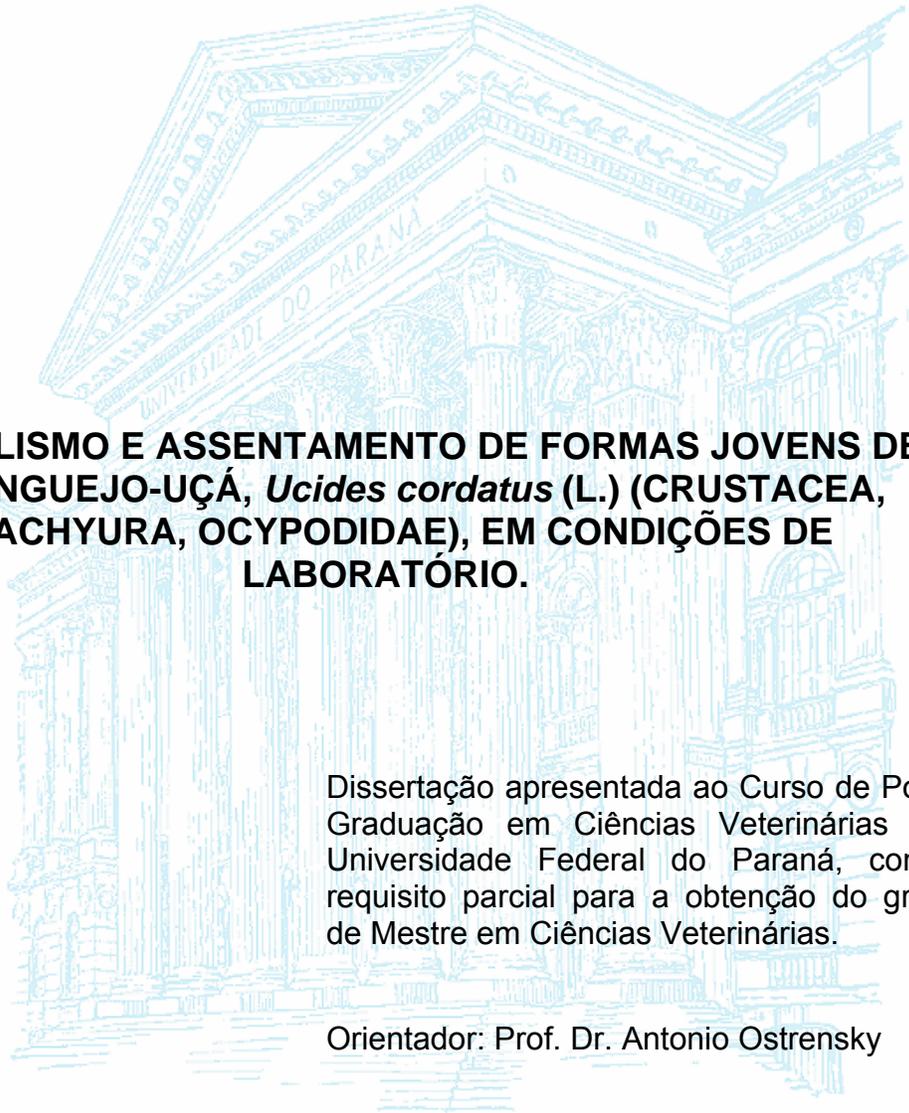


ROBSON VENTURA DE SOUZA



**CANIBALISMO E ASSENTAMENTO DE FORMAS JOVENS DE
CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus* (L.) (CRUSTACEA,
BRACHYURA, OCYPODIDAE), EM CONDIÇÕES DE
LABORATÓRIO.**

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

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ostrensky

CURITIBA

2006



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação do Candidato ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área Produção Animal **ROBSON VENTURA DE SOUZA** após a realização desse evento, exarou o seguinte Parecer:

- 1) A Dissertação, intitulada “**CANIBALISMO E ASSENTAMENTO DE FORMAS JOVENS DE CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus* (L.) (CRUSTACEA, BRACHYURA, OCYPODIDAE), EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**” foi considerada, por todos os Examinadores, como um louvável trabalho, encerrando resultados que representam importante progresso na área de sua pertinência.
- 2) O Candidato apresentou-se muito bem durante a Defesa da Dissertação, respondendo a todas as questões que foram colocadas.

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

Curitiba, 22 de junho de 2006.


Prof. Dr. Antonio Ostrensky Neto
Presidente/Orientador


Dra. Débora Pestana da Silva
Membro


Profa. Dra. Sônia Graça Melo
Membro

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as oportunidades que tem me dado. Aos meus pais e irmãos pelo apoio incondicional. A Viviane pelo carinho e paciência. Aos meus amigos, e realmente verdadeiros amigos, que Alguém vem colocando estrategicamente em meu caminho. Os velhos amigos de Rock'n roll, os da universidade e os que fiz nesse maravilhoso grupo que é o GIA (Leandro, Robert, Paulo, Fábio, Júlio, Ezequiel, Gabriel, Gilmar, Lineu, Chico, Alexandre, Tacy, Kelly, Gisele, Débora, Cristiane, Patrícia, Manuela, Ambrósio, Eduardo, Luiz). Esses últimos são co-responsáveis por esta dissertação, pois sem eles teria sido impossível a realização dos trabalhos e experimentos.

Este agora, um agradecimento especial, a duas pessoas que foram a chave para que eu pudesse realizar este mestrado: Ubiratã de Assis Teixeira da Silva, o Bira, que acreditou em mim desde o início, e se não fosse ele, provavelmente eu não estaria terminando essa etapa. E ao grande mestre e amigo Antonio Ostrensky. Se hoje, eu posso me considerar um profissional, a responsabilidade é toda dele.

A todos, muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS _____	V
LISTA DE TABELAS _____	VI
RESUMO GERAL _____	VII
ABSTRACT _____	VIII
CAPÍTULO I - Apresentação _____	1
CAPÍTULO II - Avaliação das taxas de canibalismo entre larvas de <i>Ucides cordatus</i> produzidas em laboratório _____	1
1. Resumo _____	1
2. Introdução _____	1
3. Material e métodos _____	3
4. Resultados _____	6
5. Discussão _____	12
6. Conclusões _____	13
7. Referências _____	14
CAPÍTULO III - Estudo do assentamento de larvas de caranguejo-uçá, <i>Ucides cordatus</i> , produzidas em laboratório, aplicado ao Repovoamento _____	18
1. Resumo _____	18
2. Introdução _____	18
3. Material e Métodos _____	20
4. Resultados _____	21
5. Discussão _____	22
6. Conclusões _____	25
7. Referências _____	25
CAPÍTULO IV – Conclusão _____	30

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Taxa de sobrevivência de larvas *U. cordatus*, nos diferentes estágios de Zoea, expostas ou não à presença de megalopas. As larvas do grupo controle não foram expostas a presença de megalopas. _____ 7*
- Figura 2 – Quantidade de larvas na fase de zoea mortas ou canibalizadas¹ pelas megalopas². _____ 9*
- Figura 3 - A - zoea morta mas não consumida por megalopas; B, C e D - restos mortais de zoeas canibalizadas por megalopas _____ 10*
- Figura 4 - Taxas de sobrevivência de megalopas de *U. cordatus* cultivadas sob diferentes densidades. No tratamento controle havia apenas uma larva em cada unidade experimental, equivalendo à mesma densidade do segundo tratamento = 10 megalopas/litro. O experimento teve duração de sete dias. _____ 11*
- Figura 5- Taxas de sobrevivência de megalopas de *U. cordatus* cultivadas sem alimento (Controle) ou alimentadas com náuplios de artêmia na concentração de 0,3 náuplio de artêmia/ml. O experimento teve duração de cinco dias. _____ 12*
- Figura 6 – Variação temporal do número cumulativo (linhas) e frequência de observação (barras) de larvas que escavaram tocas e que realizaram a metamorfose para juvenil ao longo do experimento, em relação ao tempo pós-metamorfose para a fase de megalopa. _____ 22*

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1. Medianas das taxas de sobrevivência de larvas de U. cordatus em diferentes estágios de zoea, quando expostas à presença de megalopas sob diferentes regimes alimentares</i>	<i>8</i>
<i>Tabela 2. Medianas do número de larvas de U. cordatus na fase de zoea, em diferentes estágios, mortas pelas megalopas, que foram consumidas pelas mesmas¹</i>	<i>9</i>

RESUMO GERAL

A larvicultura de *Ucides cordatus* em laboratório e posterior liberação de formas jovens no ambiente natural é uma tecnologia que vem sendo desenvolvida desde 2001 pelo Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais – GIA-UFPR com o objetivo de criar alternativas para a recuperação dos estoques de populações dessa espécie em áreas costeiras alteradas. Como tal tecnologia é recente, muitos aspectos desse processo ainda precisam ser melhor conhecidos e compreendidos. Dois desses aspectos foram estudados na presente dissertação: o canibalismo entre larvas, em condições de laboratório, e a avaliação da idade tecnicamente mais adequada das formas jovens no momento da sua liberação no ambiente natural. Para o estudo do canibalismo foram realizados ensaios sobre a predação entre larvas na fase de megalopa sob diferentes densidades de cultivo (10, 15 e 25 megalopas/l), e destas sobre larvas na fase de zoea em diferentes estágios de desenvolvimento (Zoea I, III, IV, V e VI). No caso do canibalismo de megalopas sobre zoeas, as larvas foram expostas à presença de megalopas e os tratamentos foram comparados a um grupo controle, onde só havia zoeas. A mediana das taxas de sobrevivência nos experimentos de canibalismo entre megalopas foi de 100%, independente da densidade testada. Quanto ao canibalismo de megalopas sobre zoeas, analisando os dados de forma agrupada, observou-se uma maior taxa de mortalidade entre as zoeas expostas às megalopas que entre as zoeas do grupo controle ($p < 0,05$). Porém, analisando os dados por estágio de desenvolvimento, observou-se que houve maior mortalidade das larvas do tratamento com presença de megalopas somente nos estágios de Zoea IV, V e VI ($p < 0,05$). Os resultados obtidos indicam que taxas finais de sobrevivência de larvas *U. cordatus*, em laboratório, são significativamente afetadas pelo canibalismo exercido por megalopas sobre larvas na fase de zoea. Foi evidenciado também que as megalopas exercem este tipo de comportamento preferencialmente em relação a zoeas em estágios finais de desenvolvimento. Não houve evidências da existência de canibalismo entre megalopas. O experimento de assentamento das larvas de *U. cordatus*, foi realizado em laboratório, onde este fenômeno foi observado em unidades experimentais compostas por frascos de 300 ml, onde eram colocadas individualmente larvas no estágio de megalopa. Os dados obtidos revelaram que as formas jovens assentam-se no sedimento de mangue ainda na fase de megalopa, entre 3 e 10 dias após a sua metamorfose para esta fase. Durante o assentamento, as larvas constroem tocas, onde ocorre a metamorfose. A metamorfose para juvenil ocorreu após 12,6 dias ($\bar{\delta} = 2,33$) da metamorfose para megalopa. Após a metamorfose para o primeiro estágio juvenil, os animais apresentaram-se completamente assentados ao fundo, não possuindo mais capacidade de nadar na coluna de água. Os resultados indicam que, ao contrário de várias outras espécies de caranguejos, a liberação das formas imaturas de *U. cordatus* pode ser feita já no primeiro estágio juvenil, nos trabalhos de repovoamento desta espécie. O trabalho aqui desenvolvido poderá contribuir tanto para o aumento da eficiência das larviculturas, como para maior sucesso dos programas de recuperação populacional do caranguejo-uçá em áreas alteradas.

ABSTRACT

The larviculture of *Ucides cordatus* in the laboratory and the subsequent release of immature forms into the natural environment is a technology that is being developed since 2001 by the Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais – GIA-UFPR with the goal of creating alternatives for the recuperation of stocks of populations of this species in disturbed coastal areas. Given that this technology is recent, several aspects of this process still need to be better known and understood. Two of these aspects are addressed in this dissertation: the cannibalism among larvae under laboratory conditions, and the evaluation of the most appropriate time for the release of immature forms into the natural environment. For the study of cannibalism, experiments were carried out to assess the predation among megalopes under different rearing densities (10, 15, and 25 megalopes/L), as well as the predation of megalopes on younger developmental stages (Zoea I, III, IV, V, and VI). In the case of cannibalism of megalopes on zoeas, the larvae were exposed on the presence of megalopes and the treatments were compared to a control group where only zoeas were present. The median of the survivorship rates in the cannibalism experiments was 100%, regardless of the tested density. In the case of cannibalism of megalopes on zoeas, when all age classes were considered simultaneously, there was a higher mortality rate of zoeas when exposed to megalopes than in the control group ($p < 0,05$). However, when the analysis was conducted separately for each age class, there was a statistically significant increase in mortality rates in the presence of megalopes only in the case of Zoea IV, V, and VI ($p < 0,05$). The obtained results indicate that the final survivorship rates of larvae of *U. cordatus*, under laboratory conditions, are significantly affected by cannibalism by megalopes on zoea larvae. Moreover, megalopes show this type of effect more markedly in the case of larvae of late developmental stages. There was no evidence of the existence of cannibalism among megalopes. The experiment on the larval establishment of larvae of *U. cordatus* was carried out in the laboratory, where this phenomenon was observed in experimental units composed of 300 mL vials where individual megalopes were placed. The results indicate that the young forms establish themselves on the mangrove sediments still as megalopes, between 3 and 10 days after molting into that age class. During establishment, the larvae excavate small pits where metamorphosis takes place. The metamorphosis into juveniles occurred after 12.6 days ($\bar{\delta} = 2.33$) of the molt into megalope. After the metamorphosis into the first juvenile stage, the animals were completely restricted to the bottom, without any capacity to swim on the water column. The results indicate that, contrary to other crab species, the release can already be performed on this stage in the restocking efforts of *U. cordatus*. The study developed here can contribute to an increase in the efficiency of larviculture, as well as to an improved success in programs of population recovery of the “caranguejo-uçá” in disturbed areas.

CAPÍTULO I - APRESENTAÇÃO

A presente dissertação de mestrado aborda aspectos críticos da larvicultura do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, em larga escala. A tecnologia para larvicultura desta espécie de caranguejo em laboratório e posterior liberação de formas jovens vem sendo desenvolvida desde 2001 pelo GIA – Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, da UFPR, com o objetivo de criar uma alternativa para a recuperação dos estoques de populações dessa espécie em áreas ambientalmente alteradas.

Como tal tecnologia é recente, muitos aspectos desse processo ainda precisam ser melhor conhecidos e compreendidos. Por este motivo, desde o início dos trabalhos, o GIA vem realizando pesquisas nesta área, como é o caso dos trabalhos que deram origem à presente dissertação.

Pode-se afirmar que as bases tecnológicas para a produção de larvas de *U. cordatus* em larga escala já estão relativamente bem dominadas. Porém, os índices de sobrevivência dessas larvas obtidos em laboratório ainda estão muito aquém, por exemplo, daqueles obtidos nos cultivos de camarões Penaeidae.

Isto ocorre principalmente em função de eventos que se manifestam na fase final do ciclo de produção e que provocam a elevação dos índices de mortalidade. Um desses eventos, que ocorre durante a metamorfose de larvas do estágio de zoea VI para megalopa, foi batizado, a exemplo de eventos semelhantes que acontecem na larvicultura de outros crustáceos Decapoda, de MDS (Molt Death Syndrome) ou síndrome da morte na muda. Muitos estudos vêm sendo realizados pelos pesquisadores do GIA com o objetivo de esclarecer as causas dessa síndrome, que, contudo, ainda não são bem compreendidas (Silva et. al, em preparação).

A MDS é apenas um dos fatores críticos que influenciam nos resultados finais das larviculturas em larga escala. Outro problema que tem sido observado na fase final do ciclo de larvicultura, após a metamorfose das primeiras larvas para a fase de megalopa, é o aumento das taxas de canibalismo. Durante as inspeções diárias das larvas presentes nos tanques de larvicultura é possível se observar que aquelas larvas que realizam a muda para megalopa mais precocemente acabam predando as larvas que estão realizando ou que ainda não realizaram a metamorfose de zoea

para megalopa. Porém, como esse não é um fenômeno facilmente observável nos tanques de cultivo, a contribuição desse comportamento para a redução das taxas finais de sobrevivência obtidas nas larviculturas era uma incógnita até então. O segundo capítulo da presente dissertação aborda aspectos do canibalismo entre as larvas de *U. cordatus* em laboratório e discute possíveis maneiras de reduzir as mortalidades por esta causa.

Outra importante linha de pesquisa que o GIA vem desenvolvendo é o estudo da idade tecnicamente mais adequada das formas jovens no momento da sua liberação no ambiente natural. As liberações realizadas até então, em sua grande maioria, foram feitas com larvas na fase de megalopa. Porém, em trabalhos de repovoamento de outras espécies de caranguejos, realizados em outros países, as liberações geralmente são feitas quando as formas jovens já se encontram na fase juvenil, e somente após os animais atingirem determinadas larguras de carapaça. Tal metodologia foi definida para essas espécies com base em estudos de assentamento larval e com base em estudos de predação das formas jovens liberadas, em diferentes fases e tamanhos, por peixes ou outros tipos de predadores naturais. Estudos de predação das larvas de *U. cordatus* já estão sendo realizados pelos pesquisadores do GIA (Costa et. al, em preparação).

Por sua vez, os processos biológicos envolvidos no assentamento de formas larvais, que também são fundamentais para se definir a idade ou fase mais apropriadas e também os procedimentos mais eficientes para a liberação de formas jovens de *U. cordatus* no ambiente, são abordados no terceiro capítulo desta dissertação. Um experimento de observação do assentamento das formas jovens em laboratório é descrito neste capítulo, e os resultados são discutidos com ênfase na sua aplicação em trabalhos de repovoamento.

O que se espera é que o presente trabalho se constitua em uma fonte referencial de consulta para pesquisadores e técnicos que se dediquem a produção de larvas do caranguejo-uçá.

A presente dissertação está estruturada na forma de capítulos independentes, elaborados no formato de publicação científica. Os capítulos, por sua vez, também possuem estruturas independentes. O objetivo desta formatação é facilitar a posterior publicação dos resultados aqui obtidos.

CAPÍTULO II
AVALIAÇÃO DAS TAXAS DE CANIBALISMO ENTRE LARVAS DE *Ucides cordatus* PRODUZIDAS EM LABORATÓRIO

1. RESUMO

Durante as larviculturas de *U. cordatus* em laboratório, é possível, principalmente após a muda para megalopa, observar a ocorrência de canibalismo entre as larvas presentes nos tanques de cultivo, especialmente de megalopas sobre larvas mais jovens ou que ainda não realizaram a metamorfose. Os objetivos do presente trabalho foram testar a hipótese de que as taxas de sobrevivência das larvas ao final da larvicultura são significativamente influenciadas pelo canibalismo exercido por megalopas sobre larvas em estágios mais jovens ou entre as próprias megalopas; e verificar se a utilização de diferentes protocolos alimentares pode funcionar como meio para reduzir os índices de mortalidade por canibalismo. Os experimentos foram conduzidos em recipientes plásticos transparentes contendo água na salinidade 25, mantidos em condições ambientais controladas (temperatura 26°C, fotoperíodo 16h luz : 8 horas de escuro). Em um dos experimentos testou-se a pressão de predação exercida pelas megalopas sobre zoeas em diferentes estágios; em outros dois experimentos avaliou-se a ocorrência de predação entre larvas na fase de megalopa. Também foi avaliado se o fornecimento de náuplios de artêmia, como regime alimentar alternativo, apresenta efeitos negativos sobre as taxas de canibalismo. Foi observada uma maior taxa de mortalidade de zoeas quando mantidas na presença de megalopas, evidenciando a ocorrência do canibalismo. Quando a análise foi realizada por estágios larvais, o canibalismo foi evidenciado para os estágios de zoea IV, V e VI. A redução significativa das taxas de mortalidade por canibalismo não foi evidenciada no tratamento onde a alimentação foi suplementada com náuplios de artêmia na densidade de 0,3 náuplios, porém foi observada no tratamento suplementado com náuplios de artêmia na maior densidade (6 náuplios/ml). Quanto à predação entre megalopas, em todos os experimentos as medianas das taxas de sobrevivência foram 100%, indicando que não ocorreu canibalismo.

2. INTRODUÇÃO

Ucides cordatus, popularmente conhecido como caranguejo-uçá, catanhão ou caranguejo-verdadeiro, ocorre na costa ocidental americana, desde a Flórida (EUA) (28°N, 81°W) até Santa Catarina (Brasil)(27°S, 49°W)(Silva, 2002). Essa espécie de caranguejo é considerada um recurso pesqueiro de fundamental importância para as populações do litoral brasileiro, principalmente para aquelas que vivem no entorno das baías (Glaser, 2003).

A captura indiscriminada, aliada à degradação dos manguezais e, desde 1998, à ocorrência de uma enfermidade denominada de Doença do Caranguejo

Letárgico (Boeger et al, 2005), tem contribuído para a diminuição drástica dos estoques naturais de *U. cordatus* em várias regiões do país.

Uma das alternativas que vêm sendo trabalhadas desde 2001 pelo Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais da Universidade Federal do Paraná (GIA – UFPR) para a recuperação de populações de *U. cordatus* em áreas alteradas é a produção massiva de larvas em laboratório e a sua posterior liberação nas áreas-alvo.

A base dos esforços de repovoamento dessa espécie é a captura de fêmeas ovígeras nos manguezais, a eclosão e o cultivo larval em condições laboratoriais controladas. Durante a larvicultura, as larvas, que eclodem na fase de zoea, passam por cinco ou seis estágios (Rodrigues e Hebling, 1989) até atingirem a fase de decapodito, quando são então liberadas nos manguezais. No caso das espécies pertencentes à infraordem Brachyura, a larva na fase de decapodito também pode ser chamada de megalopa (Williamson, 1982; Anger, 2001), terminologia adotada no presente trabalho.

Durante a metamorfose de zoea para megalopa, a larva sofre grandes mudanças morfológicas e comportamentais. Na fase de zoea, as larvas utilizam os maxilípedes para a natação. Já na fase de megalopa, as mesmas passam a apresentar apêndices natatórios funcionais, os pleópodos, que conferem uma agilidade muito maior que na fase anterior (Anger, 2001). Além disso, as megalopas passam a apresentar quelípodos bem desenvolvidos, o que lhes proporciona um maior poder de predação em relação à zoea (Moksnes et al., 1997).

Durante a larvicultura de *U. cordatus* em laboratório, principalmente após a metamorfose para megalopa, é possível observar a ocorrência de canibalismo entre as larvas presentes nos tanques de cultivo, especialmente das megalopas sobre as larvas mais jovens.

A predação intraespecífica, ou canibalismo, pode contribuir na regulação e estruturação das populações de caranguejos e siris, como observado em experimentos em campo realizados com *Callinectes sapidus* (Hines et al., 1987; Ruiz et al., 1993; Hines e Ruiz, 1995; Smith, 1995), *Cancer magister* (Fernandez et al., 1993; Botsford e Hobbs, 1995; Eggleston e Armstrong, 1995), *Hemigrapsus penicillatus* (Kurihara e Okamoto, 1987), *Chionoecetes opilio* (Lovrich e Sainte-Marie, 1997) e *Carcinus maenas* (Moksnes, 1999). O canibalismo é considerado por alguns pesquisadores como a principal causa das reduzidas taxas de sobrevivência

larval observadas naturalmente em várias espécies de caranguejo (Aileen et al., 2000; Baylon e Failaman, 1999). Segundo Zmora (2005), o canibalismo entre megalopas e juvenis foi a razão que historicamente limitou o sucesso dos cultivos realizados em berçários intensivos de uma série de espécies de caranguejos e siris.

O objetivo do presente trabalho é testar a hipótese de que as taxas finais de sobrevivência de larvas de *U. cordatus* produzidas em laboratório são significativamente influenciadas pelo canibalismo exercido por megalopas sobre larvas em estágios mais jovens ou entre as próprias megalopas. Complementarmente, determinar se há alguma preferência de predação das megalopas sobre esses estágios mais iniciais de desenvolvimento, além de testar se a utilização de diferentes protocolos alimentares pode funcionar como meio para reduzir os índices de mortalidade por canibalismo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As larvas utilizadas neste trabalho foram geradas a partir de fêmeas ovígeras de *U. cordatus* coletadas nos manguezais do município de Antonina, Paraná, Brasil (25° 25' 08" S e 48° 42' 33" W). Após a coleta, as fêmeas foram levadas até o Laboratório de Pesquisa com Organismos Aquáticos (LAPOA), do Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais (GIA), da UFPR, localizado em Curitiba, Paraná (25° 24' 47,97" S, 49° 14' 52,98" W). No laboratório, as fêmeas foram mantidas em tanques plásticos de 1.000 litros, contendo água marinha em condições ambientais controladas (temperatura 26°C, pH 8,0, Salinidade 26), até que ocorresse a eclosão das larvas.

As larvas utilizadas nos experimentos foram cultivadas nos tanques de larvicultura massiva do laboratório até que atingissem o estágio desejado para cada teste. Durante a larvicultura as larvas receberam alimentação específica para cada estágio de desenvolvimento: microalgas (gênero *Chaetoceros*) e rotíferos (*Brachionus plicatilis*) durante toda a larvicultura e, a partir do estágio de zoea V, a alimentação foi suplementada com náuplios recém eclodidos de *Artemia* sp. Protocolos semelhantes a esse são utilizados na larvicultura de camarões marinhos, caranguejos e siris (Cholik, 1997; Fortes, 1997; Barbieri e Ostrensky, 2001; Zmora, 2005).

Os experimentos foram realizados em sala climatizada sob condições de temperatura (26°C) e fotoperíodo controladas (16 horas de luz : 8 de escuro). Foram

utilizados como unidades experimentais, em todos os testes, recipientes transparentes de plástico, com 5 cm de diâmetro inferior, 8 cm de diâmetro superior e 10,5 cm de altura, com capacidade para 300 ml. Esses recipientes eram mantidos sobre superfície escura para facilitar a observação das larvas.

A água utilizada nos experimentos foi previamente desinfetada com hipoclorito na concentração de 5 ppm, neutralizada e filtrada com filtro de celulose de 5 micra. Em todos os experimentos a água encontrava-se sempre na mesma salinidade, 26, e condições ambientais encontradas nos tanques de larvicultura. Os experimentos foram realizados em sistema semi-estático, com transferência das larvas para novos recipientes, contendo água limpa, a cada 24 h. Durante a transferência, o número de larvas na fase de zoea e de megalopa vivas, mortas ou canibalizadas¹ em cada unidade experimental era quantificado e as larvas mortas ou canibalizadas eram substituídas por novas larvas no mesmo estágio de desenvolvimento.

Delineamento experimental:

Canibalismo de megalopas sobre zoeas em diferentes estágios

Foram utilizados 20 recipientes preenchidos com 100 ml de água. Em todos os recipientes foram adicionadas 20 larvas na fase de zoea, juntamente com duas megalopas. O tratamento controle continha apenas as vinte larvas na fase de zoea e nenhuma megalopa. As larvas de todos os tratamentos foram alimentadas com microalgas da espécie *Chaetoceros muelleri* (350.000 células/ml) e rotíferos *Brachionus plicatilis* (10 rotíferos/ml) como alimentação básica.

O experimento foi conduzido em três tratamentos diferentes, além do controle, com cinco réplicas cada. No primeiro tratamento, as larvas não receberam nenhuma alimentação suplementar, além da alimentação básica. No segundo tratamento, as larvas receberam náuplios recém-eclodidos de artêmia, na concentração de 0,3 náuplios/ml, que é a mesma concentração mantida nos tanques de larvicultura massiva do laboratório. No terceiro tratamento, as larvas também foram alimentadas com náuplios de artêmia, porém na concentração de 6 náuplios/ml.

Como o experimento era dependente das larvas obtidas a partir da larvicultura massiva realizada no laboratório, não foi possível a realização de testes com todos

¹ Larvas encontradas mortas e parcialmente, ou completamente, consumidas pelas megalopas

os estágios de zoea ao mesmo tempo. Por este motivo, o experimento foi conduzido em etapas. Cada etapa durava dois dias e testava o canibalismo sobre um determinado estágio específico de zoea. O teste não foi realizado com larvas no estágio de zoea II, uma vez que este estágio já não estava presente nos tanques de cultivo no início do experimento.

Canibalismo entre megalopas

Para verificar a existência de canibalismo entre megalopas foram realizados dois experimentos: um testando a influência da densidade de cultivo e outro testando a influência da alimentação sobre as taxas de mortalidade por canibalismo.

- Influência da densidade de cultivo sobre as taxas de mortalidade por canibalismo entre megalopas

Foram utilizados 25 recipientes, sendo que dez desses foram utilizados como grupo controle. Os tratamentos foram testados em cinco unidades experimentais cada. No controle, os recipientes recebiam 100 ml de água e somente uma megalopa, equivalendo a uma densidade de 10 megalopas/litro. Os recipientes do primeiro tratamento recebiam 200 ml de água e duas megalopas. Desta forma, apesar da relação da quantidade de megalopas por volume de água ser e a mesma do controle (10 megalopas/litro), neste tratamento havia a possibilidade da ocorrência de canibalismo. No terceiro e quarto tratamentos, os recipientes recebiam a mesma quantidade de água do segundo (200 ml), porém foram povoados com três e cinco megalopas cada, equivalendo a uma densidade de 15 e 25 megalopas/litro, respectivamente. As larvas de todos os tratamentos foram alimentadas com náuplios recém-eclodidos de artêmia, na concentração de 0,3 náuplios/ml. O experimento teve duração total de 7 dias.

- Influência da alimentação sobre as taxas de mortalidade por canibalismo entre megalopas

Foram utilizados dez recipientes contendo 200 ml de água e cinco megalopas cada (equivalente a uma densidade de 25 megalopas/litro). Cinco destas unidades foram utilizadas como controle. Neste tratamento as larvas não foram alimentadas. Nas cinco unidades restantes, as larvas foram alimentadas com náuplios recém-

eclodidos de artêmia, na concentração de 0,3 náuplios/ml. O experimento teve duração de 5 dias.

Tratamento estatístico

As séries de dados, quando submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, revelaram uma distribuição não-paramétrica. Desta forma, nos experimentos de canibalismo de megalopas sobre zoeas e no experimento de canibalismo entre megalopas que testou a influência da densidade larval, os tratamentos foram comparados por meio do teste H de Kruskal-Wallis. Já no experimento de canibalismo entre megalopas que avaliou a influência da alimentação sobre as taxas de mortalidade por canibalismo os dados foram submetidos ao teste U de Mann-Whitney.

4. RESULTADOS

Canibalismo de megalopas sobre zoeas em diferentes estágios

Quando os dados de todas as etapas do experimento foram analisados de forma agrupada, observou-se uma menor taxa de sobrevivência entre as zoeas expostas às megalopas que entre as zoeas do grupo controle (N = 100, $p < 0,001$).

Porém, analisando os dados separadamente, por estágio de desenvolvimento, observou-se que houve menor sobrevivência das larvas do tratamento com presença de megalopas nos estágios de Zoea IV (N = 20, $p < 0,001$), Zoea V (N = 20, $p < 0,001$) e Zoea VI (N = 20, $p < 0,001$). Contudo, não foram detectadas diferenças significativas em relação a Zoea I e Zoea III ($p > 0,05$) (Figura 1).

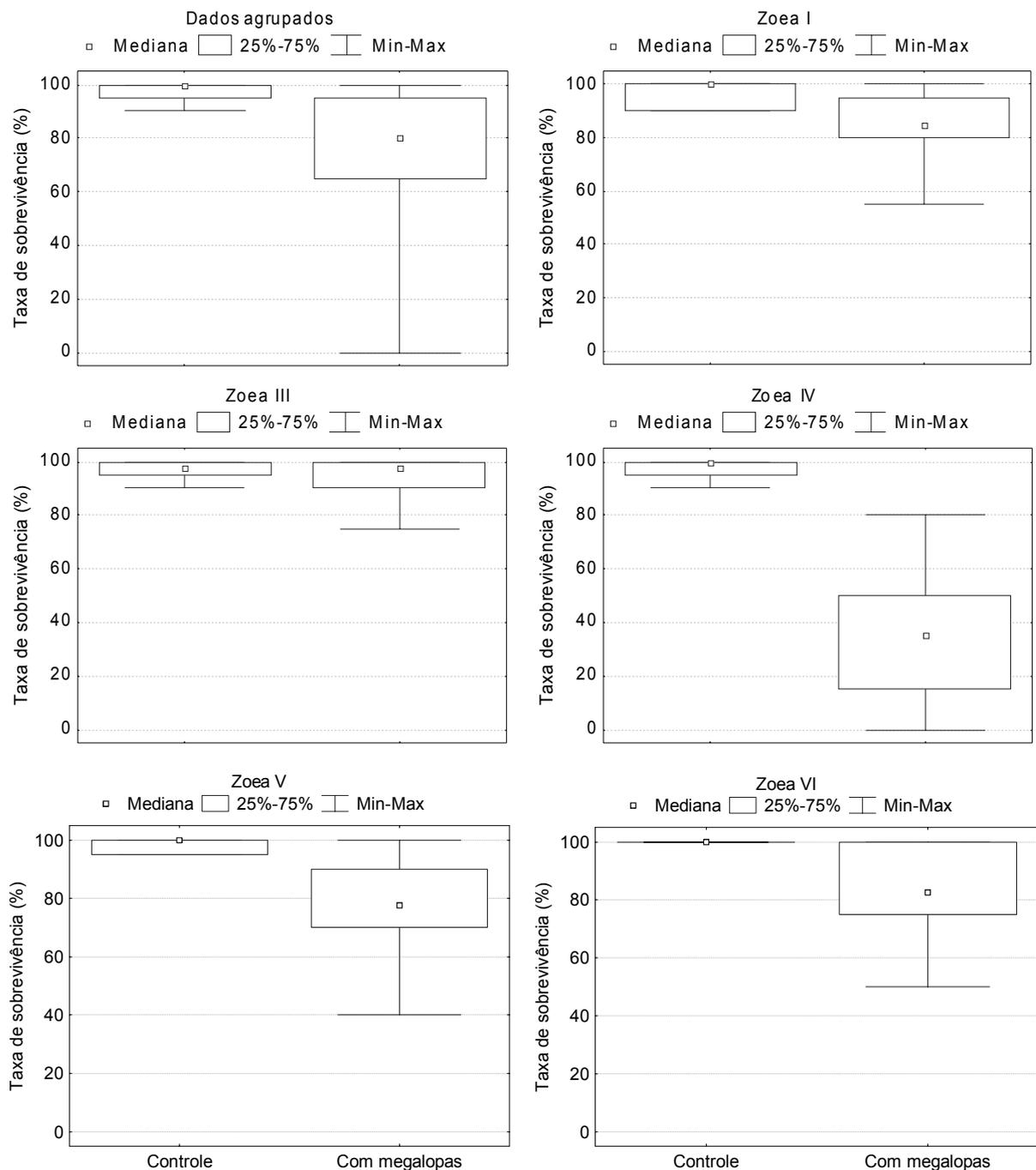


Figura 1. Taxa de sobrevivência de larvas *U. cordatus*, nos diferentes estágios de Zoea, expostas ou não à presença de megalopas. As larvas do grupo controle não foram expostas a presença de megalopas.

Quanto à alimentação a partir de diferentes protocolos, o aumento significativo das taxas de sobrevivência foi observado somente no tratamento suplementado com náuplios de *Artemia* sp. na concentração de 6 náuplios/ml e para os estágios de Zoea IV (N = 30, p < 0,01) e VI (N = 30, p < 0,001). Para o

estágio de Zoea V foi observada a mesma tendência, porém não foram detectadas diferenças significativas (Tabela 1).

Já a análise do número de larvas canibalizadas¹, quando realizada com os dados de todos os estágios larvais agrupados, revelou que as zoeas foram significativamente consumidas nos tratamentos 1 e 2 (N = 150, p < 0,001) (Figura 2 e 3), mesmos tratamentos onde foi evidenciada a maior mortalidade das zoeas pela presença de megalopas. Quando os dados foram analisados separadamente, por estágio de desenvolvimento larval, a mesma tendência foi seguida para Zoea IV, V (N = 30, p < 0,001) e VI, embora neste último não tenham sido observadas diferenças significativas entre os tratamentos (p > 0,05) (Tabela 2).

Tabela 1. Medianas das taxas de sobrevivência de larvas de U. cordatus em diferentes estágios de zoea, quando expostas à presença de megalopas sob diferentes regimes alimentares²

Tratamentos	Zoea I	Zoea III	Zoea IV	Zoea V	Zoea VI
1	85 ^a (55 – 100)	97,5 ^a (75 - 100)	35 ^b (0 – 80)	77,5 ^a (40 - 100)	82,5 ^b (50 – 100)
2	97,5 ^a (65 – 100)	95 ^a (75 - 100)	32,5 ^b (5 – 65)	72,5 ^a (30 - 100)	80 ^b (50 – 90)
3	100 ^a (85 – 100)	85 ^a (70 - 100)	97,5 ^a (15 - 100)	90 ^a (65 - 100)	100 ^a (95 – 100)

² Tratamento 1. Protocolo básico, alimentado com rotíferos e microalgas; Tratamento 2. Mesma dieta do grupo controle, porém suplementada com náuplios de Artemia sp. na concentração de 0,3 náuplios/ml; Tratamento 3. Mesma dieta do grupo controle, porém suplementada com náuplios de Artemia sp. na concentração de 6 náuplios/ml. As letras sobrescritas indicam os grupos homogêneos, entre os diferentes tratamentos, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis (p>0,05). Valores entre parenteses correspondem aos limites observados.

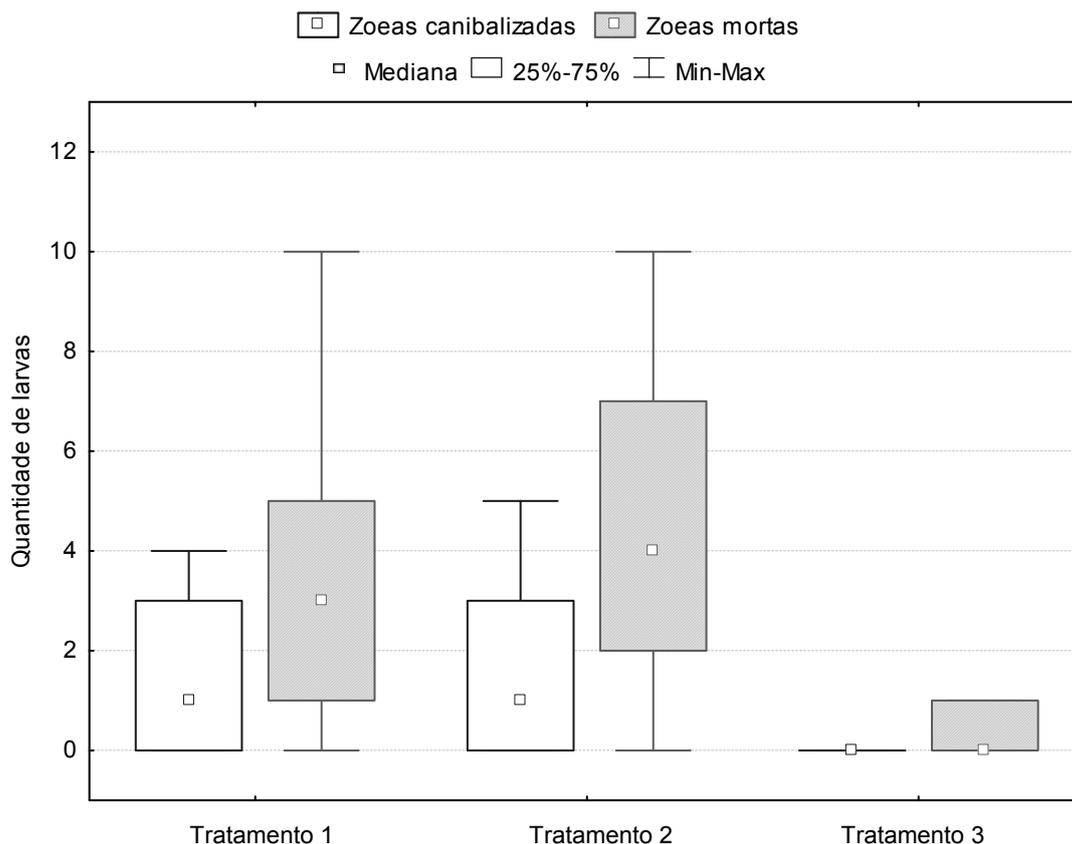


Figura 2 – Quantidade de larvas na fase de zoea mortas ou canibalizadas¹ pelas megalopas².

Tabela 2. Medianas do número de larvas de *U. cordatus* na fase de zoea, em diferentes estágios, canibalizadas¹ pelas megalopas².

Tratamentos	Zoea I	Zoea III	Zoea IV	Zoea V	Zoea VI
1	0,5 ^a (0 - 8)	0 ^a (0 - 2)	9,5 ^a (4 - 15)	3 ^a (0 - 9)	2 ^a (0 - 4)
2	0 ^a (0 - 4)	0 ^a (0 - 3)	10 ^a (4 - 14)	4 ^a (0 - 7)	1,5 ^{a,b} (0 - 5)
3	0 ^a (0 - 0)	0,5 ^a (0 - 1)	0 ^b (0 - 12)	0,5 ^b (0 - 3)	0 ^b (0 - 0)

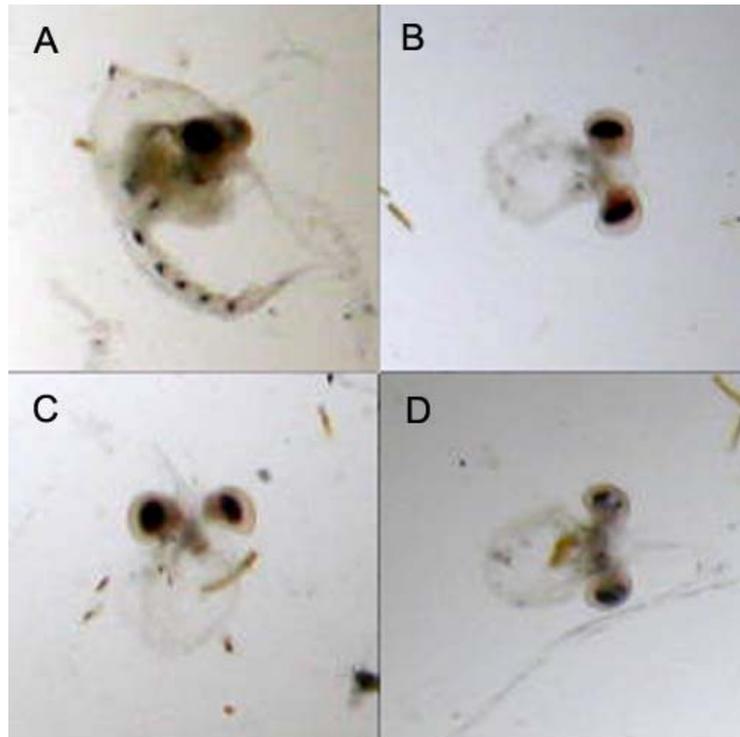


Figura 3 - A - zoea morta mas não consumida por megalopas; B, C e D - restos mortais de zoeas canibalizadas por megalopas

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as taxas de sobrevivência das zoeas entre o primeiro e o segundo dia de experimento para todas as fases em todos tratamentos testados. Também não foi evidenciada diferença significativa entre a mortalidade de megalopas ao longo do experimento nos diferentes tratamentos.

Canibalismo entre megalopas

Influência da densidade de cultivo sobre as taxas de mortalidade por canibalismo entre megalopas

A mediana das taxas de sobrevivência em todos os tratamentos testados foi de 100% (Figura 4), indicando que não ocorreu mortalidade de megalopas em função de comportamentos agonísticos. Também não houve relação entre as densidades testadas e as taxas de sobrevivência das megalopas ($N = 175$, $p > 0,05$). Igualmente, não foram detectadas diferenças significativas entre as taxas de sobrevivência das larvas ao longo dos sete dias de duração do experimento.

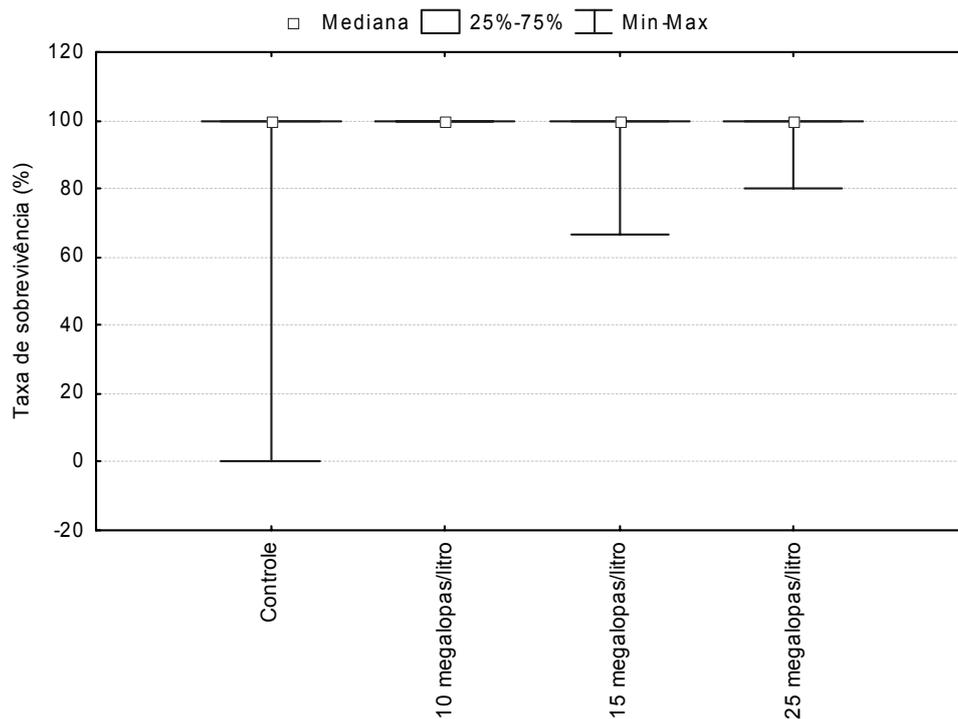


Figura 4 - Taxas de sobrevivência de megalopas de *U. cordatus* cultivadas sob diferentes densidades. No tratamento controle havia apenas uma larva em cada unidade experimental, equivalendo à mesma densidade do segundo tratamento = 10 megalopas/litro. O experimento teve duração de sete dias.

Influência do regime alimentar sobre as taxas de mortalidade por canibalismo entre megalopas

A mediana das taxas de sobrevivência em ambos os tratamentos testados foi de 100%, indicando que não ocorreu mortalidade das larvas em função de comportamentos agonísticos. Além disso, não houve diferença significativa entre os dois tratamentos ($N = 50$, $p > 0,05$) (Figura 5) nem entre as taxas finais de sobrevivência das larvas ao longo dos cinco dias de duração do experimento.

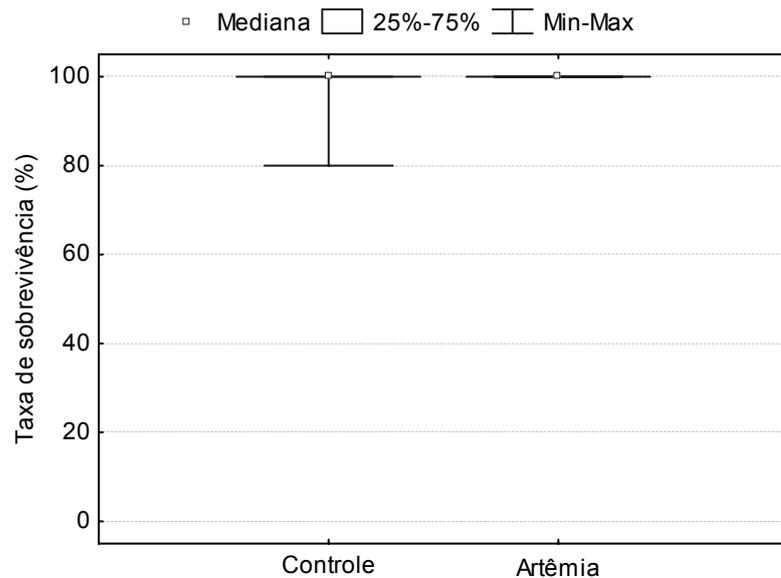


Figura 5- Taxas de sobrevivência de megalopas de *U. cordatus* cultivadas sem alimento (Controle) ou alimentadas com náuplios de artêmia na concentração de 0,3 náuplio de artêmia/ml. O experimento teve duração de cinco dias.

5. DISCUSSÃO

O canibalismo caracteriza-se pelo relação intra-específica desarmônica onde animais matam e consomem indivíduos pertencentes a mesma espécie (Fox, 1975). No presente estudo, foi observado que nos mesmos tratamentos onde ocorreram menores taxas de sobrevivência das larvas na fase de zoea expostas às megalopas, também foram observadas quantidades significativas de zoeas consumidas pelas megalopas, caracterizando a ocorrência de canibalismo.

A intensidade e a freqüência do canibalismo em crustáceos Decapoda podem ser afetadas por diversos fatores. O tamanho da presa é citado como fator determinante da intensidade de predação por vários autores (Okamoto e Kurihara, 1987; Dutil et al. 1997). Dutil et al. (1997) observaram, em condições de laboratório, que ocorreu uma maior pressão de canibalismo dos adultos sobre juvenis de *Chionoecetes opilio* com largura de carapaça entre 30 e 37 mm, decrescendo os índices de mortalidade para tamanhos maiores e menores. Os dados obtidos no presente estudo indicam a mesma tendência. As megalopas de *U. cordatus* exerceram canibalismo sobre larvas nos três últimos estágios da fase de zoea, indicando uma predileção das megalopas por

larvas com maiores tamanhos ou em estágios mais avançados de desenvolvimento. Já Fernandez (1999), não observou nenhum padrão de canibalismo entre juvenis e megalopas de *Cancer magister* relacionado ao tamanho da presa.

Luppi et al (1997) observaram que a pressão de predação foi maior quando a predação dos recrutas de *Cyrtograpsus angulatus* foi exercida por juvenis, do que quando ocorria em animais pertencentes a mesma coorte. Este mesmo padrão foi observado no presente estudo, uma vez que só foi evidenciado canibalismo de megalopas sobre estágios mais jovens e não entre larvas na fase de megalopa.

Outro fator citado como determinante da intensidade de canibalismo é a disponibilidade de alimento. Dutil et al (1997) observaram que juvenis do caranguejo *Chionoecetes opilio* apresentaram maiores taxas de canibalismo quando não alimentados. Luppi (2001) observou que a presença de uma fonte alternativa de alimento (náuplios de artêmia) reduziu significativamente os índices de canibalismo de formas jovens do caranguejo *Chasmagnathus granulata* sobre megalopas da mesma espécie.

No presente estudo, a utilização de náuplios de *Artemia* sp. como fonte alternativa de alimento se mostrou eficiente na redução dos índices de canibalismo de megalopas sobre zoeas de *U. cordatus*, porém somente quando foi fornecida na maior concentração testada (6 náuplios/ml). A densidade de 0,3 náuplios/ml não se mostrou eficiente na redução das mortalidades. Isso pode ser uma indicação de que exista um gradiente de pressão de canibalismo em relação à densidade de náuplios de artêmia fornecida, entre os limites de 0,3 e 6 náuplios/ml. Assim sendo, a utilização deste tipo de alimento vivo, em densidades intermediárias entre esses limites, nos tanques de cultivo pode ser uma alternativa a ser testada na tentativa de se evitar o canibalismo entre as larvas.

6. CONCLUSÕES

As taxas finais de sobrevivência de larvas *U. cordatus*, em laboratório, são significativamente afetadas pelo canibalismo exercido por megalopas sobre larvas na fase de zoea. Há evidência de que as megalopas exercem este tipo de comportamento preferencialmente em relação a zoeas em estágios finais de

desenvolvimento. O canibalismo de megalopas sobre zoeas parece estar relacionado à disponibilidade de alimento. Em laboratório, não se observou o canibalismo entre megalopas.

7. REFERÊNCIAS

AILEEN, T. S.; ZULFIGAR, B.H.Y.; FUJII, Y.; FUKUDA, T.; TERAZAKI, M. **Culture of Japanese blue crab (*Portunus trituberculatus*)**. JSPS/UCC Report. The Center for International Cooperation, The Ocean Research Institute, Universidade de Tokyo. 2000.

ANGER, K. **The biology of decapod crustacean larvae**. Helgoland. Biologische Anstalt Helgoland Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Germany. 2001.

BARBIERI, R. C.; OSTRENSKY, A. **Camarões marinhos: Reprodução, maturação e larvicultura**. Editora Aprenda Fácil, v. 1 f. 255. Viçosa, MG. 2001.

BAYLON, J.C.; FAILAMAN, A.N. Larval rearing of mud crab *Scylla serrata* in the Philippines. 1999. Pages 141-146 in: **Mud crab Aquaculture and Biology**. Keenan, C.P.; Blackshaw, A. W. Australia. **Proceedings of an International Scientific Forum held in Darwin**. Brisbane. ACIAR proceedings no. 78. Watson Ferguson and Company, Australia. 1999.

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, Brazil 100. v.2, p.161-167. 2005.

BOTSFORD, L.W. , HOBBS, R.C. Recent advances in the understanding of cyclic behavior of Dungeness crab (*Cancer magister*) populations. **ICES. Marine Science Symposia**. v. 199, p.157-166. 1995.

CHOLIK, F. Review of Mud Crab Culture Research in Indonesia. In: **Mud Crab Aquaculture and Biology**. Proceedings of an international scientific forum held in Darwin, Australia, April 1997

DUTIL, J.D.; MUNRO, J.; PELOQUIN, M. Laboratory study of the influence of prey size on vulnerability to cannibalism in snow crab *Chionoecetes opilio* (O.

Fabricius1780). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** v. 212, p. 81-94. 1997.

EGGLESTON, D. B.; ARMSTRONG, D. A. Pre and Post-Settlement Determinants of Estuarine Dungeness Crab Recruitment. **Ecological Monographs** v. 65(2), p.193-216. 1995.

FERNANDEZ, M.; ARMSTRONG, D.; IRIBARNE, O. First cohort of young-of-the-year Dungeness crab, *Cancer magister*, reduces abundance of subsequent cohorts in intertidal shell habitat. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v. 50(10), p. 2100-2105. 1993.

FERNANDEZ, M. Cannibalism in Dungeness crab: the effects of predator-prey size ratio, prey and predator densities, and habitat type. **Marine Ecology Progress Series** v. 182, p. 221-230. 1999.

FORTES, R. D. Mud Crab Research and Development in the Philippines: An Overview. In: **Mud Crab Aquaculture and Biology**. Proceedings of an international scientific forum held in Darwin, Australia, April 1997

FOX, L. R. Cannibalism in Natural Populations. **Annual Review of Ecology and Systematics** v. 6, p. 87-106. 1975.

GLASER, M. Ecosystem, local economy and social sustainability: A case study of Caeté estuary, North Brazil. **Wetlands Ecology and Management** v. 11 no.4, p. 265-272. 2003.

HECK, K.L. JR; HAMBROOK, J.A. Intraspecific interactions and risk of predation for *Dyspanopeus sayi* (Decapoda: Xanthidae) living on polychaete (*Filograna implexa* Serpulidae) colonies. **Marine Ecology Progress Series** v. 12, no.3, p. 243-250. 1991.

HINES, A. H.; LIPCIUS, R. N.; HADDON, A. M. Population dynamics and habitat partitioning by size, sex, and molt stage of blue crabs *Callinectes sapidus* in a subestuary of central Chesapeake Bay. **Marine Ecology Progress Series**. V. 36, p.55-64. 1987.

HINES, A.H.; RUIZ, G.M. Temporal variation in juvenile blue crab mortality: Nearshore shallows and cannibalism in Chesapeake Bay. **Bulletin of Marine Science**. v. 57, no.3, p.884-901. 1995.

- KURIHARA, Y.; OKAMOTO, K. Cannibalism in a grapsid crab, *Hemigrapsus penicillatus*. **Marine Ecology Progress Series**. v. 41, no.2, p.123-127. 1987.
- LOVRICH G.A.; SAINTE-MARIE B. Cannibalism in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) (Brachyura: Majidae), and its potential importance to recruitment. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v.211, no.2, p.225-245. 1997.
- LUPPI, A. T.; BAS, C. C.; SPIVAK, E. D.; ANGER, K. Fecundity of two grapsid crab species in the Laguna Mar Chiquita, Argentina. **Archive of Fishery and Marine Research**. v. 45, p. 149-166. 1997.
- LUPPI, T. A.; SPIVAK, E. D.; ANGER, K. Experimental studies on predation and cannibalism of the settlers of *Chasmagnathus granulata* and *Cyrtograpsus angulatus* Brachyura: Grapsidae. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 265, p.29-48. 2001.
- MOKSNES, P.O.; LIPCIUS, R.N., PIHL, L.; VAN MONTFRANS, J. Cannibal-prey dynamics in juveniles and postlarvae of the blue crab. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 215, p.157-187. 1997.
- MOKSNES, P.O. **Recruitment regulation in juvenile shore crabs *Carcinus maenas*: Importance of intraspecific interactions in space limited refuge habitats**. Sweden. 1999. Tese (PhD). Goteborg University.
- OKAMOTO, K.; KURIHARA, Y. Seasonal variation of population structure of *Hemigrapsus penicillatus* (De Haan) (Crustacea: Brachyura). **Japanese Journal of Ecology**. v. 37, p. 81-89.1987.
- OLMI, E.J.; LIPCIUS, R.N. Predation on postlarvae of the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun by sand shrimp *Crangon septemspinosa* Say and grass shrimp *Palaemonetes pugio* Holthius. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 151, p.169-183. 1991.
- RODRIGUES, M.D.; N.J. HEBLING. *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda). Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.6, no.1, p.147-166. 1989.

RUIZ, G.M.; HINES, A.H.; POSEY, M.H. Shallow water as a refuge habitat for fish and crustaceans in non-vegetated estuaries: an example from Chesapeake Bay. **Marine Ecology Progress Series**. v. 99, p.1-16. 1993.

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

SMITH, L.D. Effects of limb autotomy and tethering on juvenile blue crab survival from cannibalism **Marine ecology progress series**. v. 116(1-3), p.65-74. 1995.

WILLIAMSON, D. J. Larval morphology and diversity. in: **The biology of crustacea 2; Embriology, morphology and genetics**. ABELE. L. G. New York: Academic press. 1982.

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 III

ESTUDO DO ASSENTAMENTO DE LARVAS DE CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus*, PRODUZIDAS EM LABORATÓRIO, APLICADO AO REPOVOAMENTO

1. RESUMO

O estágio de desenvolvimento em que se encontram as formas jovens de caranguejo produzidas em laboratório, no momento da sua liberação para o ambiente, é um fator chave para o sucesso dos trabalhos de repovoamento de áreas ambientalmente alteradas. Para se determinar a idade tecnicamente mais adequada dessas formas jovens para sua liberação são necessários estudos sobre o assentamento no ambiente natural. O presente trabalho teve como objetivo estudar o fenômeno do assentamento das formas imaturas de *Ucides cordatus*, produzidas em laboratório. Para isso, foi observado o comportamento das formas jovens antes e após o assentamento, determinando-se assim o momento em que os animais procuram o sedimento de mangue para escavar tocas e o tempo que demoram até realizarem a metamorfose para o primeiro estágio juvenil. O experimento foi realizado utilizando 60 recipientes plásticos contendo 250 ml de água com salinidade 25, sob condições controladas (temperatura 26°C e fotoperíodo de 16 horas de luz : 8 horas de escuro). Cada recipiente continha uma larva e uma esfera feita com sedimento de mangue de 3 cm de diâmetro. O experimento teve duração de 20 dias. Nenhuma megalopa realizou a metamorfose sem antes ter escavado ao menos uma toca no sedimento de mangue. A mediana do tempo que as megalopas demoraram até escavarem tocas no sedimento foi de seis dias após a metamorfose de zoea para megalopa (mínimo 3, máximo 10 dias). O tempo médio que as megalopas levaram até realizar a metamorfose para o primeiro estágio juvenil foi de 12,6 dias (desvio padrão = 2,33). Uma vez realizada a metamorfose, não foi mais observado nenhum juvenil nadando na coluna d'água, apenas caminhando sobre o sedimento. Os resultados obtidos indicam que as liberações de *U. cordatus* podem ser realizadas já com os animais na fase de primeiro juvenil, não sendo necessário se aguardar que atinjam determinado tamanho de carapaça, como ocorre para outras espécies de caranguejos utilizados em programas de repovoamento.

2. INTRODUÇÃO

A tecnologia de repovoamento de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, vem sendo desenvolvida desde 2001 pelo Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais da Universidade Federal do Paraná – GIA/UFPR. Neste trabalho, a produção em larga escala de larvas, em laboratório, e posterior liberação no ambiente natural, é utilizada como uma ferramenta para a recuperação de áreas alteradas, onde exista tendência ou risco de diminuição populacional desta espécie.

A maioria das espécies de decápodos estuarinos, incluindo *U. cordatus*, utiliza a dispersão larval como estratégia reprodutiva (Santarosa Freire, 1998). As larvas, nesse tipo de estratégia, são transportadas para fora do habitat parental; desenvolvem-se em regiões costeiras e fazem a reinvasão dos estuários somente na fase de megalopa ou juvenil. No caso do *U. cordatus*, permanecem longe dos habitats parentais por três a quatro semanas e retornam na fase de megalopa (Diele, 2000).

Nos trabalhos de repovoamento de *U. cordatus*, as larvas não somente eclodem em laboratório, como passam todo o seu desenvolvimento larval em tanques de cultivo. O procedimento utilizado pelo GIA/UFPR até aqui é o de liberar as larvas de caranguejo nos manguezais quando atingem a fase de megalopa, última fase antes da metamorfose para juvenil. Já nos trabalhos de repovoamento de outros caranguejos da infraordem Brachyura, como *Portunus trituberculatus* e *Callinectes sapidus*, as liberações só ocorrem a partir da fase juvenil. As formas jovens são liberadas no ambiente natural apenas quando já se encontram com uma largura mínima de carapaça de 20 mm. A justificativa para isto é que, a partir deste tamanho, os juvenis são menos vulneráveis a predadores que os estágios mais jovens, que são planctônicos ou que freqüentemente nadam na coluna de água (Secor, 2002).

As liberações no ambiente natural de larvas ou juvenis produzidos em laboratório em momentos anteriores aos que os animais apresentem comportamento tipicamente bentônico é indesejável, não somente porque os expõe à excessiva pressão de predação (Johns e Mann, 1987; Dittel et al., 1996; Moksnes et al., 1997, 1998), como também porque pode diminuir a eficiência do repovoamento, uma vez que as formas jovens podem ser dispersadas pelas correntes para longe das áreas-alvo. Por outro lado, liberações muito tardias, nas quais as larvas ou juvenis permanecem tempo demasiado em laboratório podem também não ser recomendáveis, pois a domesticação excessiva pode reduzir a adaptabilidade ao meio natural (Tsukamoto et al. 1999).

O presente trabalho teve como objetivo estudar o fenômeno do assentamento das formas imaturas de *U. cordatus*, produzidas em laboratório, com vistas a aumentar a eficiência dos programas de repovoamento das populações desta espécie. Para isso, foi observado o comportamento das

formas jovens antes e após o assentamento, o momento em que procuram o sedimento de mangue para escavar tocas e o tempo que demoram até realizarem a metamorfose para o primeiro estágio juvenil.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As larvas utilizadas neste trabalho foram geradas a partir de fêmeas ovígeras de *U. cordatus* coletadas nos manguezais do município de Antonina, Paraná, Brasil (25° 25' 08" S e 48° 42' 33" W). Após a coleta, as fêmeas foram levadas até o Laboratório de Pesquisa com Organismos Aquáticos (LAPOA), do Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais (GIA), da UFPR, localizado em Curitiba, Paraná (25° 24' 47,97" S, 49° 14' 52,98" W). No laboratório, as fêmeas foram mantidas em tanques plásticos de 1.000 litros, contendo água marinha em condições ambientais controladas (temperatura 26°C, pH 8,0, Salinidade 26), até que ocorresse a eclosão das larvas.

As larvas foram cultivadas nos tanques de larvicultura massiva do laboratório até que atingissem o estágio desejado para os testes. Durante a larvicultura, as larvas receberam alimentação específica para cada estágio de desenvolvimento: microalgas (gênero *Chaetoceros*) e rotíferos (*Brachionus plicatilis*) durante toda a larvicultura e, a partir do estágio de zoea V, a alimentação foi suplementada com náuplios recém-eclodidos de *Artemia* sp. Protocolos semelhantes a esse são utilizados na larvicultura de camarões marinhos, caranguejos e siris (Cholik, 1997; Fortes, 1997; Barbieri e Ostrensky, 2001; Zmora, 2005).

As larvas que realizavam a metamorfose de zoea para megalopa eram, no mesmo dia da ecdise, transferidas para recipientes plásticos com 5 cm de diâmetro inferior, 8 cm de diâmetro superior e 10,5 cm de altura, contendo 250 ml de água com salinidade 25. Os recipientes utilizados, cada um contendo uma larva, foram mantidos em câmara germinadora, tipo DBO, com temperatura e fotoperíodo controlados (temperatura 26°C e fotoperíodo de 16 horas de luz : 8 horas de escuro).

As larvas foram alimentadas com náuplios de artêmia durante todo o período do experimento, na concentração de 6 náuplios/ml. Diariamente era realizada a renovação de 100% da água de todas as 60 unidades experimentais utilizadas.

Inicialmente, os recipientes foram preenchidos somente com água e alimento, sem nenhum tipo de sedimento. Dois dias após o início do experimento era colocado sedimento de mangue dentro das unidades experimentais.

O sedimento utilizado no experimento foi coletado nos manguezais do município de Guaratuba, Paraná, Brasil (25° 49' 51" S e 48° 34' 43" W). Em laboratório, o sedimento foi peneirado em tela de 1 mm de abertura de malha e parcialmente seco ao sol, até que atingisse uma consistência tal que possibilitasse sua moldagem. Após isso, foram feitas esferas de superfície lisa, com 3 cm de diâmetro, as quais foram empregadas no experimento. O sedimento foi formatado dessa maneira para facilitar a identificação do momento em que a toca era escavada pelos caranguejos, além de tornar mais prático o procedimento de renovação da água.

Diariamente, as larvas mortas eram separadas e quantificadas. Também eram observados o momento em que as formas jovens de caranguejo começaram a escavar tocas no sedimento e o momento em que realizaram a muda para o primeiro estágio juvenil.

Os dados relativos ao tempo que as larvas ou juvenis demoraram até escavar a toca foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk. Os resultados revelaram uma distribuição não paramétrica. Assim sendo, os resultados foram analisados em termos de mediana, valores mínimos e máximos. Já a série de dados relativos ao tempo que as megalopas levaram até realizar a muda para primeiro estágio juvenil revelou uma distribuição normal quando submetida ao mesmo teste. Desta forma, os dados foram analisados em relação a sua média e desvio padrão.

4. RESULTADOS

Nenhuma megalopa realizou a metamorfose sem antes ter escavado ao menos uma toca no sedimento de mangue. A mediana do tempo que as megalopas demoraram até escavarem tocas no sedimento foi de seis dias (mínimo 3, máximo 10). Cada megalopa chegou a escavar até três tocas antes da metamorfose para a fase juvenil.

O tempo médio que as megalopas levaram até realizar a metamorfose para o primeiro estágio juvenil foi de 12,6 dias (desvio padrão = 2,33) (Figura

6). A taxa de sobrevivência das larvas ao final do experimento foi de 76,6%. Uma vez realizada a metamorfose, não foi observado nenhum juvenil nadando na coluna d'água. Foram observados apenas juvenis caminhando sobre o sedimento.

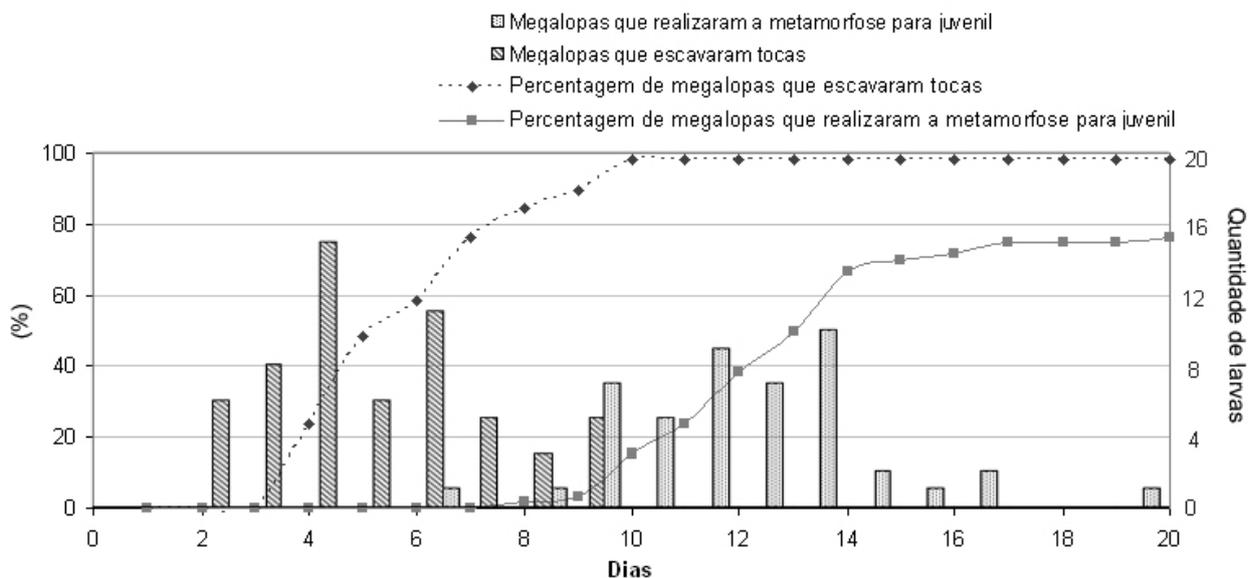


Figura 6 – Variação temporal do número cumulativo (linhas) e frequência de observação (barras) de larvas que escavaram tocas e que realizaram a metamorfose para juvenil ao longo do experimento, em relação ao tempo pós-metamorfose para a fase de megalopa.

5. DISCUSSÃO

O estágio de desenvolvimento em que se encontram as formas imaturas de caranguejo produzidas em laboratório no momento da sua liberação para o ambiente foi um fator-chave para que os esforços de repovoamento de espécies como *C. sapidus* e *P. trituberculatus* alcançassem resultados positivos (Secor, 2002). Testes de predação evidenciaram que peixes e outros caranguejos de maior tamanho ou ainda conspecíficos mais desenvolvidos, exercem efetiva pressão de predação sobre juvenis de *P. trituberculatus* produzidos em laboratório e liberados nos estágios juvenis de 1 até 3 (Ariyama, 2000). O motivo, segundo este mesmo autor, é que nesses estágios os juvenis ainda não assentaram completamente ao fundo e, como freqüentemente nadam na coluna de água, acabam aumentando a probabilidade de serem predados. Com base nesta constatação, desde 1991 as liberações desta

espécie de caranguejo são realizadas somente quando os juvenis alcançam o estágio de juvenil 4 ou 5 (Secor, 2002).

Esta preocupação se justifica para espécies como *P. trituberculatus* e *C. sapidus*, uma vez que pertencem à família Portunidae. Os animais pertencentes a esta família possuem como característica específica o último par de pereiópodos em formato de raquete, que lhes confere a habilidade de nadar na coluna de água. Já os animais da espécie *U. cordatus*, que pertence à família Ocypodidae, não possuem esta peculiaridade.

Assim sendo, os resultados obtidos no presente estudo evidenciaram que o primeiro estágio juvenil de *U. cordatus* já apresenta comportamento tipicamente bentônico, não possuindo mais habilidade de nadar na coluna d'água. Desta forma, considerando este critério, a liberação já na fase de primeiro juvenil parece ser recomendada para esta espécie. Isso também evidencia que a tecnologia de repovoamento desenvolvida para caranguejos de outras espécies, como as pertencentes a família Portunidae, não deva ser diretamente extrapolada para *U. cordatus*.

Os resultados mostraram que as megalopas de *U. cordatus* produzidas em laboratório levaram entre três e dez dias (mediana 6) após a muda para escavarem suas tocas no sedimento. As tocas são citadas como fator determinante na diminuição das taxas de predação de pós-larvas de organismos aquáticos, como o lagostim *Homarus americanus* (Lavalli e Barshaw, 1986; Barshaw e Lavalli, 1988), além de terem importância como refúgio para uma série de espécies de caranguejo, incluindo *U. cordatus* (Branco, 1993, Hemmi, 2005, Zeil e Hemmi, 2006). Muitos autores descorrem sobre a relação da disponibilidade de refúgio com a sobrevivência dos recrutas de espécies como *C. sapidus* (Olmi e Lipcius 1991; Moksnes et al. 1997), *Dyspanopeus sayi* (Heck e Hambrook 1991), *Cancer magister* (Fernandez et al. 1993) e *Panopeus herbstii* (Dittel et al. 1996). Na ausência de refúgios, são observadas altas taxas de mortalidade das megalopas e juvenis de *C. sapidus* por predação por peixes, camarões e até mesmo conspecíficos de coortes mais antigas (Olmi & Lipcius 1991, Moksnes et al. 1997).

Assim sendo, os resultados evidenciam que as megalopas de *U. cordatus*, de uma forma em geral, passados cerca de seis dias da muda, já possuem estratégias para se protegerem dos principais predadores naturais.

Isto suporta a hipótese de que o procedimento de se aguardar até o sexto dia após a metamorfose para só então realizar a liberação das megalopas possa contribuir para aumentar as taxas de sobrevivência das formas jovens no ambiente natural.

O tempo de duração da fase de megalopa de *U. cordatus*, descrito por Rodrigues e Hebling (1989), foi de 55 a 61 dias para megalopas provenientes de larvas no estágio de zoea V e de 43 a 69 dias para megalopas provenientes de larvas no estágio de zoea VI. No presente estudo, as megalopas levaram em média 12,6 dias até que realizassem a metamorfose para a fase juvenil, tempo muito inferior àquele observado pelos autores citados.

Porém, uma série de características físicas e químicas de substratos, ou tipos de ambientes (estuários) específicos, tem sido identificadas como estimuladoras da metamorfose de crustáceos decápodes. Entre essas variáveis estão a temperatura (Jamieson e Phillips, 1993; McMillan et al., 1995; Anger et al., 2004), diferenças de salinidade (Islam et al., 2005), estrutura de diferentes substratos (Brumbaugh e McConaughy, 1995; Forward et al. 1996), pistas químicas associadas com águas fluviais, ácidos húmicos (Wolcott e de Vries 1994; Forward et al. 1997; Fitzgerald et al., 1998), com o próprio sedimento do habitat parental (Christy 1989, O'Connor & Judge 1997, Gebauer et al. 1998) e com odores secretados por adultos conspecíficos (O'Connor & Gregg 1998, Harvey 1996, Gebauer et al. 1998, Rodríguez e Epifanio 2000, Gebauer et al. 2002).

A principal diferença metodológica entre o presente estudo e o realizado por Rodrigues e Hebling (1989) foi a presença de sedimento de mangue dentro da unidade experimental. Isto pode ser uma indicação de que a diferença no tempo de duração da fase de megalopa observada entre os dois trabalhos possa estar relacionada ao sedimento ou a pistas químicas associadas a ele, como odores secretados por adultos. Assim sendo, a manipulação destes fatores pode ser uma alternativa, a ser testada, na tentativa de acelerar o processo de desenvolvimento das larvas na fase final de desenvolvimento, o que poderia otimizar as larviculturas.

6. CONCLUSÕES

O assentamento das larvas de *U. cordatus* no sedimento de mangue ocorre ainda na fase de megalopa, entre três e dez dias após a metamorfose para esta fase, momento em que escavam as tocas. Assim sendo, no caso de liberação de megalopas, a soltura deve ser realizada somente a partir desse momento, procedimento que tende a aumentar a chance de sobrevivência das larvas no ambiente natural.

Porém, somente após a metamorfose para o primeiro estágio juvenil é que os animais apresentam-se completamente assentados ao fundo, não possuindo mais capacidade de nadar na coluna de água. Essa característica indica que uma maior eficiência dos programas de repovoamento de *U. cordatus* possa ser alcançada com a liberação de juvenis.

7. REFERÊNCIAS

- ANGER, K.; LOVRICH, G.; THATJE, 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.
- ARIYAMA, H. Studies on Ecology and Stock Enhancement of Swimming Crab *Portunus trituberculatus* in Osaka Bay. **Bulletin of the Osaka Prefectural Fisheries Experimental Station** v. 12, p. 1 - 90. 2000.
- BARBIERI, R. C.; OSTRENSKY, A. **Camarões marinhos: Reprodução, maturação e larvicultura**. Editora Aprenda Fácil, v. 1 f. 255. Viçosa, MG. 2001.
- BARSHAW, D.E; K.L. LAVALLI. Predation upon postlarval lobsters, *Homarus americanus*, by cunners, *Tauogolabrus adspersus*, and mud crabs, *Neopanope sayi*, on three different substrates: eelgrass, mud, and rocks. **Marine Ecology Progress Series**. v. 48, p. 119-123. 1988.
- BRANCO, J. O. Aspectos bioecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus 1763) (Crustacea, Decapoda) do manguezal do Itacorubi, Santa Catarina, BR. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**. v. 36 p.133-148. 1993.

BRUMBAUGH, R.D.; J.R. MCCONAUGHA. Time to metamorphosis of blue crab *Callinectes sapidus* megalopae: effects of benthic macroalgae. **Marine Ecology Progress Series**. v. 129, p.113-118. 1995.

CHOLIK, F. Review of Mud Crab Culture Research in Indonesia. In: **Mud Crab Aquaculture and Biology**. Proceedings of an international scientific forum held in Darwin, Australia, April 1997

CHRISTY, J. H. Rapid development of megalopae of the fiddler crab *Uca pugilator* reared over sediment: Implications for models of larval recruitment. **Marine Ecology Progress Series** v. 57, p. 259-266. 1989.

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

DITTEL, A.; EPIFANIO, C.E.; NATUNEWICZ, C. Predation on mud crab megalopae, *Panopeus herbstii* H. Milne Edwards: effect of habitat complexity, predator species and postlarval densities. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 199, p. 191-202. 1996.

FERNANDEZ, M.; ARMSTRONG, D.; IRIBARNE, O. First cohort of young-of-the-year Dungeness crab, *Cancer magister*, reduces abundance of subsequent cohorts in intertidal shell habitat. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v. 50, p. 2100-2105. 1993.

FITZGERALD, T. P.; FORWARD JR., R. B.; TANKERSLEY, R. A. Metamorphosis of the estuarine crab *Rhithropanopeus harrisi*: Effect of water type and adult odor. **Marine Ecology Progress Series**. v. 165, p.217-223. 1998.

FORTES, R. D. Mud Crab Research and Development in the Philippines: An Overview. In: **Mud Crab Aquaculture and Biology**. Proceedings of an international scientific forum held in Darwin, Australia, April 1997

FORWARD, R. B. JR.; DE VRIES, M. C.; RITTSCHOF, 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. JR.; TANKERSLEY, R. A.; BLONDEL, D.; RITTSCHOF, D. Metamorphosis of the blue crab *Callinectes sapidus*: Effects of humic acids and ammonium. **Marine Ecology Progress Series**. v.157, p.277-286. 1997.

GEBAUER, P.; WALTER, I.; ANGER, K. Effects of substratum and conspecific adults on the metamorphosis of *Chasmagnathus granulata* (Dana) (Decapoda: Grapsidae) megalopae. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 223, p. 185–198. 1998.

GEBAUER, P.; PASCHKE, K.; ANGER, K. Metamorphosis in a semiterrestrial crab, *Sesarma curacaoense*: intra- and interspecific settlement cues from adult odors. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 268, p. 1 – 12. 2002.

HARVEY, A.W. Delayed metamorphosis in Florida hermit crabs: multiple cues and constraints (Crustacea: Decapoda: Paguridae and Diogenidae). **Marine Ecology Progress Series**. v. 141, p. 27–36. 1996.

HECK JR, K.L.; HAMBROOK, J.A. Intraspecific interactions and risk of predation for *Dyspanopeus sayi* (Decapoda: Xanthidae) living on polychaete (*Filograna implexa* Serpulidae) colonies. **Marine Ecology Progress Series**. v. 12, p. 243-250. 1991.

HEMMI, J.M. Predator avoidance in fiddler crabs: Escape decisions in relation to the risk of predation. **Animal Behavior**. v. 69, p. 603–614. 2005.

ISLAM, S.; MACHIKO, K.; SHIGEMITSU, S. Larval Development of the Swimming Crab *Thalamita pelsarti* Montgomery, 1931 (Crustacea: Brachyura: Portunidae) Reared in the Laboratory. **Russian Journal of Marine Biology**. v. 31, no. 2, p. 78-90 2005.

JAMIESON, G.S.; PHILLIPS, A. Megalopal spatial distribution and stock separation in Dungeness crab (*Cancer magister*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v. 50, no. 2, p. 416-429. 1993.

JOHNS, P.; MANN, K. H. An experimental investigation of juvenile lobster habitat preference and mortality among habitats of varying structural

complexity. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.** v. 109, p. 275–85. 1987.

LAVALLI, K.L.; BARSHAW, D.E. Burrows protect postlarval lobsters *Homarus americanus* from predation by the non-burrowing cunner, *Tautoglabrus adspersus* but not from the burrowing mud crab *Neopanope texani*. **Marine Ecology Progress Series.** v. 32, p.13-16. 1986

MCMILLAN, R.O.; ARMSTRONG, D.A.; DINNEL, P.A. Comparison of intertidal habitat use and growth rates of two northern Puget Sound cohorts of 0q age Dungeness crab, *Cancer magister*. **Estuaries.** v.18, no. 2 , p. 390–398. 1995.

MOKSNES, P.O.; PIHL, L.; VAN MONTFRANS, J. Predation on postlarvae and juveniles of the shore crab *Carcinus maenas*: importance of shelter, size and cannibalism. **Marine Ecology Progress Series.** v. 166, p.211–225. 1998

MOKSNES, P.O.; LIPCIUS, R.N.; PIHL, L.; VAN MONTFRANS, J. Cannibal-prey dynamics in juveniles and postlarvae of the blue crab. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.** v. 215, p.157-187. 1997.

O'CONNOR, N.; JUDGE, M.L. Flexibility in timing of molting of fiddler crab megalopae: evidence from in situ manipulation of cues. **Marine Ecology Progress Series.** v. 146, p. 55-60. 1997.

O'CONNOR, N.; GREGG, A. S. Influence of potential habitat cues on duration of megalopal stage of the fiddler crab *Uca pugnax*. **Journal of Crustacean Biology** v.18, p. 700-709. 1998.

OLMI, E.J.; LIPCIUS, R.N. Predation on postlarvae of the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun by sand shrimp *Crangon septemspinosa* Say and grass shrimp *Palaemonetes pugio* Holthius. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** v. 151, p. 169-183. 1991.

RODRIGUEZ, R. A.; EPIFANIO, C. E. Multiple cues for induction of metamorphosis in larvae of the common mud crab *Panopeus herbstii*. **Marine Ecology Progress Series.** v. 195, p.221-229. 2000.

RODRIGUES, M. D.; HEBLING, N. J. *U. cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda). Complete larval development under laboratory conditions and its

systematic position, **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, n. 1, p.147-166. 1989.

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

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 Number UM-SG-TS-2002-02. 2002.

TSUKAMOTO, K.; KUWADA, H.; UCHIDA, K.; MASUDA, R.; SAKAKURA, Y. Fish quality and stocking effectiveness: behavioral approach. in: **Stock enhancement and sea ranching**. HOWELL, B. R.; MOKSNESS, E.; TERJE, S. Oxford. Fishing new books. USA . 1999.

ZEIL, J.; HEMMI, J. M. The visual ecology of fiddler crabs. **Journal of Comparative Physiology A**. v. 192, p. 1–25. 2006.

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.WEBER, J.C.; EPIFANIO, C.E. Response of mud crab (*Panopeus herbstii*) megalopae to cues from adult habitat. **Marine Biology**. v. 126, p. 655-661. 1996.

WOLCOTT, D. L.; DE VRIES, M. C. Offshore megalopae of *Callinectes sapidus*: Depth of collection, molt stage and response to estuarine cues. **Marine Ecology Progress Series**. v. 109, p.157-163. 1994.

CAPÍTULO IV – CONCLUSÃO

Os experimentos que deram origem à presente dissertação de mestrado foram desenvolvidos com o objetivo de responder a questionamentos gerados durante os trabalhos de larvicultura e repovoamento de caranguejo-uçá. Por este motivo os resultados alcançados são diretamente aplicáveis no aprimoramento de tal tecnologia.

O canibalismo entre larvas de *Ucides cordatus*, cuja influência sobre a determinação das taxas finais de sobrevivência era desconhecida até então, não só foi evidenciado, como foi possível demonstrar que perdas significativas de larvas podem ocorrer em função deste comportamento. Foi observado que apenas o canibalismo de megalopas sobre larvas na fase de zoea foi expressivo. Desta forma, os esforços durante as larviculturas que serão realizadas a partir de agora devem ser concentrados na definição de estratégias específicas para diminuir as taxas de mortalidade no período em que ocorre a metamorfose das larvas para a fase de megalopa. É esse o momento em que larvas nas fases de zoea e megalopa são encontradas concomitantemente nos tanques de larvicultura e quando perdas significativas de larvas por canibalismo podem ocorrer.

Além disso, foi observado que a densidade de artêmias atualmente utilizada na alimentação das larvas de *U. cordatus* não é suficiente para reduzir as taxas de mortalidades por canibalismo. Porém, a utilização de densidades mais elevadas desse alimento-vivo reduziu significativamente tais taxas. Assim sendo, nos próximos ciclos de produção de larvas, é recomendável que concentrações mais elevadas de náuplios de artêmia que as atualmente utilizadas sejam empregadas na tentativa de se minimizar as perdas por canibalismo.

Outra informação importante, obtida nos estudos realizados, foi que, sob condições de laboratório, o canibalismo não parece ser causa de mortalidade entre megalopas. Isso indica que, após a metamorfose para megalopa, as larvas possam ser cultivadas sob densidades mais elevadas. Também pode ser uma indicação de que as altas densidades utilizadas durante o transporte das megalopas até os locais de soltura, empregadas pelos pesquisadores do GIA até

então, não é um fator preocupante com relação ao aumento das taxas de mortalidade das larvas por canibalismo.

As informações aqui obtidas com relação ao assentamento também têm aplicação direta nos trabalhos de repovoamento. Atualmente, a liberação das formas jovens é realizada na fase de megalopa. Os resultados obtidos indicam que o procedimento de se aguardar o sexto dia pós-metamorfose para liberação das megalopas pode aumentar as taxas de sobrevivência dos recrutas no ambiente natural, quando liberados nesta fase. Isso ocorreria porque, a partir desta idade, as larvas conseguem cavar tocas e se abrigar no sedimento dos manguezais.

Porém, tomando por base os resultados obtidos em estudos realizados com outras espécies de caranguejos, os esforços de repovoamento de *U. cordatus* poderiam ser otimizados com as liberações ocorrendo a partir do primeiro estágio juvenil. Apesar de tal prática implicar em aumento do tempo de permanência dos animais em laboratório, a partir do primeiro estágio juvenil os caranguejos perdem completamente a capacidade natatória, diminuindo sua dispersão nas áreas de liberação e reduzindo a probabilidade de que sejam predados por algum organismo. Todas as informações, geradas no presente estudo, mostram caminhos para se aprimorar a tecnologia de repovoamento de *U. cordatus*. Contudo, a aplicação das alterações sugeridas no processo produtivo deverão também passar por uma avaliação mais aprofundada de fatores como custo/benefício e, principalmente, de toda a logística operacional envolvida no processo.