo comercial	Indo-Pacífico (manguezais)	20-24	100-120	12:12	26-30	60-80	Holme et al., 2007
Caranguejo esponja	<i>Cryptodromiopsis antillensis</i>	Ornamental	Comercial - Aquarismo	Tropical - Recifes de Coral	35	18	14:10	22	20,6	Calado et al., 2003
Caranguejo esmeralda	<i>Mithraculus sculptus</i> <i>Mithraculus forceps</i>	Ornamental	Comercial - Aquarismo	Tropical - Recifes de Coral	35	18 40	14:10 NE	22 28	22 75	Calado et al., 2003 Penha-Lopes et al., 2005
Caranguejo-uçá	<i>Ucides cordatus</i>	Alimentação	Experimental - Repovoamento	Neotropical (manguezais da costa atlântica das Américas)	30	50	14:10	26	3,6	Cottens, 2008

Referências

- BECKER, A. G. **Utilização de organismos-alimento na larvicultura do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (CRUSTACEA, BRACHYURA, OCYPODIDAE)**. Curitiba, 2008. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Paraná.
- CALADO, R.; NARCISO, L.; MORAIS, S.; RHYNEB, A. L.; LIN, J. A rearing system for the culture of ornamental decapod crustacean larvae. **Aquaculture**, v. 218, p. 329 – 339. 2003.
- DAVIS, J. A. **Development of hatchery techniques for the mud crab *Scylla serrata* (Forskål) in South Africa**. Belgica, 2004. 165 f. Tese (Doutorado (Ph. D.) em biologia aplicada). Universiteit Gent, Faculdade de Biologia aplicada.
- HECHT, T.; APPELBAUM, S. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larval and juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. **Journal of Zoology**, v. 214, p. 21 – 44. 1988.
- HECHT, T.; PIENAAR, A. G. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. **Journal of world aquaculture society**, v. 24, p. 246 – 261. 1993.
- HOLME, M-H.; SOUTHGATE, P.; ZENG, C. Survival, development and growth response of mud crab, *Scylla serrata*, megalopae fed semi-purified diets containing various fish oil: corn oil ratios. **Aquaculture**, v. 269, p. 427 – 435. 2007.
- KEENAN, C.P. Aquaculture of the Mud Crab, Genus *Scylla* - Past, Present and Future *In: Mud crab aquaculture and biology*. ACIAR (Australian centre for international agricultural research) proceedings n. 78. p. 169 – 173. Darwin, Australia. 1999.
- KITAKA, J.; STEVENS, B.G.; TESHIMA, S.; ISHIKAWA, M. Larval culture of the king crabs *Paralithodes camtschaticus* and *P. brevipes*. *In: Crabs in Cold Water Regions: biology, Management, and Economics*, Alaska, USA, 2002. p. 189 - 209.
- LeVAY, L.; LEBATA, M. J. H.; WALTON, M.; PRIMAVERA, J.; QUINTIO, E.; LAVILLA-PITOGO, C.; PARADO-ESTEPA, F.; RODRIGUEZ, E.; UT, V. N.; NGHIA, T. T.; SORGELOOS, P.; WILLE, M. Approaches to Stock Enhancement in Mangrove-Associated Crab. **Fisheries reviews in fisheries science**, v. 16, n. 1 - 3, p. 72 – 80. 2008.

NGHIA, T. T.; WILLE, M.; BINH, T. C.; THANH, H. P.; DANH, N. V.; SORGELOOS, P. Improved techniques for rearing mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador, 1949) larvae. **Aquaculture Research**, v. 38, p. 1539 – 1553. 2007.

PENHA-LOPES, G.; RHYNE, A. L.; LIN, J.; NARCISO, L. The larval rearing of the marine ornamental crab, *Mithraculus forceps* (A. Milne Edwards, 1875) (Decapoda: Brachyura: Majidae). **Aquaculture Research**, v. 36, n. 13, p. 1313-1321. 2005.

SILVA, U. A. **Recuperação populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763), através da liberação de formas imaturas em áreas antrópicamente pressionadas**. Curitiba, 2007. 174 f. Tese (Doutorado em Zoologia), Universidade Federal do Paraná.

SIMÕES, F.; RIBEIRO, F.; JONES, D. A. Feeding early larval stages of fire shrimp *Lysmata debelius* (Caridea, Hippolytidae). **Aquaculture International**, v. 10, p. 349 – 360. 2002.

SMITH, C.; REAY, P. Cannibalism in teleost fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 1, p. 41 – 64. 1991.

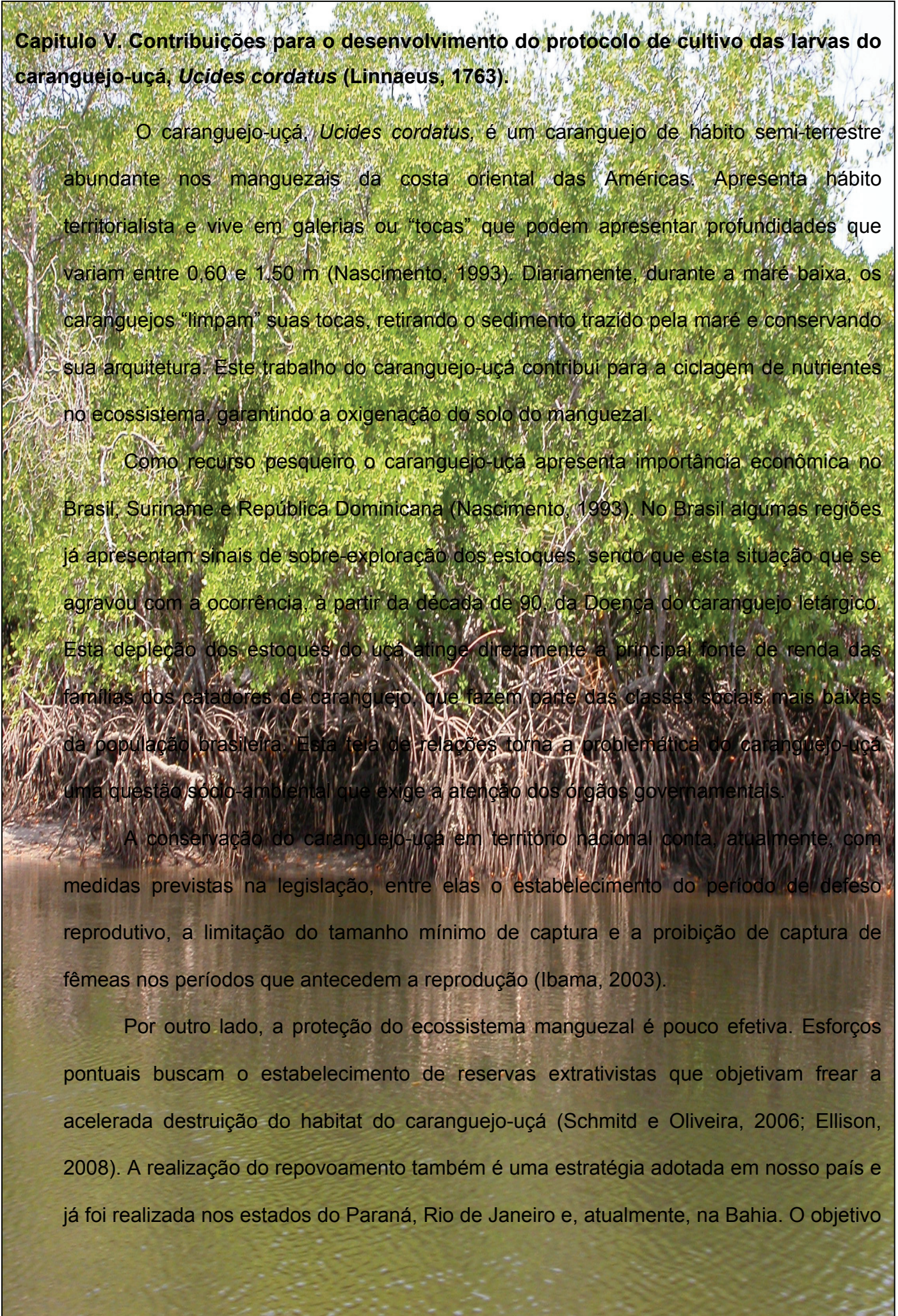
StatSoft, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com. 2004.

STEVENS, B. G.; PERSSELIN, S.; MATWEYOU, J. Survival of blue king crab *Paralithodes platypus* (Brandt, 1850) larvae in cultivation: effects of diet, temperature and rearing density. **Aquaculture Research**, v. 39, p. 390 - 397. 2008.

VENTURA, R.; SILVA, U. A. T.; PERBICHE-NEVES, G., OSTRENSKY, A., BOEGER, W. A.; PIE, M. A. Larval cannibalism rates in the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) under laboratory conditions. **Aquaculture Research**, v. 39, p. 263 - 267. 2008.

VINATEA, L. A. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis. Editora da UFSC. 166 p.

ZMORA, O.; FINDIESEN, A.; STUBBLEFIELD, J.; FRENKEL, V.; ZOHAR, Y. Large-scale juvenile production of the blue crab *Callinectes sapidus*. **Aquaculture**, v. 244, p. 129 – 139. 2005.



Capítulo V. Contribuições para o desenvolvimento do protocolo de cultivo das larvas do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763).

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, é um caranguejo de hábito semi-terrestre abundante nos manguezais da costa oriental das Américas. Apresenta hábito territorialista e vive em galerias ou “tocas” que podem apresentar profundidades que variam entre 0,60 e 1,50 m (Nascimento, 1993). Diariamente, durante a maré baixa, os caranguejos “limpam” suas tocas, retirando o sedimento trazido pela maré e conservando sua arquitetura. Este trabalho do caranguejo-uçá contribui para a ciclagem de nutrientes no ecossistema, garantindo a oxigenação do solo do manguezal.

Como recurso pesqueiro o caranguejo-uçá apresenta importância econômica no Brasil, Suriname e República Dominicana (Nascimento, 1993). No Brasil algumas regiões já apresentam sinais de sobre-exploração dos estoques, sendo que esta situação que se agravou com a ocorrência, à partir da década de 90, da Doença do caranguejo letárgico. Esta depleção dos estoques do uçá atinge diretamente a principal fonte de renda das famílias dos catadores de caranguejo, que fazem parte das classes sociais mais baixas da população brasileira. Esta teia de relações torna a problemática do caranguejo-uçá uma questão sócio-ambiental que exige a atenção dos órgãos governamentais.

A conservação do caranguejo-uçá em território nacional conta, atualmente, com medidas previstas na legislação, entre elas o estabelecimento do período de defeso reprodutivo, a limitação do tamanho mínimo de captura e a proibição de captura de fêmeas nos períodos que antecedem a reprodução (Ibama, 2003).

Por outro lado, a proteção do ecossistema manguezal é pouco efetiva. Esforços pontuais buscam o estabelecimento de reservas extrativistas que objetivam frear a acelerada destruição do habitat do caranguejo-uçá (Schmitd e Oliveira, 2006; Ellison, 2008). A realização do repovoamento também é uma estratégia adotada em nosso país e já foi realizada nos estados do Paraná, Rio de Janeiro e, atualmente, na Bahia. O objetivo

do repovoamento é elevar a taxa de recrutamento, acelerando a recuperação das populações naturais (LeVay et al., 2008).

Os experimentos apresentados nesta dissertação investigaram os efeitos de três variáveis: temperatura, intensidade luminosa e densidade de cultivo, sobre a sobrevivência das larvas de *U. cordatus* cultivadas em laboratório.

A realização dos experimentos que avaliaram a influência da temperatura na larvicultura do caranguejo-uçá foi fortemente motivada pela amplitude climática que ocorre em nosso país. Os cultivos realizados na cidade de Curitiba no estado do Paraná, onde está localizado o Laboratório de Pesquisas com Organismos Aquáticos do GIA – UFPR, apresentam resultados bastante diferentes dos cultivos recentemente realizados na Fazenda Oruabo, da empresa Bahia Pesca, situada na região da Baía de Todos os Santos, no distrito de Acupe, município de Santo Amaro da Purificação, Bahia.

A capital do Paraná está a uma altitude de pouco menos de 1000 m, este fator influencia muito o clima fazendo com que, mesmo nos meses de verão, temperaturas próximas aos 15°C sejam comuns (Simepar, 2009). O litoral baiano apresenta clima tropical, com inverno chuvoso e verão seco e quente.

Durante as larviculturas realizadas em Curitiba, vários eventos de mortalidades repentinas foram relatados e, empiricamente, relacionados ao “mal tempo”. A realização dos experimentos demonstrou que este é fator chave no cultivo das larvas do caranguejo-uçá e, além disso, apontou a faixa acima dos 25°C como mais apropriada para o desenvolvimento larval de *U. cordatus*.

As típicas alterações climáticas de Curitiba incluem a ocorrência de vários dias nublados, afetando também a luminosidade natural. Em dias de sol, os tanques de cultivo instalados no LAPOA, recebem diretamente os raios solares no período da manhã. Nestas ocasiões é possível observar que as larvas se agregam em “nuvens” na área iluminada do tanque cultivo, permanecendo nesta região até que o sol não mais incida sobre a água. Este fenômeno está relacionado com a fototaxia positiva, ou seja, o efeito de atração que a luz desperta nos estágios iniciais do desenvolvimento larval de *U. cordatus*.



Figura 10 Manejo diário dos experimentos no LAPOA/GIA-UFPR. Foto: Alexandre G. Becker

Os benefícios da intensidade luminosa pareciam claros e os efeitos negativos permaneciam difíceis de mensurar. Os experimentos de laboratório revelaram que a intensidade luminosa influencia sutilmente a sobrevivência larval, mas afeta muito seu comportamento, sendo preferível manter a iluminação acima dos 210 lux, mesmo que seja necessário o uso de iluminação artificial.

O último fator investigado foi a densidade de estocagem das larvas cultivadas. No ambiente natural somente no momento da eclosão a densidade é elevada podendo chegara a 86000 indivíduos.m³ (Diele, 2000), uma vez no plâncton, cerca de 90% destas larvas

serão imediatamente predadas (Robertson *et al.*, 1988) reduzindo consideravelmente a densidade. A tendência dos cultivos artificiais é elevar a densidade para compensar baixas taxas de sobrevivência. Nos primeiros cultivos de *U. cordatus* as densidades utilizadas foram baseadas naquelas utilizadas no cultivo de camarões marinhos, variando de 150 a 200 larvas.L⁻¹ (Silva, 2001).

O experimento foi conduzido em condições de manejo e alimentação iguais àquelas rotineiramente empregadas na larvicultura em grande escala de *U. cordatus*, e apresentou resultados bem interessantes. A redução da densidade melhorou a taxa de sobrevivência e a análise dos resultados sugere que o uso da densidade de 50 larvas.L⁻¹ é o mais apropriado para o cultivo da espécie.

Os resultados obtidos neste trabalho estão reunidos na Tabela 5. As observações feitas experimentalmente nesta dissertação devem servir para o aprimoramento da metodologia de cultivo de larvas de *U. cordatus*, contribuindo, principalmente, para a obtenção de melhores taxas de sobrevivência.

Tabela 5 Efeitos da temperatura, intensidade luminosa e da densidade de cultivo na sobrevivência e duração da fase larval de *U. cordatus*.

Densidade	Unidade			
Tratamentos	Larvas/L ⁻¹	10	50	100
Tempo de duração da fase larval	Dias	29	31	33
Sobrevivência final	%	14,4	3,2	0,56
Temperatura				
Tratamentos	°C	20	25	30
Tempo de duração da fase larval	Dias	-	31	21
Sobrevivência final	%	0	20	26,7
Intensidade Luminosa - Cultivo coletivo				
Tratamentos	Lux	710	210	1
Tempo de duração da fase larval	Dias	36	32	36
Sobrevivência final	%	42	16	39
Intensidade Luminosa - Cultivo individual				
Tratamentos	Lux	710	210	1
Tempo de duração da fase larval	Dias	41	41	41
Sobrevivência final	%	30	7	22

A melhoria da metodologia de produção de larvas megalopa de *U. cordatus*, objetivo desta dissertação, não se limita a esfera acadêmica, é uma ação que vai de encontro aos movimentos que buscam o despertar da consciência ecológica, incentivando o homem a agir em prol da conservação da natureza.

Cultivamos o caranguejo-uçá com o objetivo de repovoamento, esta é a contribuição que escolhemos dar para a recuperação dos manguezais, ecossistema tão ameaçado e cujos moradores esperam por marés brandas e condições mais favoráveis à vida.



Figura 11 Liberação das larvas megalopas do caranguejo-uçá, *U. cordatus*, no distrito de Acupe, Santo Amaro da Purificação, Bahia. Repovoamento realizado durante a estação reprodutiva de 2008/2009. Foto: Kelly F. Cottens.

Referências

- DIELE, K. **Life history and population structure of the exploited mangrove crab *U. cordatus*** (L.) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté estuary, North Brazil. Bremen, Alemanha, 2000. 103 f. Tese (Doutorado, Zentrum für Marine Tropenökologie, Universität Bremen).
- ELLISON, A. M. Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: Moving beyond roving banditry. **Journal of sea research**, v. 59, p. 2 –15. 2008.
- IBAMA. 2003. **Portaria nº 52 de 30 de setembro de 2003**. Dispõe sobre a regulamentação da captura e comercialização do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*. Disponível em: www.ibama.gov.br/cepsul/legislacao.php?id_arq=210, acessado em novembro de 2008.
- LeVAY, L.; LEBATA, M. J. H.; WALTON, M.; PRIMAVERA, J.; QUNITIO, E.; LAVILLA-PITOGO, C.; PARADO-ESTEPA, F.; RODRIGUEZ, E.; UT, V. N.; NGHIA, T. T.; SORGELOOS, P.; WILLE, M. Approaches to Stock Enhancement in Mangrove-Associated Crab. **Fisheries reviews in fisheries science**, v. 16, n. 1 - 3, p. 72 – 80. 2008.
- NASCIMENTO, S. A. **Biologia do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Aracaju, 1993. 48p. Administração estadual do meio ambiente do estado de Sergipe ADEMA/SE.
- ROBERTSON, A. I.; DIXON, P.; DANIEL, P. A. Zooplankton dynamics in a mangrove and other nearshore habitats in tropical Australia. *Marine Ecology Progress Series*, v. 43, p. 139 – 150.
- SCHMITD, E. J.; OLIVEIRA, M. A. **Plano de ação para o caranguejo-uçá em Canavieiras**. Projeto ALMA – Ambientes Litorâneos da Mata Atlântica. Instituto de Conservação de Ambientes Litorâneos da Mata Atlântica – Ecotuba. 96 p. 2006.
- SILVA, U. A. **Cultivos Experimentais de Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)**. Curitiba, 2001. 89 f. Tese (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Paraná.
- SIMEPAR. **Almanaque climático do Estado do Paraná**. Disponível em: <http://www.simepar.br/>, acessado em janeiro de 2009.