

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Desenvolvimento Larval do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) Alimentado com Diferentes Dietas

Philippe Parreiras Horta de Seixas

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ZOOTECNIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DESENVOLVIMENTO LARVAL DO CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763) ALIMENTADO COM DIFERENTES DIETAS

PHILIFE PARREIRAS HORTA DE SEIXAS

Sob a orientação da professora

Lidia Miyako Yoshii Oshiro

e coorientação da pesquisadora/FIPERJ

Wanessa de Melo Costa

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ

Agosto de 2016

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

PS462d Parreiras Horta de Seixas, Philipe, 82-
d Desenvolvimento Larval do Caranguejo-uçá, *Ucides*
cordatus (Linnaeus, 1763) Alimentado com Diferentes
Dietas / Philipe Parreiras Horta de Seixas. - 2016.
60 f.: il.

Orientadora: Lidia Miyako Yoshii Oshiro.
Coorientadora: Wanessa de Melo Costa.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Zootecnia, 2016.

1. *Ucides cordatus*. 2. Larvicultura. 3. Alimento
vivo. 4. Dieta formulada comercial. I. Miyako Yoshii
Oshiro, Lidia , 1959-, orient. II. de Melo Costa,
Wanessa, 1979-, coorient. III Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Zootecnia. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Philippe Parreiras Horta de Seixas

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26/08/2016



Lídia Miyako Oshiro Dr. UFRRJ
(Orientadora)



Rodrigo Takata Dr. FIPERJ



Beatriz Castelar Duque Estrada Dr^a. FIPERJ

Dedico esse trabalho
à memória de meus pais
André e Ivone
e minha avó Betinha.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo!

A minha tia Olivia Katharina, por todo seu amor, carinho e dedicação.

A toda minha família.

À Dra. Lidia Miyako Yoshii Oshiro, pela orientação, ajuda e paciência.

À Dra. Wanessa de Melo Costa, pela coorientação, dedicação, ensinamentos, “cobranças” e amizade.

Ao M.Sc. Marcelo Duarte Pontes, por toda ajuda na montagem e execução do trabalho.

Ao professor Antônio Gomes, por seu apoio e incentivo.

Ao caranguejeiro Júlio, pela coleta das fêmeas ovígeras, sem sua ajuda não teria realizado esse trabalho.

Aos amigos Ricardo Soares e Juliana Pizelli, pelo auxílio durante o experimento e pelo cultivo das microalgas e rotíferos.

Ao Dr. Ricardo Chaloub Moreira, do Laboratório de Estudos Aplicados em Fotossíntese (LEAF), Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela concessão da cepa de *Rhodomonas sp.*

À Dra. Beatriz Castelar, pela ajuda na estatística do trabalho e incentivo.

A minha namorada e companheira de todas as horas, Taiane Avellar e a toda sua família.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os professores e funcionários do programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

A todos os colegas e funcionários da Estação de Biologia Marinha da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

À Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ), por ceder os laboratórios e equipamentos para a realização do trabalho.

A toda equipe da FIPERJ de Guaratiba, por todos os momentos de descontração e incentivo.

Muito obrigado a todos!

“É fazendo que se aprende a fazer aquilo
que se deve aprender a fazer”

Aristóteles

RESUMO GERAL

DE SEIXAS, Philipe Parreiras Horta. **Desenvolvimento larval do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) alimentado com diferentes dietas.** 2016. 56 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

A finalidade do presente estudo foi aprimorar as técnicas na alimentação de larvas do *Ucides cordatus* caranguejo-uçá, um dos recursos mais explorados comercialmente nos manguezais brasileiros. Para isso, foram realizados três experimentos avaliando diferentes dietas no desenvolvimento larval do caranguejo-uçá. As fêmeas ovígeras foram coletadas por um caranguejeiro profissional, nos manguezais de Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro-RJ, próximo ao período de eclosão, e levadas ao Laboratório de Cultivo de Algas e Zooplâncton (LACAZ) da Estação Experimental de Aquicultura Almirante Paulo Moreira (EEAAPM)/FIPERJ, para desova. Nos experimentos 1 e 2, o objetivo foi avaliar a substituição do alimento vivo por uma dieta formulada comercial para camarão (Larval Z Plus/Zeigler) no desenvolvimento das larvas do estágio de zoea I até megalopa (experimento 1) e do estágio de megalopa para juvenil (experimento 2). No experimento 1, após 15 dias ocorreram as primeiras megalopas em todos os tratamentos e a sobrevivência de larvas durante esse período foi em média $30,1 \pm 11,8\%$ sem diferença significativa entre os tratamentos alimento vivo, misto e dieta formulada comercial. Também não houve diferença significativa na sobrevivência final entre larvas alimentadas com alimento vivo (13,5%), misto (9,3%) e ração (5,5%). No experimento 2, não houve sobrevivência nos tratamentos em que as larvas foram alimentadas somente com ração. O primeiro juvenil ocorreu no tratamento com náuplios de *Artemia*, no 10º dia. As taxas finais de sobrevivência com os tratamentos *Artemia* e misto foram de 33,3% e 8,3% respectivamente. Segundo o teste qui-quadrado, a sobrevivência foi independente do tipo de alimento (*Artemia* e misto). No experimento 3, o objetivo foi avaliar o desenvolvimento larval do caranguejo-uçá, de zoea I até a metamorfose para megalopa com as microalgas: *Rhodomonas* sp., *Isochrysis galbana* e *Chaetoceros muelleri*. O trabalho foi realizado em cultivos individuais com 15 repetições e sistema semi-estático. As primeiras megalopas ocorreram no 19º dia em todos os tratamentos. A maior taxa de sobrevivência foi observada no tratamento com *Rhodomonas* sp. (43%) seguido da *I. galbana* (23%) e *C. muelleri* (13%), apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) somente entre os tratamentos *Rhodomonas* sp. e *C. muelleri*. Com base nos resultados apresentados, conclui-se no experimento 1, que apesar de não ter sido observada diferença significativa entre os tratamentos, a alimentação com ração pode ser indicada como uma alternativa mais vantajosa nas fases larvais (zoea I até megalopa) por diminuir os riscos e o custo com a produção de alimento vivo e proporcionar maior facilidade no manejo. No experimento 2, a dieta exclusivamente com *Artemia* sp. foi a mais indicada para a fase de megalopa por promover melhor taxa de sobrevivência e um desenvolvimento larval mais rápido. No experimento 3, as espécies de microalgas *Rhodomonas* sp e *Isochrysis galbana* foram as mais indicadas para larvicultura de *U. cordatus*, sendo necessário outros estudos em escalas maiores, para confirmar os resultados deste trabalho.

Palavras-chave: *Ucides cordatus*, Larvicultura, Alimento vivo, Dieta formulada comercial.

GENERAL ABSTRACT

DE SEIXAS, Philipe Parreiras Horta. **Larval development of crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763 with different diets.** 2016. 56 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science). Institute of Animal Science, Rural Federal University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

The purpose of the present study is to improve the techniques in the nutrition of *Ucides cordatus* larvae, one of the most commercially exploited resources on Brazilian's mangroves. For such, three experiments were performed, evaluating different diets on *Ucides cordatus* larval development. The ovigerous females were collected by a professional crab-man, on Barra de Guaratiba mangroves, Rio de Janeiro-RJ, near the hatching period and taken to the Laboratório de Cultivo de Algas e Zooplâncton (LACAZ) of the Estação Experimental de Aquicultura Almirante Paulo Moreira (EEAAPM)/FIPERJ, for spawning. On experiments 1 and 2, the objective was to evaluate the replacement of the live food for a commercial formulated diet for shrimp (Larval Z Plus/Zeigler) on the development of the larvae in the zoea I stage until the megalopa (experiment 1) and from the megalopa stage to juvenile (experiment 2). On experiment 1, after 15 days, the first megalopas occurred in every treatment and the larvae survival was on average $30.1 \pm 11.8\%$, without significant difference between live food, mixed and commercial formulated diet treatments. Also, there was no significant difference in final survival between larvae fed with live food (13.5%), mixed (9.3%), and feed (5.5%). On experiment 2, there was no survival in the treatments whereby larvae were fed only with feed. The first juvenile occurred on the treatment with *Artemia* nauplii, on the 10th day. The final survival rates with *Artemia* treatments and mixed were of 33.3% and 8.3%, respectively. According to the chi-square test, the survival was independent of the type of food (*Artemia* and mixed). On experiment 3, the objective was to evaluate *Ucides cordatus* larvae development from zoea I to the megalopa metamorphosis with the microalgae: *Rhodomonas* sp., *Isochrysis galbana* and *Chaetoceros muelleri*. The task was performed on individual cultures with 15 repetitions and semi-static system. First megalopas occurred on the 19th day in all of the treatments. The highest survival rate was observed on the treatment with *Rhodomonas* sp. (43%) followed by *I. galbana* (23%) and *C. muelleri* (13%), presenting significant difference ($p > 0,05$) between only *Rhodomonas* sp. and *C. muelleri* treatments. Based on the results displayed, thereby concluded on experiment 1, despite not having been observed significant difference between the treatments, feed diet can be indicated as a more advantageous alternative on larval phases (zoea I to megalopa) by reducing risks and cost with live food production and providing more facility on management. On experiment 2, the diet exclusively with *Artemia* sp. was the most indicated for megalopa phase by promoting better rates of survival and a faster larval development. On experiment 3, the microalgae species *Rhodomonas* sp. and *Isochrysis galbana* were the most indicated ones for larviculture of *U. cordatus*, being necessary other studies in larger scale conditions in order to confirm this task results.

Keywords: *Ucides cordatus*, Larviculture, Live food, Commercial feed.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fêmea ovígera de <i>Ucides cordatus</i>	16
Figura 2. <i>U. cordatus</i> . Desenho esquemático de oito estágios embrionários ressaltando as principais estruturas embrionárias (a1 = antênula; a2 = antena; ab = abdome; er = espinho rostral; lo = lobo óptico pigmentado; mb = mandíbula; rmx = rudimento da maxila e maxílula; mp ₁ a mp ₃ = maxilípedes 1 a 3; pta = processo torácico abdominal)	18
Figura 3. Larvas de <i>Ucides cordatus</i> em diferentes estágios de desenvolvimento: a) zoea II b) megalopa (aumento 400 x).....	17
Figura 4. Localização do manguezal de Barra de Guaratiba – RJ.....	25
Figura 5. Fêmea ovígera <i>Ucides cordatus</i> na caixa de eclosão com abrigo.....	26
Figura 6. Fêmeas de caranguejo-uçá devolvidas ao manguezal de Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro-RJ.	26
Figura 7. Rações para camarão marinho utilizadas na larvicultura do caranguejo-uçá.....	28
Figura 8. Limpeza das unidades experimentais para retirada de resíduos e renovação da água	28
Figura 9. Caranguejo-uçá em diferentes fases de desenvolvimento: a) megalopa (aumento 400x) e b) juvenil.....	29
Figura 10. Variáveis abióticas monitoradas durante o experimento, (a) temperatura; (b) amônia; (c) ph; (d) nitrito; (e) oxigênio dissolvido; (f) nitrato; (g) fosfato.	30
Figura 11. Sobrevivência parcial (larvas. L ⁻¹) nos diferentes tratamentos alimentares (controle, misto e ração), com indicação do início de cada fase larval (pontilhado).....	30
Figura 12. Sobrevivência parcial de larvas (até estágio VI) após 15 dias de larvicultura, nos tratamentos controle (c), misto (m) e ração (r).....	31
Figura 13. Sobrevivência final de megalopa nos tratamentos controle (c), misto (m) e ração (r).	32
Figura 14. Número de larvas (megalopa – m) e juvenis (j) de <i>U. cordatus</i> alimentadas com diferentes tipos de alimento: a - ração; b – alimento vivo (náuplios de <i>Artemia</i>); c – misto (ração + náuplios de <i>Artemia</i>); d – ração (desde estágio larval II).....	32
Figura 15. Seleção das larvas do experimento através do fototropismo positivo.	33
Figura 16. Número de larvas (megalopa – m) e juvenis (j) de <i>U. cordatus</i> alimentadas com diferentes tipos de alimento: a - ração; b – alimento vivo (náuplios de <i>Artemia</i>); c – misto (ração + náuplios de <i>Artemia</i>); d – ração (desde estágio larval II)... ..	34
Figura 17. Número de larvas nos diferentes estágios de desenvolvimento em cada tratamento: a) <i>Rhodomonas sp.</i> ; b) <i>C. muelleri</i> ; c) <i>I. galbana</i>	44
Figura 18. Sobrevivência final de larvas alimentadas com as microalgas <i>Rhodomonas sp.</i> (rhod), <i>Isochrysis galbana</i> (iso) e <i>Chaetoceros muelleri</i> (chae).	45
Figura 19. Número de larvas nos diferentes estágios de desenvolvimento em cada tratamento: A) <i>Rhodomonas sp.</i> ; B) <i>C. muelleri</i> ; C) <i>I. galbana</i>	46
Figura 20. Sobrevivência final de larvas alimentadas com as microalgas <i>Rhodomonas sp.</i> (Rhod), <i>Isochrysis galbana</i> (Iso) e <i>Chaetoceros muelleri</i> (Chae).....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dietas utilizadas nos tratamentos durante a larvicultura de <i>Ucides cordatus</i>	29
Tabela 2. Largura da carapaça, peso e número de larvas das fêmeas de <i>U. cordatus</i> utilizadas no experimento.	45
Tabela 3. Concentrações de microalgas utilizadas nos tratamentos na larvicultura de <i>U. cordatus</i>	46
Tabela 4. Composição química das microalgas.	48

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	9
INTRODUÇÃO GERAL	14
REVISÃO DE LITERATURA	15
1 Manguezal	15
2 <i>Ucides cordatus</i>	15
3 Aspectos reprodutivos de <i>Ucides cordatus</i>	17
4 A pesca extrativa e suas complicações.....	19
5 Produção de <i>Ucides cordatus</i> em laboratório.....	20
CAPÍTULO I	23
SUBSTITUIÇÃO DE ZOOPLÂNCTON POR RAÇÃO COMERCIAL NA LARVICULTURA DE CARANGUEJO-UÇÁ, <i>Ucides cordatus</i> (LINNAEUS, 1763)	
RESUMO	23
ABSTRACT	25
1 INTRODUÇÃO	26
2 MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1 Coleta das fêmeas ovígeras e localização dos experimentos.....	27
2.2 Manejo e Eclosão das Fêmeas Ovígeras	27
2.3 Desenvolvimento larval de zoea I até megalopa	28
2.4 Metamorfose de Megalopa para Juvenil	31
2.5 Análise Estatística	32
3 RESULTADOS	33
3.1 Desenvolvimento Larval de Zoea I até Megalopa	33
3.2 Metamorfose de Megalopa para Juvenil	35
4 DISCUSSÃO	37
5 CONCLUSÕES	40
CAPÍTULO II	39
DESENVOLVIMENTO LARVAL DO CARANGUEJO-UÇA, <i>Ucides cordatus</i> (LINNAEUS, 1763) ALIMENTADO COM DIFERENTES ESPÉCIES DE MICROALGAS	
RESUMO	40
ABSTRACT	41
1 INTRODUÇÃO	42
2 MATERIAL E MÉTODOS	43
2.1 Local do Experimento	43
2.2 Coleta e Manejo dos Caranguejos.....	43
2.3 Experimento.....	43
2.4 Análise Estatística	45
3 RESULTADOS	48

4 DISCUSSÃO	48
5 CONCLUSÕES.....	50
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

INTRODUÇÃO GERAL

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, é um dos caranguejos mais consumidos e comercializados no Brasil, sendo conseqüentemente uma das espécies mais ameaçadas. Fatores como a sobrepesca, destruição dos manguezais, poluição e doença, têm contribuído para a redução do tamanho da população e dos estoques naturais.

O IBAMA (2014) incluiu o caranguejo-uçá na “Lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexploração”, demonstrando a vulnerabilidade que se encontra a espécie.

A extração de caranguejo-uçá é uma das atividades mais antigas nos manguezais brasileiros e muitas famílias ainda sobrevivem da captura dessa espécie. Portanto, há necessidade de estudos que possibilitem a preservação dessa espécie, através de tecnologias de manejo e uso sustentável.

Uma alternativa para recuperar e preservar essas populações é o desenvolvimento de uma tecnologia replicável para a produção em massa de larvas do caranguejo-uçá em laboratório e o repovoamento ou re-estocagem nas áreas afetadas ou alteradas.

Diversos estudos foram realizados no desenvolvimento de técnicas de larvicultura de *Ucides cordatus*, entretanto ainda não estão consolidadas, sendo a nutrição um dos fatores mais complexos. Atualmente, para o cultivo de larvas do caranguejo-uçá em cativeiro é necessário a produção de alimento vivo em larga escala, o que demanda mão-de-obra especializada, um alto custo e risco de colapso.

A substituição de alimento vivo por dietas formuladas é uma opção para diminuir os custos e viabilizar os cultivos. No entanto, a formulação de uma dieta balanceada para larvas de crustáceos é muito complexa devido ao conhecimento limitado de suas exigências nutricionais e por sua preferência por presas móveis.

Até o presente momento, apenas os trabalhos realizados na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, para montagem de um laboratório piloto na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim-RJ, avaliaram a substituição do alimento vivo por uma dieta inerte na larvicultura de *U. cordatus*.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a substituição do alimento vivo por uma ração para larvas de camarões peneídeos e diferentes espécies de microalgas no desenvolvimento de larvas de *U. cordatus*, buscando contribuir no aprimoramento de técnicas de larvicultura dessa espécie.

Os resultados dos estudos serão apresentados e discutidos em dois capítulos: Capítulo I: Substituição de zooplâncton por ração comercial na larvicultura de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763); Capítulo II: Desenvolvimento larval do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) alimentado com diferentes espécies de microalgas.

REVISÃO DE LITERATURA

1 Manguezal

O manguezal é um ecossistema de transição entre o ambiente marinho e o terrestre (VEGAS-VÉLEZ, 1978), com grande importância na estabilidade e manutenção da orla litorânea, bem como no desenvolvimento do solo (TWILLEY et al., 1986; CONDE et al., 2000). De acordo com Spalding, Kainuma e Collins (2010) o manguezal possui área total estimada em cerca de 152.000 km². O Brasil possui a segunda maior área de mangue do mundo, com o equivalente a 8,5% deste total, 13.000 km², ficando atrás apenas da Indonésia, com uma área de 30.000 km² (MACHINTOSH e ASHTON, 2002).

Por ser um ambiente de transição, o manguezal apresenta grande variação dos fatores ambientais e reduzida diversidade florística, com espécies herbáceas e arbóreas adaptadas morfofisiologicamente a sobreviver em águas salobras e substratos inconsolidados com baixa concentração de oxigênio (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000). A distribuição das espécies no mangue está correlacionada a diferentes fatores abióticos e bióticos, como a adaptação fisiológica à variação de salinidade, frequência de inundação pelas marés, aliada a disponibilidade de nutrientes e salinidade do sedimento (NAIDOO, 1985).

A floresta de manguezal possui importante valor ecológico, destacando-se como uma zona de berçário, proteção e alimentação de inúmeros organismos invertebrados, peixes, mamíferos e aves. Além disso, apresenta um papel preponderante na produção primária, exportando nutrientes e matéria orgânica que sustentam comunidades consumidoras das regiões estuarinas e costeiras (MACINTOSH et al., 1988; SPALDING et al., 1997; ARAÚJO, 2007).

O manguezal apresenta uma alta diversidade de fauna tanto micro quanto macroscópica, de organismos que vivem nesses locais ou que os usam durante algum período do seu ciclo de vida, quer seja para reprodução, refúgio ou alimentação (NASCIMENTO, 1999). A fauna típica constitui-se, principalmente, por crustáceos da ordem Decapoda, que exercem um importante papel ecológico neste ecossistema. Esses organismos, além de participarem de diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar, controlam a remineralização e a reciclagem de nutrientes através de seu hábito alimentar e da estratégia de cavar tocas (MACINTOSH e ASHTON, 2002; NAGELKERKEN et al., 2008).

Os caranguejos braquiúros, junto com os moluscos, correspondem à maior parte da macrofauna de invertebrados associados a esse ecossistema. Em função do grande porte que pode atingir, o caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) representa o principal componente da macrofauna dos manguezais da costa brasileira (KOCH, 1999).

2 *Ucides cordatus*

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Figura 1), pertence à família Ucididae (NG et al., 2008) e possui ampla distribuição geográfica, sendo encontrado desde os Estados Unidos, na Flórida, ao sul do Brasil, Santa Catarina (MELO, 1996).



Figura 1. Fêmea ovígera de *Ucides cordatus*.

A única espécie do gênero *Ucides*, com registro de ocorrência no Brasil, é *U. cordatus*, que ocupa a seguinte posição sistemática nos táxons superiores até família (NG et al., 2008):

Filo Crustacea

Classe Malacostraca

Subclasse Brachyura

Ordem Decapoda

Subordem Reptantia

Família Ucididae NG, 2008

Gênero *Ucides* Rathbun, 1897

Espécie *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)

É um caranguejo semi-terrestre, eurialino que vive em zona de mesolitoral e supralitoral. Constrói suas galerias nos sedimentos inconsolidados das áreas marginais dos manguezais onde ficam escondidos durante a preamar, saindo na baixa-mar para alimentar-se e limpar as tocas. É uma espécie onívora, tendo como principais fontes de alimento vegetais superiores, algas, poríferos e sedimentos (COSTA, 1979).

Tem grande importância ecológica por contribuir para acelerar a dinâmica natural da ciclagem de nutrientes, fracionando a matéria orgânica de origem vegetal. O caranguejo-uçá também contribui através do hábito de cavar tocas, oxigenando o sedimento, o que cria condições para a ação de degradação por bactérias aeróbicas (WARNER, 1977).

Ucides cordatus é bastante consumido em comunidades litorâneas, especialmente no nordeste e norte do Brasil (CASTILHO-WESTPHAL et al., 2008). A cadeia produtiva do caranguejo-uçá é de fundamental importância para o sustento de muitos trabalhadores e comércios. Os caranguejeiros são trabalhadores de baixa renda, que atuam na atividade como renda principal ou complementar, e se expõem a condições de trabalho rudimentares e muito insalubres. Eles extraem os animais durante a maré baixa, em tocas individuais escavadas no solo lamacento, dentro da densa mata dos manguezais (GLASER, 2003).

A carne do caranguejo é muito apreciada e possui excelente valor nutritivo com alto conteúdo proteico de fácil digestão, excelente fonte de vitaminas e reduzida de lipídios (GASPAR, 1981; FISCARELLI, 2004). A quitina do exoesqueleto, além dos usos culinários, pode ser aproveitada para usos biomédicos, cosméticos e alimentares, e as vísceras e resíduos da extração da carne podem ser processadas para aproveitamento em rações para animais (OGAWA et al., 1973; HAEFNER, 1985; LARANJEIRA e FÁVERE, 2009).

Outro uso de *U. cordatus* é como bioindicador de poluição ambiental da presença de óleo, metais pesados, benzeno, genotoxicidade e produtos agrícolas, que acumulam em seus tecidos. A contaminação no caranguejo pode ocorrer pelas brânquias em contato com a água ou pelo intestino na alimentação. (HARRIS e SANTOS, 2000; TAVARES et al., 1999; TOLEDO et al., 2007 ALENCAR, 2011).

3 Aspectos Reprodutivos de *Ucides cordatus*

De acordo com Sastry (1983), a reprodução dos crustáceos pode ocorrer durante todos os meses do ano (contínua) ou ser restrita a alguns meses onde as condições ambientais são mais favoráveis (sazonal). O caranguejo *U. cordatus* tem reprodução sazonal, ocorrendo entre os meses de novembro a março, mas por terem ampla distribuição geográfica podem apresentar períodos reprodutivos diferentes, de acordo com a latitude em que ocorrem (DALABONE, 2001). No nordeste, Alcantara-Filho (1978) e Costa (1979) descreveram o período reprodutivo, ocorrendo de dezembro a maio, embora períodos mais curtos, de janeiro a maio (MOTA-ALVES, 1975) e janeiro a março (CASTRO, 1986) também foram descritos na literatura. Em Santa Catarina, Wunderlich et al., (2008) observaram fêmeas com gônadas maduras de novembro a março. No entanto, no Amapá, de acordo com Amaral et al. (2014), o período reprodutivo é diferente dos estados citados acima, com fêmeas ovígeras desde o final de maio até agosto.

O momento de maior atividade reprodutiva do caranguejo-uçá coincide com a elevação de temperatura, intensidade luminosa e produtividade planctônica (BRANDINI et al., 1997; CERMEÑO et al., 2008). O ciclo reprodutivo do caranguejo-uçá é dividido em dois eventos denominados de “andada”, quando os caranguejos machos e fêmeas saem de suas tocas e andam pelos manguezais para o acasalamento e liberação dos ovos, o que os torna presas fáceis (NASCIMENTO, 1999). Na primeira andata, ocorre a cópula, onde 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; GÓES et al., 2000; CASTILHO, 2006).

Nesse processo, ocorre a fertilização e exteriorização da massa de ovos que fica aderida às cerdas dos pleópodos. As fêmeas de *U. cordatus* transportam os ovos até o desenvolvimento completo dos embriões (oito estágios) (Figura 2), em torno de 20 a 30 dias variando com a temperatura (PINHEIRO, 2001; PINHEIRO e HATTORI, 2003). De acordo com esses mesmos autores, a fecundidade tem correlação positiva com o tamanho da fêmea, variando de 71.200 a 220.800 ovos.

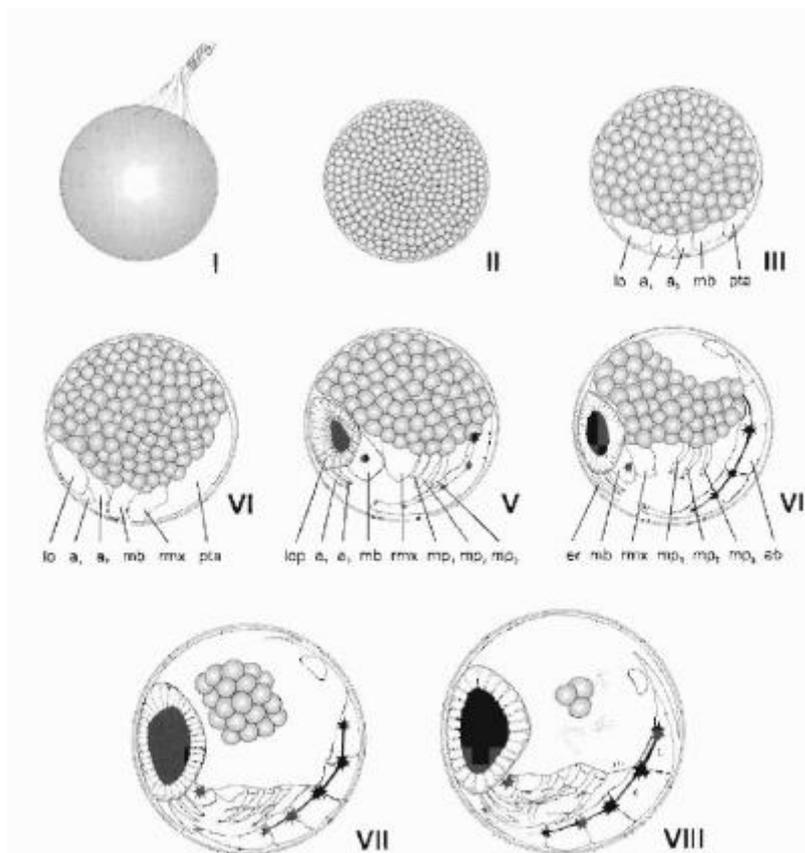


Figura 2. *U. cordatus*. Desenho esquemático de oito estágios embrionários ressaltando as principais estruturas embrionárias (a1 = antênula; a2 = antena; ab = abdome; er = espinho rostral; lo = lobo óptico pigmentado; mb = mandíbula; rmx = rudimento da maxila e maxílula; mp₁ a mp₃ = maxilípedes 1 a 3; pta = processo torácico abdominal) (Fonte: Pinheiro, 2001).

Na segunda “andada”, ocorre a liberação larval. Ela acontece em sincronia com as marés de sizígia, geralmente tendo início 2 a 3 dias antes da lua nova e da lua cheia, podendo ocorrer até 2 dias após as luas. As fêmeas ovadas migram para canais de maré e margens dos rios mais próximos e com movimentos bruscos dos seus segmentos abdominais liberam as larvas na água (MORGAN e CHRISTY, 1995; GOES et al., 2000; SILVA, 2007). As larvas recém-eclodidas são levadas pela maré para as águas costeiras, onde as condições ambientais para o desenvolvimento larval são mais favoráveis e estáveis (ANGER, 2001; DIELE e SIMITH, 2006).

A dispersão larval possui fundamental importância na manutenção das populações adultas de invertebrados, bem como na sua distribuição (UNDERWOOD e FAIRWEATHER, 1989), e é observada em diversas espécies de caranguejo. Nesse fenômeno, as larvas eclodidas simultaneamente em diferentes manguezais formam grandes aglomerações a fim de evitar a ação de predadores. Apesar dessa estratégia para aumentar a sobrevivência, estima-se que 90% das larvas sejam predadas nas primeiras horas de vida (MORGAN, 1992). Larvas de caranguejo são consideradas um importante recurso alimentar para outros organismos, incluindo larvas de peixe, peixes de pequeno porte e invertebrados filtradores e suspensívoros, principalmente nos meses de primavera e verão (RODRIGUES e HEBLING, 1989; COSTA, 2006).

A zoea do caranguejo-uçá passa por cinco ou seis estágios larvais planctônicos (zoea I a VI) e um estágio larval (megalopa) (Fig.3) de transição entre o plâncton e os bentos (RODRIGUES e HEBLING, 1989). O número de estágios de zoea pode variar de acordo com as condições ambientais e da capacidade da larva de obter alimento em quantidade e qualidade suficiente durante o período de desenvolvimento (ANGER, 2001). A temperatura e

a disponibilidade de alimento são os principais fatores que interferem no tempo de desenvolvimento das larvas (ANGER, 2001).



Figura 3. Larvas de *Ucides cordatus* em diferentes estágios de desenvolvimento: A) zoea II B) megalopa (aumento 400 x).

A megalopa representa o estágio final do desenvolvimento do ciclo larval pelágico de caranguejos decápodos, e é responsável pela realização do assentamento e metamorfose para caranguejo juvenil no ambiente bentônico (KAESTNER, 1980). Durante as marés enchentes de lua cheia e nova, a megalopa retorna ao manguezal, para o assentamento, (DIELE, 2000), onde a população conspecífica vive (HADFIELD, 1986; ANGER, 2001).

O assentamento é induzido por estímulos físico-químicos naturais do habitat onde a população conspecífica vive (SCHELTEMA, 1974; HADFIELD, 1978; BURKE, 1983; CRISP, 1984; PECHENIK, 1990; LAU e QIAN, 2001 apud SIMITH, 2006) e é tipicamente definido como uma troca do ambiente planctônico pelo ambiente bentônico provocado por mudanças no comportamento larval (SCHELTEMA, 1974), que podem alterar o comportamento alimentar, ecológico e fisiológico (ANGER, 2001).

4 A Pesca Extrativa e suas Complicações

As populações de caranguejo-uçá têm sido ameaçadas na maioria dos manguezais do Brasil, seja pela captura excessiva (devido ao seu valor comercial); degradação ambiental; poluição urbana, industrial ou pela devastação dos mangues para diversos usos, além de doença que têm afetado os estoques naturais (ALENCAR, 2011). Convém ressaltar que a previsibilidade da abundância, pouca influência da sazonalidade, baixo capital exigido para a captura e boa aceitação comercial contribuem também para a intensificação da captura do caranguejo-uçá (PEREIRA e MOURÃO, 2004).

Por constituir fonte de alimento e renda para as comunidades costeiras, a captura do caranguejo-uçá é uma das atividades extrativistas mais antigas feitas nos manguezais brasileiros (GEO BRASIL, 2002), sendo esta a mais significativa forma de pressão de predação sobre a espécie (DIELE, 2000).

A pesca de crustáceos, incluindo o caranguejo-uçá, equivale a 30% das pescarias de alto valor no mundo, sendo importante para vários países (MENDONÇA e LUCENA, 2009). No entanto, a exploração desordenada, inclusive durante a época de reprodução, tem contribuído para a destruição do seu habitat e redução do seu estoque, sinalizando alterações no equilíbrio da dinâmica populacional da espécie (LIMA et al., 2010).

Para proteção dos estoques naturais, durante a época de reprodução, ocorre o período de defeso da espécie, que é conhecido popularmente pelos pescadores como período de "andada". Durante o período são proibidos: a pesca, a comercialização, a manutenção em cativeiro, o transporte, a industrialização, o armazenamento e o beneficiamento do animal (ICMBIO, 2014).

A Portaria nº 52 de 30 de setembro de 2003 (IBAMA, 2003) regula a exploração da espécie nos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, proibindo em qualquer época do ano a captura de fêmeas ovígeras e de indivíduos de ambos os sexos com largura da carapaça inferior a 6,0 cm, bem como o uso de armadilhas, petrechos, instrumentos cortantes ou produtos químicos para sua captura.

O ICMBio (INSTITUTO CHICO MENDES/IBAMA/MMA) é responsável pela avaliação do estado de conservação das espécies da fauna brasileira e, em 2014, realizou a avaliação do risco de extinção da fauna brasileira identificando, além das espécies ameaçadas, as espécies consideradas Quase Ameaçadas e com Dados Insuficientes em território brasileiro. Espécies Quase Ameaçadas são aquelas que, embora não consideradas ameaçadas no momento, se aproximam de alguma categoria de ameaça, sendo provável que se qualifiquem como ameaçadas em um futuro próximo (IBAMA, 2014). Dentre as espécies consideradas Quase Ameaçadas, encontra-se o caranguejo-uçá.

A vulnerabilidade em que se encontram atualmente as populações de caranguejo-uçá demonstra a necessidade de estudos que viabilizem técnicas de manejo e conservação dessa espécie. Essas técnicas são indicadas para o repovoamento das áreas afetadas, com indivíduos juvenis, uma vez que os animais atingem o tamanho comercial após o 5º ano de vida (OSTRENSKY, 2001).

O repovoamento tem sido utilizado em manejos de diversas áreas do mundo atingidas severamente pela sobrepesca há mais de um século, com vários graus de sucesso (DAVIS et al., 2005) e para realização de repovoamento, é necessário que haja tecnologia desenvolvida para o cultivo da espécie. No caso dos caranguejos braquiúros, o cultivo ainda é uma atividade pouco desenvolvida no mundo, devido às dificuldades tanto na fase de larvicultura como na engorda, podendo ser apontadas como principais: baixa sobrevivência das larvas na obtenção de juvenis, canibalismo, territorialismo e crescimento lento (LEE e WICKINS, 1997).

5 Produção de *Ucides cordatus* em Laboratório

Os primeiros trabalhos escritos sobre o caranguejo-uçá foram publicados a partir da primeira metade do século XVI. Em geral, estes trabalhos descreviam aspectos do seu habitat, comportamento, alimentação e reprodução (IVO e GESTEIRA, 1999).

O desenvolvimento larval de *U. cordatus* foi estudado por Rodrigues e Hebling (1989) que verificaram cinco a seis estágios de zoea e um de megalopa e realizaram, pela primeira vez, a sua descrição larval. Vários trabalhos sobre o desenvolvimento larval de *U. cordatus* foram realizados: Doellinger e Fernandes (2000), Simith e Diele (2008), Carvalho (2010) sobre a influência da salinidade; Silva (2002), sobre o cultivo experimental da espécie; Abrunhosa et al. (2002), sobre a alimentação e alimento no primeiro estágio larval; Abrunhosa et al. (2003), sobre a morfologia do estômago da larva e pós-larva; Santos et al. (2004), sobre a influência da alimentação e da luz e Silva et al. (2006), sobre a produção de *U. cordatus* em laboratório.

Nascimento (1993) observou, em laboratório, a eclosão de larvas, quando fêmeas ovígeras foram mantidas em aquários com uma coluna d'água de 5,0 cm e salinidade 15. Após a eclosão, as larvas começaram a nadar ativamente, mas aproximadamente 10% da massa de ovos não passou pelo processo de eclosão e a taxa de sobrevivência das larvas não conseguiu ultrapassar 1%, durante os dois primeiros meses de cultivo.

A alimentação e nutrição dos estágios larvais dos organismos aquáticos são os maiores entraves da produção comercial de crustáceos e de peixes (DHERT et al., 2001; PORTELLA et al., 2012). Evolutivamente, as larvas de crustáceos têm preferência por se alimentar de organismos vivos, não aceitando satisfatoriamente alimentos inertes (AGH e SORGELOOS, 2005). Para a seleção de organismos vivos, devem ser considerados fatores como o valor nutritivo e a facilidade de cultivo em grande escala (LAVENS et al., 2000).

A administração de microalgas e rotíferos na alimentação do caranguejo-uçá aumenta significativamente a taxa de metamorfose para megalopa (BECKER, 2008). Isso se deve ao fato dos organismos (microalgas e rotíferos) possuírem a capacidade de repassar às larvas, via alimentação, componentes nutricionais como aminoácidos, vitaminas, minerais e ácidos graxos, importantes para o desenvolvimento larval. Esse fato foi verificado por Levine (1984), quando adicionou a fração lipídica de *Artemia* na forma encapsulada para os rotíferos, e observou aumento na taxa de sobrevivência e desenvolvimento para o estágio megalopa, em comparação com os controles alimentados apenas com rotíferos. Quando a dieta de rotíferos foi suplementada com microcápsulas que contêm ácido graxo polinsaturado específico, resultou em maior taxa de sobrevivência e desenvolvimento larval. O maior efeito foi alcançado com ácido docosa-hexaenóico DHA (22:6 ω 3). O autor verificou que ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa, especialmente de 20:5 ω 3 e 22:6 ω 3, são significativos na promoção do desenvolvimento para a megalopa.

Em laboratório, Abrunhosa et al. (2002) verificaram que as larvas de *U. cordatus* podem alcançar o estágio de zoea II sem alimentação, porém com prejuízos nas taxas de sobrevivência e hígidez larval. Os autores concluíram que as larvas do caranguejo-uçá, apesar de lecitotróficas em seu desenvolvimento inicial, necessitam de alimentação exógena desde o estágio de zoea I, de modo a suprir adequadamente suas necessidades nutricionais.

O Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais (GIA) desenvolveu, entre os anos de 2000 a 2009, estudos para o domínio das técnicas e métodos de produção de larvas de caranguejo-uçá para repovoamento e recuperação populacional em manguezais alterados (Silva et al., 2006 e 2009), nos estados do Paraná e Bahia. Este grupo realizou vários trabalhos com megalopas e juvenis em laboratório, dentre eles o tempo médio para metamorfose de megalopa para o primeiro juvenil (VENTURA et al., 2008); sobrevivência no transporte (VENTURA et al., 2010a); associação interespecífica como fator limitante na sobrevivência na liberação de recrutas na reestocagem (VENTURA et al., 2010b) e a interação intraespecífica durante o período de metamorfose e pré-metamorfose (VENTURA et al., 2011).

A atual tecnologia de recomposição de populações de caranguejo-uçá em áreas alteradas baseia-se na obtenção de larvas a partir de fêmeas ovígeras coletadas na natureza e no posterior cultivo dessas larvas em larga escala até a fase de megalopa. Nesta fase, as larvas são levadas e liberadas no ambiente (BECKER, 2008). Esta estratégia se fundamenta no fato de que as megalopas de *U. cordatus* apresentam geotaxia positiva, além de capacidade de escavar tocas no sedimento. Essas características aumentam as chances de sucesso de recrutamento das larvas produzidas em laboratório após sua liberação no ambiente (SILVA et al., 2006; SILVA, 2007).

Outros estudos têm sido realizados pelo grupo da UFPA do campus de Bragança, com larvas e megalopas de *Ucides cordatus* em laboratório sobre: estrutura e desenvolvimento da morfologia funcional do estômago das larvas (ABRUNHOSA et al., 2002 e 2003); efeito da salinidade no desenvolvimento larval (DIELE e SIMITH, 2006, SIMITH e DIELE, 2008a); efeito dos estímulos interespecíficos e intraespecíficos para o assentamento das megalopas (SIMITH e DIELE, 2008b) e o efeito do substrato e odor coespecífico na metamorfose da megalopa (DIELE e SIMITH, 2007) e sobre os efeitos do atraso na metamorfose de megalopas no desempenho dos juvenis (SIMITH et al., 2013).

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) executou um projeto com o objetivo de avaliar experimentalmente a viabilidade de realizar a larvicultura no estado do Rio de Janeiro e a montagem de um laboratório piloto na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim-RJ, para possibilitar posteriormente o repovoamento ou a reestocagem dos manguezais do Rio de Janeiro.

Até o momento, não existe laboratório para a produção de juvenis de caranguejos que possa suprir as necessidades de reestocagem em manguezais brasileiros. Estudos que abordem a larvicultura do caranguejo-uçá para futura reestocagem das áreas de pesca, são

importantes para manutenção do estoque das populações e conseqüentemente, garantia da pesca pelos pescadores que dela dependem.

CAPÍTULO I

SUBSTITUIÇÃO DE ZOOPLÂNCTON POR RAÇÃO COMERCIAL NA LARVICULTURA DE CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763)

RESUMO

A alimentação e nutrição dos estágios larvais de crustáceos são um dos maiores entraves da produção comercial. Este estudo foi realizado nos Laboratórios da Estação Experimental de Aquicultura Almirante Paulo Moreira (EEAAPM/FIPERJ), com o objetivo de avaliar o desenvolvimento larval do caranguejo-uçá na metamorfose do estágio de zoea I até megalopa (experimento 1) e do estágio de megalopa para juvenil (experimento 2), substituindo o zooplâncton pela ração comercial para camarão peneídeo (Z Plus/Zeigler). No experimento 1, as unidades experimentais (UE) consistiram de recipientes de polietileno com volume útil de 8 L, em que foram estocadas 50 larvas.L⁻¹ e avaliados três tratamentos (T) com cinco repetições, sendo (T1) ração: microalga (de zoea I até zoea III) + ração (de zoea III até megalopa); (T2) misto: microalga (de zoea I até zoea II); ração + rotíferos *Brachionus rotundiformis* (de zoea III a V) e ração + *Artemia* sp. (de zoea V a megalopa); (T3) controle (alimento vivo): microalga (de zoea I até zoea II); microalgas + rotíferos *B. rotundiformis* (de zoea III a zoea IV) e *Artemia* sp. (de zoea V a megalopa). Diariamente foram monitorados temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água e realizada a renovação de 40 % do volume total de água de cada UE. A cada cinco dias foram analisadas as variáveis NH₃, PO₄⁻³, NO₂, NO₃ da água. Após 15 dias surgiram as primeiras megalopas em todos os tratamentos e a sobrevivência foi em média 30,1±11,8% sem diferença significativa entre os tratamentos. Também não houve diferença significativa na sobrevivência final entre megalopas alimentadas com alimento vivo (13,5%), misto (9,3%) e ração (5,5%). No experimento 2, as UE continham 200 mL de água com salinidade 28 e substrato de manguezal com uma megalopa em cada UE. Foram testados quatro tratamentos com 12 repetições, sendo: (A) *Artemia* sp.; (M) *Artemia* sp. + ração; (R) ração; (RA) ração antes (megalopas do experimento anterior alimentadas desde a fase zoea II com ração). O experimento foi conduzido em sistema semi-estático e diariamente foi contabilizado o número de megalopas vivas, mortas ou juvenis. Não houve sobrevivência nos tratamentos em que as larvas foram alimentadas somente com ração (R e RA). A primeira metamorfose de megalopa para juvenil ocorreu no tratamento *Artemia* sp. no 10º dia. As taxas finais de sobrevivência dos tratamentos *Artemia* e misto foram de 33,3% e 8,3% respectivamente. O teste qui-quadrado demonstrou que a sobrevivência foi independente do tipo de alimento (*Artemia* e misto). No experimento 1, apesar de não ter sido observada diferença entre os tratamentos, a alimentação com ração pode ser indicada como uma alternativa mais vantajosa nas fases larvais (zoea I até megalopa) por diminuir os riscos e o custo com a produção de alimento vivo e proporcionar maior facilidade no manejo. No experimento 2, a dieta exclusivamente com *Artemia* sp. foi a mais indicada para a fase de megalopa, por promover melhor taxa de sobrevivência e um desenvolvimento larval mais rápido.

Palavras-chave: Caranguejo-uçá, Larvicultura, Alimento vivo, Ração comercial

ABSTRACT

Food and nutrition of larval stages of crustaceans are one of the biggest barriers for commercial production. This study was conducted in the Laboratórios da Estação Experimental de Aquicultura Almirante Paulo Moreira (EEAAPM/FIPERJ), in order to evaluate a larval development of crab *Ucides cordatus* on metamorphosis of zoea I stage to megalopa (experiment 1) and megalopa stage to juvenile (experiment 2), replacing live food for shrimp commercial feed (Z Plus/Zeigler). On experiment 1, experimental units (EU) consisted of polyethylene containers with useful volume of 8 L, in which were thrusts 50 larvae.L⁻¹ and 3 treatments (T) evaluated with five repetitions, being (T1) feed: microalgae (from zoea I to zoea III) + feed (from zoea III to megalopa; (T2) mixed: microalgae (from zoea I, zoea II); feed + rotifers *Brachionus rotundiformes* (from zoea III to V) and feed + *Artemia* sp. (from zoea V to megalopa); (T3) control (live food): microalgae (from zoea I to zoea II); microalgae + rotifers *B. rotundiformes* (from zoea III to zoea IV) and *Artemia* sp. (from zoea V to megalopa). Daily were monitored temperature, dissolved oxygen and water's pH and performed to renew 40% of the total water volume of each EU. On each 5 days, were evaluated the variables NH₃, PO₄⁻³, NO₂, NO₃ of the water. After 15 days, first megalopas appeared and every treatment and the survival was on average 30.1±11.8% without significant difference between the treatments. Also, there was no significant difference on final survival between megalopas that were fed by alive food (13.5%), mixed food (9.3%) and feed (5.5%). On experiment 2, the EU contained 200 mL of water with salinity of 28 and mangrove substrate with a megalopa on each EU. Four treatments were tested with 12 repetitions: (A) *Artemia* sp.; (M) *Artemia* sp. + feed; (R) feed; (RA) feed before (previous experiment megalopa fed since zoea II phase with feed). The experiment was conducted in semi-static system and was daily accounted the number of alive, dead and juvenile megalopas. There was no survival on the treatments in which larvae were fed only with feed (R and RA). The first megalopa metamorphosis to juvenile occurred in the *Artemia* sp. treatment on the 10th day. The final survival rates of *Artemia* treatments and mixed were 33.3% and 8.3%, respectively. The chi-square test showed that survival was despite of the type of food (*Artemia* and mixed). In experiment 1, although no significant difference was observed between the treatments, the feed diet may be indicated as a more advantageous alternative in the larval stages (zoea I to megalopa) by reducing the risks and the cost of the production of live food and provide greater ease in handling. In experiment 2, the diet exclusively with *Artemia* sp. was the most indicated one for megalopal stage, by promoting better survival rate and faster larval development.

Keywords: Crab *ucides cordatus*, Feed, Commercial feed, Larviculture.

1 INTRODUÇÃO

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, está distribuído nos manguezais brasileiros desde o norte do Pará até Santa Catarina (CASTILHO-WESTPHAL et al., 2008). Relatos de catadores de caranguejo sobre a diminuição dos estoques naturais não são raros e vem sendo observados em todo o Brasil (ARAÚJO, 2006; SOUTO, 2007), podendo resultar no esgotamento deste recurso em escala econômica e em graves desequilíbrios ecológicos (NASCIMENTO, 1993).

Apesar de existir o período de defeso para preservação da espécie, a captura excessiva é apontada como a principal causa da redução dos estoques naturais. Atualmente o caranguejo-uçá encontra-se na categoria de espécies consideradas Quase Ameaçadas do Ibama. Para a recomposição de populações de caranguejo-uçá em áreas alteradas são necessárias ações de repovoamento através de larvas cultivadas em laboratório e liberadas no ambiente (SILVA, 2002).

As técnicas para a criação de *U. cordatus* em cativeiro ainda não estão consolidadas e existem várias dificuldades. Até o momento não se conseguiu controlar o processo de indução à maturação e a desova de fêmeas de *U. cordatus* em laboratório. Portanto, a tecnologia de larvicultura do caranguejo-uçá está baseada na coleta de fêmeas ovígeras nos manguezais e posterior eclosão das larvas e seu cultivo em laboratório, o que limita todo o processo produtivo a um período relativamente curto de ocorrência de fêmeas ovígeras na natureza (BECKER, 2008).

O desenvolvimento larval de decápodos é caracterizado por múltiplos estágios, que necessitam de diferentes regimes alimentares durante o ciclo larval, de acordo com o comportamento, morfologia, necessidade nutricional e energética dos indivíduos (LAVENS e SORGELLOS, 1996), tornando complexo o desenvolvimento de um protocolo alimentar.

Em laboratório, as zoeas obtidas nas desovas desenvolvem-se até a sua metamorfose para a fase de megalopa, alimentadas com microalgas, rotíferos e *Artemia* (SILVA, 2007). Becker (2008) observou que a alta densidade de rotíferos juntamente com microalgas na larvicultura de *U. cordatus* maximiza a sobrevivência das larvas e diminui o tempo de desenvolvimento. No entanto, a produção de elevados volumes de organismos vivos utilizados como alimentos na larvicultura de crustáceos é, em geral, um dos principais fatores limitantes para laboratórios que se dedicam a esta atividade (COTTENS et al., 2008).

De acordo com Ostrensky et al., (1995), a viabilidade da criação de caranguejo-uçá está na formulação de uma ração que permita aumentar a taxa de crescimento e sobrevivência dessa espécie. As dificuldades para formulação de uma dieta inerte adequada para as larvas de crustáceos são o conhecimento limitado das suas exigências nutricionais e a aceitação da ração, por elas terem preferência por se alimentar de organismos móveis (AGH e SARGELOOS, 2005; CASTILHO, 2006). Oshiro et al. (2014) demonstraram a viabilidade da utilização da ração como parte da dieta para larvas de *U. cordatus*.

Com isso o objetivo deste trabalho foi analisar a substituição do zooplâncton (rotífero e náuplio de *Artemia* sp.) por uma ração comercial para camarão peneídeo na larvicultura de *U. cordatus*, visando o aumento da sobrevivência e crescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta das Fêmeas Ovíferas e Localização dos Experimentos

Quatorze fêmeas ovíferas de *Ucides cordatus*, caranguejo-uçá, foram coletadas em 8 de janeiro de 2016, um dia antes da lua nova, por um caranguejeiro profissional, no manguezal de Barra de Guaratiba (Figura 4), Rio de Janeiro-RJ, próximo ao período de eclosão e levadas ao Laboratório de Cultivo de Algas e Zooplâncton (LACAZ) da Estação Experimental de Aquicultura Almirante Paulo Moreira (EEAAPM) da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (Fiperj), localizada em Guaratiba, Rio de Janeiro-RJ.



Figura 4. Localização do manguezal de Barra de Guaratiba – RJ.

2.2 Manejo e Eclosão das Fêmeas Ovíferas

No laboratório, as fêmeas ovíferas foram alojadas individualmente em caixas de polietileno (100L), para a verificação do estágio embrionário de acordo com a descrição morfológica proposta por Pinheiro e Fiscarelli (2001), com base na porção de vitelo remanescente e surgimento das estruturas embrionárias em oito estágios.

As fêmeas com os ovos nos últimos estágios embrionários foram desinfetadas com solução de iodo 0,02% (COTTENS, 2009) e colocadas nas caixas de eclosão (Figura 5), que continham água do manguezal esterilizada, salinidade 28 e aeração constante, até que os animais ficassem submersos. Em cada caixa foram colocados pedaços de canos de PVC para servirem como abrigo.



Figura 5. Fêmea ovígera de *Ucides cordatus* na caixa de eclosão com abrigo.

Após quatro dias da lua nova, duas fêmeas desovaram e as larvas recém eclodidas foram atraídas até a superfície da água dos tanques com uma fonte luminosa e coletadas para desinfecção com iodo (2 ppm) por dois minutos. As larvas foram mantidas por 24 h em um tanque com aeração constante e sem alimento até o início do experimento a fim de evitar que larvas inviáveis ou mortas naturalmente fossem utilizadas nos experimentos.

Após o período de eclosão, todas as fêmeas coletadas foram alimentadas com folhas de mangue até serem liberadas no manguezal próximo ao local de captura (Figura 6).



Figura 6. Fêmeas de caranguejo-uçá devolvidas ao manguezal de Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro-RJ.

2.3 Experimento 1: Desenvolvimento Larval de Zoea I até Megalopa

Após 24 h da eclosão, as larvas vivas foram transferidas para recipientes plásticos e selecionadas através do fototropismo positivo. As larvas mais ativas foram coletadas com pipeta e estocadas na densidade larval de 50 larvas.l⁻¹ (COTTENS et al., 2008) em cada unidade experimental (UE). As UE consistiram de baldes com volume útil de 8 L.

Foram testadas três dietas: alimento vivo ou controle (C), misto (M) e ração (R), com cinco repetições cada, com delineamento inteiramente casualizado. As dietas variaram de acordo com o estágio de desenvolvimento larval (Tabela 1).

A luminosidade constante média foi de 900 lux (COTTENS et al., 2014) com fotoperíodo de 16 h de luz e 8 h de escuro. A temperatura foi mantida entre $28 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e a salinidade a 28 (COTTENS, 2009).

Tabela 1. Dietas utilizadas nos tratamentos durante a larvicultura de *Ucides cordatus*.

Estágio	Tratamentos		
	Controle (alimento vivo)	Misto	Ração
Zoea I	Microalga	Microalga	Microalga
Zoea II	Microalga + Rotífero (20 rot.mL ⁻¹)	Microalga + Rotífero (6 rot.mL ⁻¹) Rotífero (6 rot.mL ⁻¹)	Microalga + Ração ≤ 100 μm Microalga
Zoea III	Rotífero (20 rot.mL ⁻¹)	+ Ração ≤ 100 μm Rotífero (6 rot.mL ⁻¹)	+ Ração 100-150 μm Ração 100-150 μm
Zoea IV	Rotífero (6 rot.mL ⁻¹) + 2,5 náuplios <i>Artemia</i> .mL ⁻¹	+ Ração 100-150 μm 0,5 náuplios <i>Artemia</i> .mL ⁻¹	+ Ração 250-450 μm Ração 100-150 μm
Zoea V	5 náuplios <i>Artemia</i> .mL ⁻¹	+ Ração 250-450 μm 0,25 náuplios <i>Artemia</i> .mL ⁻¹	+ Ração 250-450 μm
Zoea VI	5 náuplios <i>Artemia</i> .mL ⁻¹	+ Ração 250-450 μm	Ração 250-450 μm

As microalgas *Tetraselmis tetrahele* e *Chaetoceros muelleri* e os rotíferos *Brachionus rotundiformis* utilizados nos experimentos foram obtidos do Laboratório de Cultivo de Algas e Zooplâncton (LACAZ) da EEAAPM/FIPERJ.

Em todos os tratamentos foi utilizada dieta mista: *T. tetrahele* 25.000 céls./mL + *C. muelleri* sp. 200.000 céls.mL⁻¹.

As microalgas foram cultivadas com meio de cultura Guillard f/2 modificado em condições controladas de temperatura ($22 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$), fotoperíodo (24 h), salinidade (30 ± 1). Os rotíferos foram cultivados em volume útil de 100 L, com água do mar salinidade 28 e alimentados diariamente com a microalga *Nannochloropsis oculata*. Antes do fornecimento para as larvas, os rotíferos foram enriquecidos com emulsão lipídica (Selco®), durante 4 h.

Os náuplios de *Artemia* foram obtidos através da eclosão de cistos, com 24 horas de antecedência em condições controladas em temperatura $30 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, salinidade 32 ± 1 e luminosidade de 600 lux. A densidade de náuplios variou de acordo com o estágio larval e tratamento (Tabela 1)

As rações comerciais utilizadas foram específicas para larvas de camarões marinhos, Larva Z Plus (Ziegler, EUA) (Figura 7), com níveis mínimos de 50% de proteína bruta e 15% de extrato etéreo. As rações foram fornecidas quatro vezes ao dia (8 h; 11 h; 14 h e 15 h). A quantidade total diária de ração em cada UE foi de 0,040 g para o tratamento ração e 0,020 g para o tratamento misto.



Figura 7. Rações para camarão marinho utilizadas na larvicultura do caranguejo-uçá.

Cada UE foi homogeneizada com a aplicação de aeração no fundo dos baldes, por meio de mangueiras de silicone e pedra porosa na ponta para diminuir o tamanho das bolhas de ar. Diariamente o fundo dos baldes foi sifonado para retirada de resíduos e renovação da água (SILVA, 2007) num volume total de 20% até o 6º dia e de 40% até o término do experimento (Figura 8).



Figura 8. Limpeza das unidades experimentais para retirada de resíduos e renovação da água.

Diariamente as variáveis abióticas, temperatura, pH e oxigênio dissolvido foram mensuradas com sonda multiparâmetro Hanna. A cada cinco dias as variáveis NH_3 , PO_4^{3-} , NO_2 , NO_3 foram avaliados com kits colorimétricos da Alfakit.

A cada três dias foram coletadas três larvas de cada UE para analisar o estágio larval (Figura 9), após a verificação do estágio a larva era devolvida a UE. Para avaliar a sobrevivência durante o experimento, a cada três dias foram coletas 5 subamostras de 100 mL, tomadas aleatoriamente em diferentes partes e profundidades das UE, e as larvas quantificadas e devolvidas às UE.



Figura 9. Larva de *Ucides cordatus* no estágio de zoea II (aumento 400 x).

Quando as larvas atingiram o estágio de megalopa nas UE, estas foram transferidas para outros recipientes a fim de se evitar o canibalismo sobre as zoeas. Após todas as larvas alcançarem o estágio de megalopa ou morrerem foi determinada a taxa de sobrevivência final.

2.4 Experimento 2: Metamorfose de Megalopa para Juvenil

As megalopas dos tratamentos controle e misto do experimento 1, e que atingiram o estágio no mesmo dia, foram utilizadas neste experimento, com exceção do tratamento RA, no qual as megalopas foram alimentadas desde a fase zoea II com ração e microalga.

O experimento consistiu de quatro tratamentos com 12 repetições com uma megapola em cada unidade experimental, sendo:

- 1) A (*Artemia* ou controle), alimentadas com 2,5 náuplios de *Artemia*.mL⁻¹
- 2) M (misto), alimentadas com ração (0,020 g.dia⁻¹) + 0,5 náuplios de *Artemia*.mL⁻¹
- 3) R (ração), alimentadas com ração (0,040 g.dia⁻¹)
- 4) RA (ração antes), alimentadas com ração (0,040 g.dia⁻¹)

O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia (8 h; 11 h; 14 h e 15 h). A ração utilizada foi Larva Z Plus (Zeigler, EUA), específica para larvas de camarões marinhos, com níveis mínimos de 50% de proteína bruta e 15% de extrato etéreo, com granulometria de 250 a 450 µm. Os náuplios de *Artemia* sp. foram obtidos seguindo a metodologia do experimento anterior.

As UE continham 200 mL de água salgada e substrato de manguezal, distribuídas utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado (Figura 10). O substrato das UE foi coletado na maré baixa de área alagada, diariamente, no manguezal ao redor da EEAAPM, habitado por caranguejos *Uca* spp. (chama-maré). O substrato foi triado para retirada de sujeiras e outros organismos e colocado em forma esférica com 3,5 g em média em cada UE.



Figura 10. Substrato de manguezal no interior das unidades experimentais.

A água do mar, obtida no canal de abdução da EEAAPM/FIPERJ, foi ajustada para salinidade 28, armazenada em tanques de 100 L, esterelizada com cloro por 1 h e, em seguida, neutralizada com tiosulfato de sódio, para retirada dos resíduos de cloro.

O experimento foi conduzido em sistema semi-estático. Diariamente foi contabilizado o número de megalopas vivas, mortas ou juvenis (Figura 11). As larvas vivas que ainda se encontravam no estágio de megalopa foram transferidas para recipientes com água limpa, substrato e alimento de acordo com seu tratamento.



Figura 11. Caranguejo-uçá em diferentes fases de desenvolvimento: A) megalopa (aumento 400x) e B) juvenil.

2.5 Análise Estatística

Os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias para aplicação de testes paramétricos. Para avaliar diferenças na estimativa da sobrevivência entre os diferentes tratamentos ao longo do tempo foi aplicada análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas. Para avaliar as diferenças na sobrevivência de larvas (estágios I a VI) após 15 dias e na sobrevivência final, entre os tratamentos, foram aplicadas análises de variâncias (ANOVA) unifatoriais. Os limites de tolerância para os testes de significância foram de 95% ($p < 0,05$).

Para estimativa da sobrevivência da metamorfose do estágio de megalopa para juvenil foi aplicado o teste de qui-quadrado. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa Statistic 7.0 (Statsoft Inc. 2005).

3 RESULTADOS

3.1 Experimento 1: Desenvolvimento Larval de Zoea I até Megalopa

Não foram registradas diferenças significativas nos parâmetros abióticos monitorados (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito, nitrato e fosfato) entre os tratamentos, controle (alimento vivo), misto (alimento vivo + ração) e ração (Figura 12). No 5º dia de experimento foi observado um aumento nos valores nos compostos nitrogenados e no fosfato e, a partir desse dia, a renovação de água diária foi alterada de 20% para 40%, para uma maior diluição.

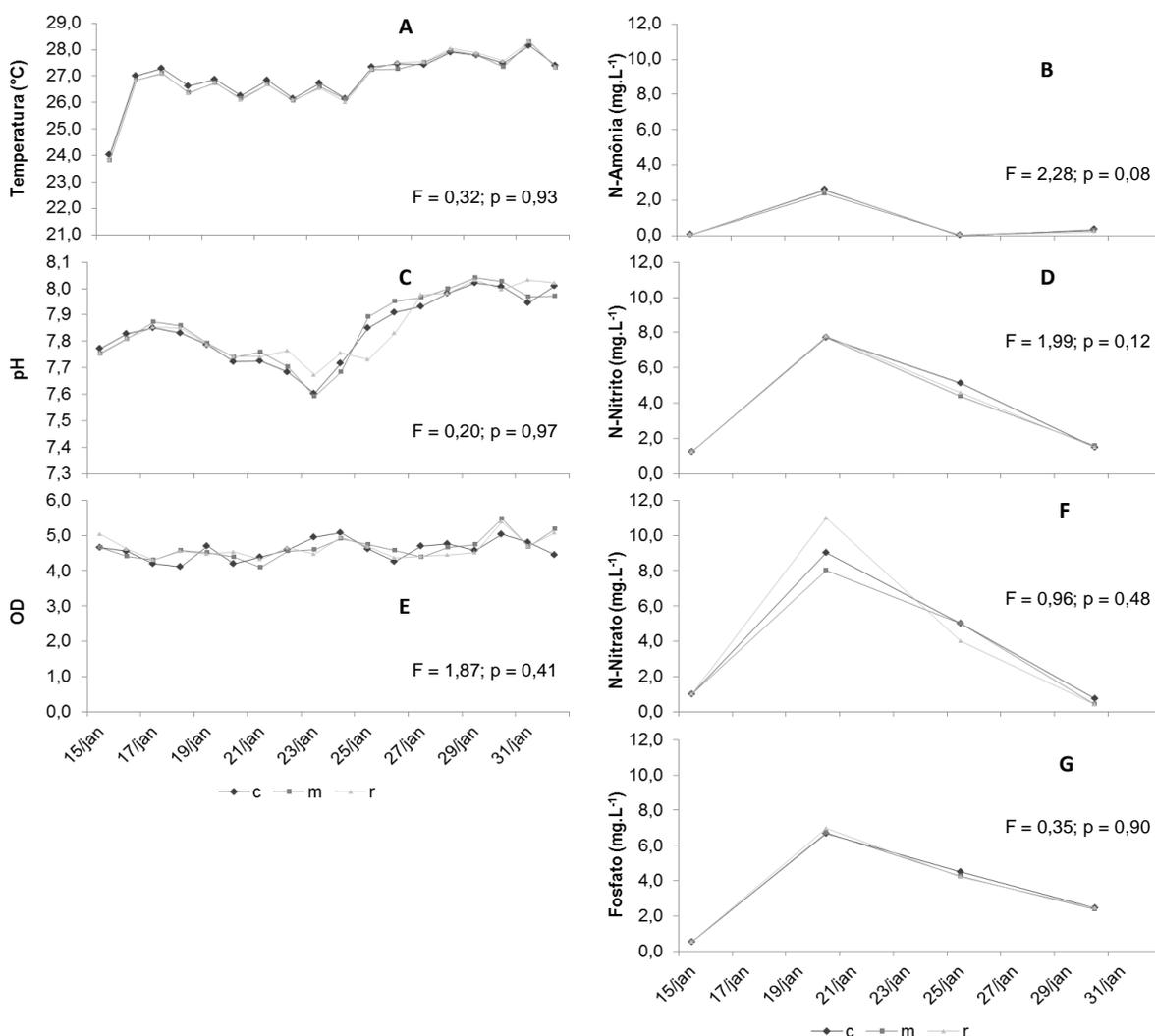


Figura 12. Variáveis abióticas monitoradas durante o experimento, (A) temperatura; (B) amônia; (C) pH; (D) nitrito; (E) oxigênio dissolvido; (F) nitrato; (G) fosfato.

Não houve diferença significativa na sobrevivência parcial de larvas entre os tratamentos controle, misto e ração. Também não houve diferença significativa na evolução dos estágios larvais entre os tratamentos (Figura 13).

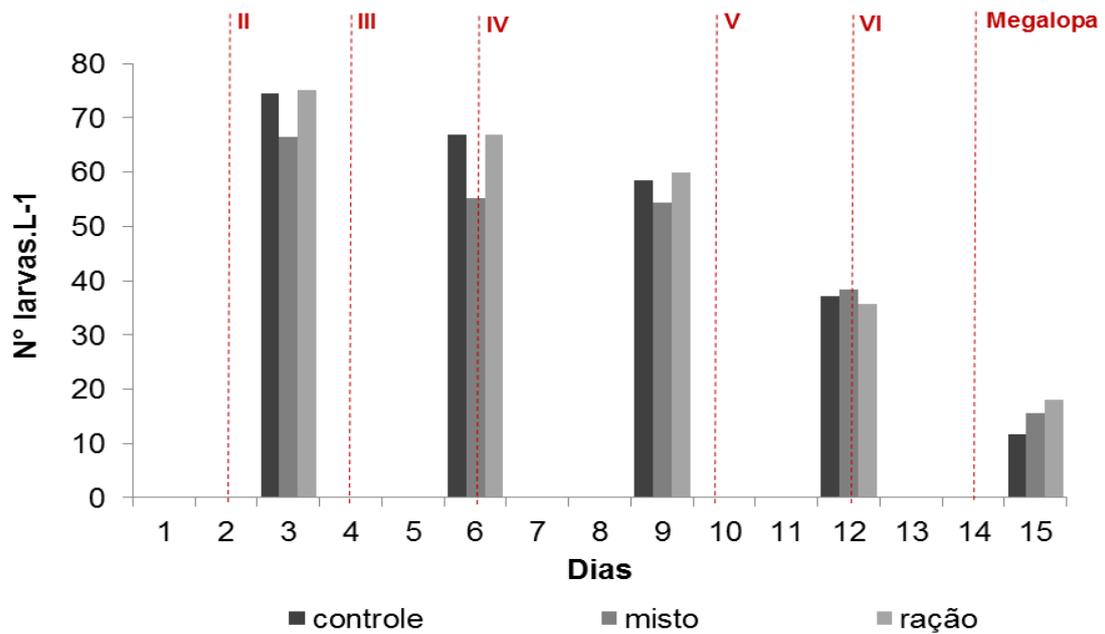


Figura 13. Sobrevivência parcial (larvas. L⁻¹) nos diferentes tratamentos alimentares (controle, misto e ração), com indicação do início de cada fase larval (pontilhado).

Com exceção do estágio IV que permaneceu por quatro dias, o tempo de desenvolvimento de cada estágio foi em média dois dias, evidenciando uma sincronização no tempo de metamorfose dos estágios entre todos os tratamentos.

Após 15 dias, a sobrevivência de larvas foi em média $30,1 \pm 11,8\%$ e não houve diferença significativa na taxa de sobrevivência das larvas alimentadas com alimento vivo (controle), misto e ração. Contudo, o desvio padrão foi menor nos tratamentos com alimentação mista e ração em comparação com o controle (Figura 14).

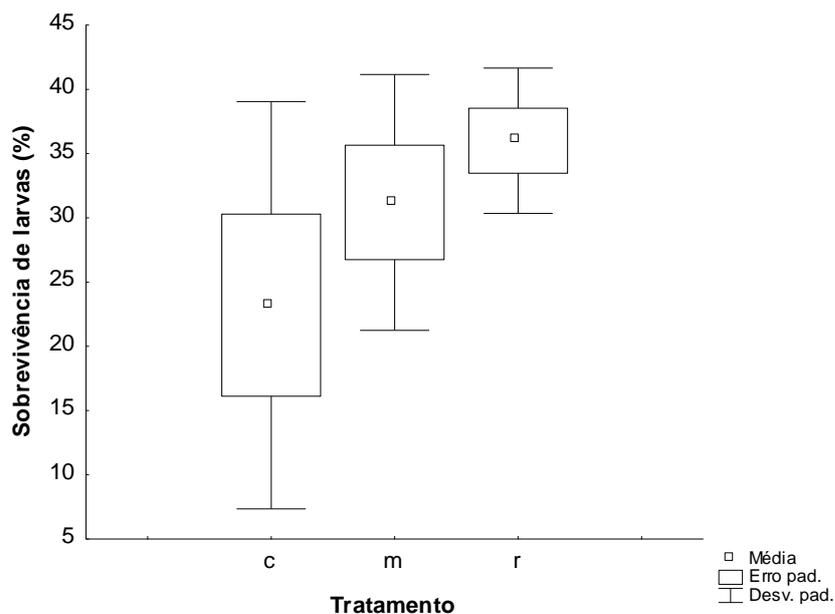


Figura 14. Sobrevivência parcial de larvas (até estágio VI) após 15 dias de larvicultura, nos tratamentos controle (c), misto (m) e ração (r).

A partir do 15º dia, as larvas iniciaram a metamorfose para o estágio de megalopa. No 19º dia, foram contabilizadas as últimas megalopas nos tratamentos controle e misto.

A sobrevivência final foi em média $9,13 \pm 7,59\%$ e não houve diferença significativa na sobrevivência final (megalopa) entre larvas alimentadas com alimento vivo, misto e ração (Figura 15).

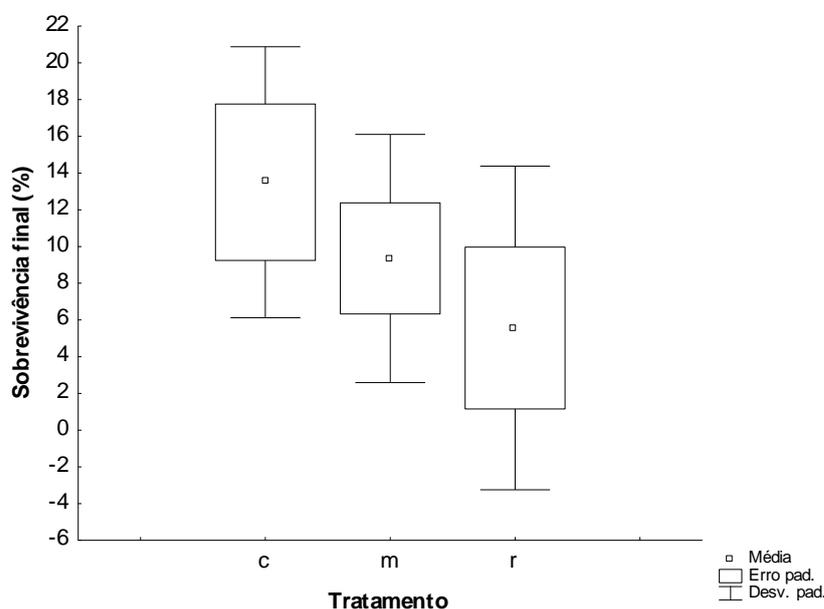


Figura 15. Sobrevivência final de megalopa nos tratamentos controle (c), misto (m) e ração (r).

3.2 Experimento 2: Metamorfose de Megalopa para Juvenil

As larvas dos tratamentos R e RA não conseguiram realizar a metamorfose para juvenil e a mortalidade total das larvas foi observada no 5º e no 6º dia, respectivamente.

O primeiro juvenil foi observado no 10º dia no tratamento A (*Artemia* sp.). No tratamento M (misto), o primeiro juvenil foi encontrado somente no 21º dia.

A taxa de metamorfose para juvenil no tratamento A foi de 33,3% e no tratamento M de 8,3% (Figura 16). A sobrevivência foi independente do manejo alimentar (*Artemia* e misto), segundo o teste de qui-quadrado.

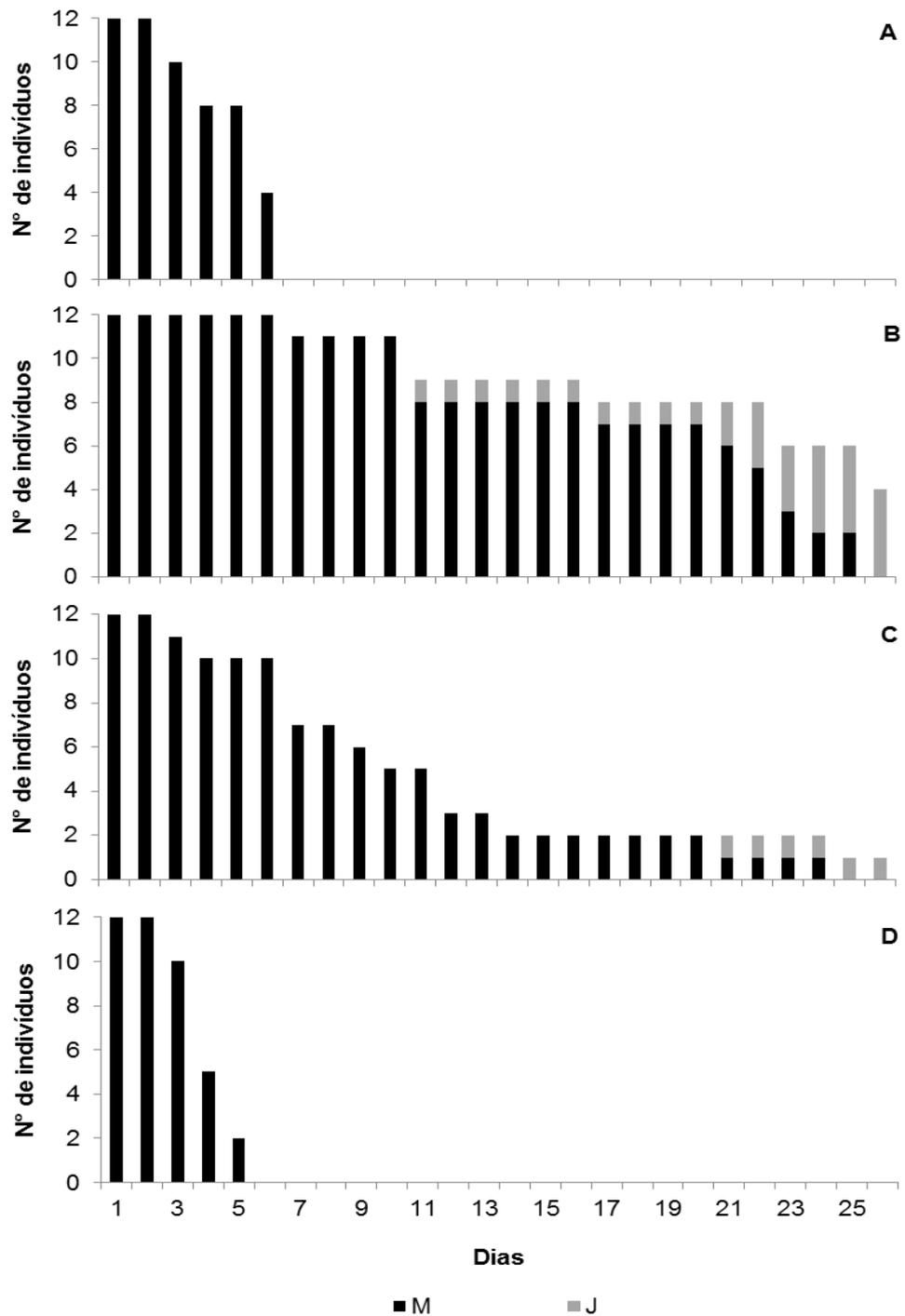


Figura 16. Número de larvas (megalopa – M) e juvenis (J) de *U. cordatus* alimentadas com diferentes tipos de alimento: A - ração; B – alimento vivo (náuplios de *Artemia*); C – misto (ração + náuplios de *Artemia*); D – ração (desde estágio larval II).

4 DISCUSSÃO

Os parâmetros abióticos para a larvicultura do caranguejo-uçá em laboratório são pouco conhecidos. A temperatura pode variar de 25° a 30° sem interferir na taxa de sobrevivência, no entanto, temperaturas mais elevadas (28° a 30°) reduzem o tempo de desenvolvimento larval (SANT'ANNA, 2004; COTTENS et al., 2010). Os adultos e juvenis de *U. cordatus* são bem adaptados para ampla variação de salinidade em seu habitat, porém as larvas são muito sensíveis a estas variações, não resistindo a salinidades baixas (< 10) e se desenvolvem melhor quando cultivadas entre 25 e 30 (SIMITH e DIELE, 2006; SIMITH e DIELE, 2008a; CARVALHO, 2010). Apesar das larvas de caranguejo-uçá alcançarem o estágio de megalopa no escuro (1 lux) e penumbra (210 lux), a intensidade luminosa tem influência nas taxas finais de sobrevivência, com melhor desempenho em 710 lux (COTTENS et al., 2014). No decorrer do experimento, esses parâmetros foram monitorados e mantidos em condições recomendadas para a espécie.

As larvas de *U. cordatus* possuem reservas vitelínicas suficientes para alcançarem o estágio de zoea II sem alimentação, entretanto sofrem prejuízos nas taxas sobrevivência e hígidez larval (CARVALHO, 2010), necessitando de alimentação exógena desde o estágio de zoea I, de modo a suprir adequadamente suas necessidades nutricionais (BECKER, 2008). Na fase inicial, o intestino das larvas é pequeno e pouco desenvolvido, necessitando de alimentos menores e fácil digestão (ABRUNHOSA et al., 2003). Portanto, todas as larvas do experimento foram alimentadas desde o início de seu desenvolvimento com microalgas.

De acordo com Pina et al. (2006) dietas constituídas por apenas uma microalga podem causar falta ou deficiência de algum nutriente essencial. Deste modo, a combinação de microalgas pode melhorar o crescimento e sobrevivência de organismos cultivados, em consequência da complementaridade de composição química das espécies combinadas (PILLAY, 1990; GLADUE e MAXEY, 1994). No presente trabalho, para avaliar o desenvolvimento larval de zoea I até megalopa, foi utilizada dieta mista com a combinação das microalgas *Chaetoceros* sp. e *Tetraselmis* sp., recomendadas para utilização na larvicultura de *U. cordatus* (SILVA, 2007; BECKER, 2008), acreditando-se que estas espécies de microalgas contribuem para a nutrição das larvas.

A produção de elevados volumes de organismos vivos utilizados como alimentos na larvicultura de crustáceos é, em geral, o principal fator limitante para laboratórios que se dedicam a esta atividade (COTTENS et al., 2008) e representam uma porção significativa do total dos custos operacionais (PERSON LE RUYET et al., 1993; JOMORI et al., 2005; PORTELLA et al., 2012). Além disso, existem inconvenientes como a necessidade de mão-de-obra especializada; possibilidade de contaminações das larvas; o valor nutricional das presas que é muito variável e risco de um colapso no cultivo, que pode interromper o suprimento de alimento vivo em qualquer momento, por uma série de razões (PORTELLA et al., 2013). Assim, a substituição ou redução do alimento vivo por uma dieta inerte pode viabilizar a larvicultura e ser economicamente vantajosa.

A substituição parcial do alimento vivo por dietas formuladas de camarão é comum no cultivo de *Scylla serrata*, substituindo de 50% a 70% da dieta (FAO, 2011). Para larvas de *U. cordatus* cultivadas em laboratório, o fornecimento de rações foi pouco estudado. Oshiro et al., (2014) avaliaram uma ração comercial para larvas de camarões marinhos e uma ração úmida para larvas de camarões de água doce na larvicultura de *U. cordatus*. No experimento com ração comercial para camarão marinho, as larvas não completaram o desenvolvimento até megalopa. Com a ração de camarão de água doce, as larvas completaram o ciclo larval até a fase de megalopa. SILVA (2006) avaliou a substituição parcial de *Artemia* por ração úmida na larvicultura do caranguejo *Cardisoma guanhumi* e não encontrou diferenças na sobrevivência final das larvas criadas nos tratamentos com ração e o que recebeu somente

alimentos vivos (microalga, rotífero e *Artemia*), corroborando o presente estudo, em que não houve diferença significativa na sobrevivência final entre larvas alimentadas com alimento vivo, misto e ração. Os autores citados acima recomendam a oferta de ração nas fases finais da larva (zoea V), porém nesse estudo, foi possível completar o ciclo larval de *U. cordatus* utilizando somente microalgas e ração a partir de zoea II.

De acordo com Silva (2007), como as técnicas para larvicultura de *U. cordatus* ainda não estão suficientemente consolidadas, é recomendável que as análises para a definição das técnicas mais apropriadas de manejo não sejam feitas somente com base nas taxas finais de sobrevivência. Com base nessa afirmação, a sobrevivência parcial de larvas do presente trabalho, até o 15º dia, foi em média $30,1 \pm 11,8\%$ não havendo diferença significativa entre os tratamentos. O desvio padrão foi menor nos tratamentos com alimentação mista e ração em comparação com o controle, indicando uma maior homogeneidade nesses tratamentos.

O tempo de desenvolvimento e sincronidade das metamorfoses das larvas, principalmente nos estágios finais, são muito importantes para evitar o canibalismo exercido pelas megalopas recém metamorfoseadas sobre as larvas em outros estágios (SOUZA, 2006). Becker (2008) observou metamorfoses de megalopas a partir do 22º dia até o 37º dia de experimento, sem utilizar náuplios de *Artemia*. Oshiro et al., (2014), verificaram megalopas desde o 16º dia até o 27º dia de cultivo com baixa densidade de rotíferos não enriquecidos. No presente estudo, a metamorfose para megalopa ocorreu em quatro dias (15º ao 18º dia) em todos os tratamentos, observando-se sincronidade nas mudanças de fase durante o experimento, provavelmente relacionada à qualidade e a quantidade da dieta oferecida às larvas.

A sobrevivência final neste trabalho foi em média 9,13%, valor próximo ao encontrado por Silva (2007) que alcançou 14,84%. Cottens (2009) trabalhando com a mesma espécie, observou 26%, no entanto esse autor utilizou cultivos individuais e renovação total de água, que de acordo com Becker (2008), aumentam em média 10% a sobrevivência final comparado aos cultivos coletivos. Apesar da sobrevivência final estar aquém de outros experimentos, a possibilidade do uso da ração pode ser mais vantajosa, permitindo a redução do custo com a produção de alimento vivo em grandes volumes, facilidade no manejo, planejamento e maior controle dos nutrientes que estão sendo disponibilizados para as larvas.

No experimento de metamorfose de megalopa para juvenil, as megalopas dos tratamentos R e RA não alcançaram o estágio de juvenil, corroborando o observado por Oshiro et al., (2014) que não obtiveram sucesso com uso da ração na metamorfose larval, ocorrendo mudanças em seus hábitos alimentares e comportamentais (KAESTNER, 1980), porém, há pouco estudo sobre o sistema digestório das larvas de *U. cordatus*. Abrunhosa (2003), observou que na metamorfose do estágio de zoea para megalopa, o intestino anterior, desenvolve suas estruturas, apresentando um moinho gástrico complexo, indicando que podem alimentar-se de partículas duras.

Nas fases finais da larvicultura de *S. serrata*, muitas dietas formuladas, específicas para camarão foram usadas com sucesso (FAO, 2011), mas no presente estudo, apesar das megalopas consumirem a ração, possivelmente esta não foi digerida ou não supriu suas necessidades nutricionais.

Embora não se conheça as exigências nutricionais das larvas do caranguejo-uçá, de acordo com Genopeda et al. (2004), que trabalharam com as megalopas do caranguejo *Scylla serrata* verificaram, que estas necessitam de 59,4% de proteína e o tamanho das partículas de 400 a 600 µm, indicando que a ração do presente estudo, com 50% de proteína e partículas entre 250 a 450 µm, pode não ter sido adequada para a fase de megalopa de *U. cordatus*.

Em relação ao tempo de desenvolvimento, o primeiro juvenil foi encontrado no 10º dia no tratamento *Artemia*, e os demais foram observados até o 25º dia, e no tratamento misto, no 21º dia. Esses resultados demonstram que a diminuição na oferta de *Artemia* no tratamento misto, provavelmente tenha retardado a metamorfose para juvenil, corroborando o resultado encontrado por Souza (2006), cujo o tempo de metamorfose de megalopa para

juvenil foi de 12,6 dias. Entretanto, esses resultados diferem do encontrado por Rodrigues e Hebling (1989), de 55 a 61 dias para obtenção de 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, porém esses autores não utilizaram sedimento de manguezal nas UE. O sedimento foi importante para o assentamento das megalopas, que após 3 dias já apresentam capacidade de cavar tocas, diminuindo a predação de outros organismos e servindo como refúgio (SOUZA, 2006)

No ambiente natural foi observado um retardo na metamorfose de megalopa para juvenil, comum em decápodes estuarinos (SIMITH, 2006), que pode ocorrer devido à características físicos ou químicos do habitat e do substrato (SOUZA, 2006), como salinidade (ISLAM et al., 2005), estrutura de diferentes substratos (FORWARD et al., 1996), ou temperatura (ANGER, 2004). Possivelmente as características físicos ou químicos do substrato e a oscilação de temperatura, no presente estudo, podem ter prolongado a duração do estágio de megalopa e conseqüentemente a mortalidade.

5 CONCLUSÕES

Nesse estudo, foi possível completar o ciclo larval de *U. cordatus* utilizando somente microalgas e ração, demonstrando que é viável a substituição do zooplâncton (rotíferos e *Artemia* sp.) pela ração e que essa transição pode ser iniciada no estágio de zoea II.

A utilização de náuplios de *Artemia* na alimentação foi mais eficiente quanto ao tempo da metamorfose de megalopa para juvenil e a sua sobrevivência.

Contudo, são necessárias mais pesquisas para viabilizar o emprego de dietas específicas para a espécie, através de estudos quanto às suas necessidades nutricionais e sua formulação mais adequada para a utilização na larvicultura de *U. cordatus*.

CAPÍTULO II

DESENVOLVIMENTO LARVAL DO CARANGUEJO-UÇA, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763) ALIMENTADO COM DIFERENTES ESPÉCIES DE MICROALGAS

RESUMO

A escolha de microalgas na larvicultura de *Ucides cordatus* é essencial para o seu desenvolvimento nas primeiras fases de vida. Este experimento foi realizado no Laboratório de Cultivo de Algas e Zooplâncton (LACAZ), da Estação Experimental de Aquicultura Almirante Paulo Moreira (EEAAPM) da FIPERJ, com o objetivo de avaliar três espécies de microalgas como alimento, em relação ao tempo de desenvolvimento de zoea I até metamorfose para megalopa e a sobrevivência em larvas de caranguejo-uçá. O experimento foi realizado em sistema semi-estático, em recipientes plásticos com volume de 30 mL, com 30 repetições e uma larva no estágio zoea I em cada unidade experimental. Foram testadas as microalgas *Rhodomonas* sp. ($50.000 \text{ céls.mL}^{-1}$), *Isochrysis galbana* ($600.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) e *Chaetoceros muelleri* ($400.000 \text{ céls.mL}^{-1}$). Diariamente foi observado o estágio larval e as larvas vivas transferidas para novos recipientes com água limpa e as respectivas densidades de microalgas. As primeiras megalopas ocorreram no 19º dia em todos os tratamentos e a última no 21º dia com a microalga *I. galbana*. A maior taxa de sobrevivência foi observada no tratamento com *Rhodomonas* sp. (43%) seguida de *I. galbana* (23%) e *C. muelleri* (13%), apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) apenas entre os tratamentos *Rhodomonas* sp. e *C. muelleri*. Entre as espécies de microalgas testadas a *Rhodomonas* sp. e *I. galbana* foram as que apresentaram melhores resultados, sendo as mais indicadas para larvicultura de *U. cordatus*.

Palavras-chave: *Ucides cordatus*, Larvicultura, Microalga, Megalopa.

ABSTRACT

The *Ucides cordatus* microalgae choice on larviculture is essential for its development on its first phases of life. This experiment was conducted on Laboratório de Cultivo de Algas e Zooplâncton (LACAZ), of the Estação Experimental de Aquicultura Almirante Paulo Moreira (EEAAPM) from FIPERJ, with the objective of evaluating three microalgae species with food, in relation with development time of zoea I until metamorphosis to megalopa and *Ucides cordatus* larvae survival. The experiment was conducted on a semi-static system, on plastic recipients with volume of 30 mL, with 30 repetitions and a larval in zoea I stage, on each experimental unit. There were tested the microalgae *Rhodomonas* sp. (50.000 céls.mL⁻¹), *Isochrysis galbana* (600.000 céls.mL⁻¹) e *Chaetoceros muelleri* (400.000 céls.mL⁻¹). It was daily observed the larval stages and the alive larvae transferred to the new recipients with clean water and the respective densities of microalgae. The firsts megalopas occurred on the 19th day in all of the treatments and the latest on the 21st day with the microalgae *I.galbana*. The highest survival rate was observed on the treatment with *Rhodomonas* sp. (43%) followed by *I. galbana* (23%) and *C. muelleri* (13%), presenting significant difference (p<0,05), only between the treatments *Rhodomonas* sp. and *C. muelleri*. Between the microalgae species tested, *Rhodomonas* sp and *Isocrysis galbana* were the ones that showed the best results, being the most indicated for the *U. cordatus* larviculture.

Keywords: *Ucides cordatus*, Larviculture, Microalgae, Megalopa.

1 INTRODUÇÃO

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, é um braquiúro semi-terrestre endêmico da costa Atlântica do Continente Americano, distribuído desde os manguezais da Flórida (EUA) até o Brasil, em Santa Catarina (MELO, 1996). É o principal componente da macrofauna dos manguezais brasileiros e tem papel ecológico vital no processamento da serrapilheira e fluxo energético no manguezal (KOCH, 1999)

A pesca extrativa do caranguejo-uçá é um importante recurso econômico e social para as comunidades ribeirinhas, e por ser uma atividade artesanal e informal não se tem o controle da real quantidade de caranguejos extraídos, sendo esse o principal fator para o declínio das populações desses animais (ARAÚJO, 2007). No Delta do Parnaíba, localizado na divisa dos estados do Maranhão e Piauí, principal região produtora de caranguejo-uçá do Nordeste, coleta-se cerca de 20 milhões de unidades por ano (LUSTOSA, 2005)

O caranguejo-uçá apresenta crescimento lento, o que inviabiliza o seu cultivo comercial (SILVA, 2007). Por ser uma especiaria e símbolo dos manguezais, a necessidade de suprir a demanda de caranguejos em estabelecimentos comerciais aumenta a pressão da pesca extrativa.

Atualmente esta espécie se encontra na lista de espécies quase ameaçadas do IBAMA e o que se tem feito para controle das populações de caranguejo-uçá são ações de repovoamento com megalopas e juvenis produzidos em laboratórios.

O desenvolvimento larval de braquiúros passa por várias fases, alterando suas exigências nutricionais e dificultando a escolha do alimento. Em seu habitat natural, as larvas de crustáceos se alimentam do plâncton disponível no meio. Em busca de um protocolo alimentar para *U. cordatus* muitos estudos já foram realizados, geralmente utilizando microalgas, rotíferos e *Artemia* e tem-se obtido resultados variados (SOUZA, 2006; SILVA 2007; BECKER, 2008).

As microalgas são produtores primários com alto valor nutricional, essenciais como primeiro alimento em larvas de *U. cordatus* (LOURENÇO, 2006; BECKER, 2008) Além de sua composição química, outros fatores como tamanho, digestibilidade e atratabilidade devem ser levados em consideração na escolha da microalga na nutrição das larvas, tornando-se uma tarefa difícil e imprescindível para se alcançar bons resultados (BECKER, 2008; ZMORA et al., 2005).

Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da alimentação com as microalgas *Rhodomonas* sp., *Isochrysis galbana* e *Chaetoceros muelleri* na sobrevivência e o tempo de desenvolvimento de zoea I até metamorfose para megalopa em larvas do caranguejo-uçá.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do Experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Cultivo de Algas e Zooplâncton (LACAZ), da Estação Experimental de Aquicultura Almirante Paulo Moreira (EEAAPM) da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ), localizada em Guaratiba, Rio de Janeiro-RJ.

2.2 Coleta e Manejo dos Caranguejos

Foram capturadas 14 fêmeas ovígeras por um catador profissional, nos manguezais de Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro-RJ, próximo ao período de eclosão e levadas ao LACAZ. Os animais foram alojados individualmente em caixas de polietileno de 100 L e foi retirada uma amostra da massa de ovos, para a verificação do estágio embrionário de acordo com a descrição morfológica proposta por Pinheiro e Fiscarelli (2001), com base na porção de vitelo remanescente e surgimento das estruturas embrionárias em oito estágios. As fêmeas que se apresentavam nos últimos estágios foram desinfetadas com solução de iodo 0,02% (COTTENS, 2009) e colocadas nas caixas de eclosão individualmente.

Os tanques de eclosão (310 L) continham água do manguezal esterelizada, até que os animais ficassem submersos, em salinidade 28 e aeração constante. No interior dos tanques foram instalados substratos de polietileno, que serviam como abrigo para as fêmeas.

As larvas recém eclodidas de duas fêmeas foram atraídas até a superfície da água dos tanques de eclosão com uma fonte luminosa e foram desinfetadas com iodo (2ppm) por 2 minutos e mantidas 24 h em aeração constante sem alimento até o início do experimento. Após a desova, foi realizada a biometria (Tabela 2) das fêmeas e calculada a quantidade de larvas de cada eclosão.

Após o período de eclosão, todas as fêmeas após a desova foram alimentadas com folhas de mangue e devolvidas ao manguezal próximo ao local de captura.

Tabela 2. Largura da carapaça, peso e número de larvas das fêmeas de *U. cordatus* utilizadas no experimento.

	Largura da carapaça (cm)	Peso (g)	Número de larvas. fêmea ⁻¹
Fêmea 1	28,8	147,2	52.000
Fêmea 2	29,3	181,8	72.600

2.3 Experimento

As larvas do experimento foram selecionadas através do fototropismo positivo, sendo as mais ativas retiradas com pipetas e estocadas nas unidades experimentais (Figura 17). O experimento foi realizado em recipientes plásticos com volume de 30 mL, com três tratamentos e 30 repetições, colocando-se uma larva no estágio zoea I em cada unidade experimental.



Figura 17. Seleção das larvas do experimento através do fototropismo positivo.

As espécies de microalgas utilizadas no experimento foram *Rhodomonas* sp. (Karsten, 1989), *Isochrysis galbana* (Parke, 1949) e *Chaetoceros muelleri* (Lemmerman, 1898) (Tabela 3).

Tabela 3. Concentrações de microalgas e rotíferos utilizadas nos tratamentos na larvicultura de *U. cordatus*.

Tratamento	Concentração (céls.mL ⁻¹)	Rotíferos (ind.mL ⁻¹)
<i>Chaetoceros</i> sp.	400.000	20
<i>Rhodomonas</i> sp.	50.000	20
<i>Isochrysis galbana</i>	600.000	20

Diariamente as larvas foram observadas em microscópio ótico sobre lâminas escavadas para determinação do estágio larval (RODRIGUEZ e HEBLING, 1989) sendo as larvas mortas, quantificadas e excluídas do experimento. As larvas vivas foram devolvidas às suas respectivas unidades experimentais, preparadas previamente as análises de estágio larval (Figura 18), com troca da água e oferta de alimento, de acordo com seu tratamento.



Figura 18. Preparo das unidades experimentais (A), análise dos estágios larvais (B), zoea observada em microscópio (aumento de 400x) (C).

As microalgas *Isochrysis galbana* e *Chaetoceros muelleri* e os rotíferos utilizados nos experimentos foram obtidos do Laboratório de Cultivo de Algas e Zooplâncton (LACAZ) da EEAAPM/FIPERJ. A microalga *Rhodomonas* sp. foi concedida pelo Laboratório de Estudos Aplicados em Fotossíntese (LEAF).

As microalgas foram cultivadas em meio de cultura Guillard f/2 modificado e mantidas em condições controladas de temperatura 22 ± 1 °C, fotoperíodo 24 h e salinidade 30 ± 1 . A contagem das microalgas foi realizada diariamente com auxílio de câmara de Neubauer e microscópio óptico para cálculo da densidade de microalga a ser adicionada como alimento em cada tratamento.

Os rotíferos *Brachionus rotundiformis* foram cultivados em recipientes com volume útil de 10 L, com água do mar salinidade 28 e alimentados diariamente com a microalga *Nannochloropsis oculata* e enriquecidos com Selco® durante 4 h antes do fornecimento para as larvas.

2.4 Análise Estatística

Os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias para aplicação de testes paramétricos. Para avaliar a sobrevivência final entre os tratamentos foi aplicada análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas, seguida de um teste de média a posteriori (teste de Tukey), quando conveniente. As análises foram realizadas com o auxílio do programa Statistic 7.0 (Statsoft Inc. 2005). Os limites de tolerância para os testes de significância foram de 95% ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS

As primeiras megalopas foram encontradas em todos os tratamentos no 19º dia de experimento e a última metamorfose para megalopa ocorreu no 21º dia.

Todas as larvas que alcançaram o estágio de megalopa passaram por seis estágios de zoea (Figura 19). As primeiras larvas no estágio de zoea VI foram observadas no 14º dia em todos os tratamentos. Até o estágio de zoea VI as sobrevivências nos tratamentos com *Rhodomonas* sp., *C. muelleri* e *I. galbana* foram de 60%, 54% e 51%, respectivamente.

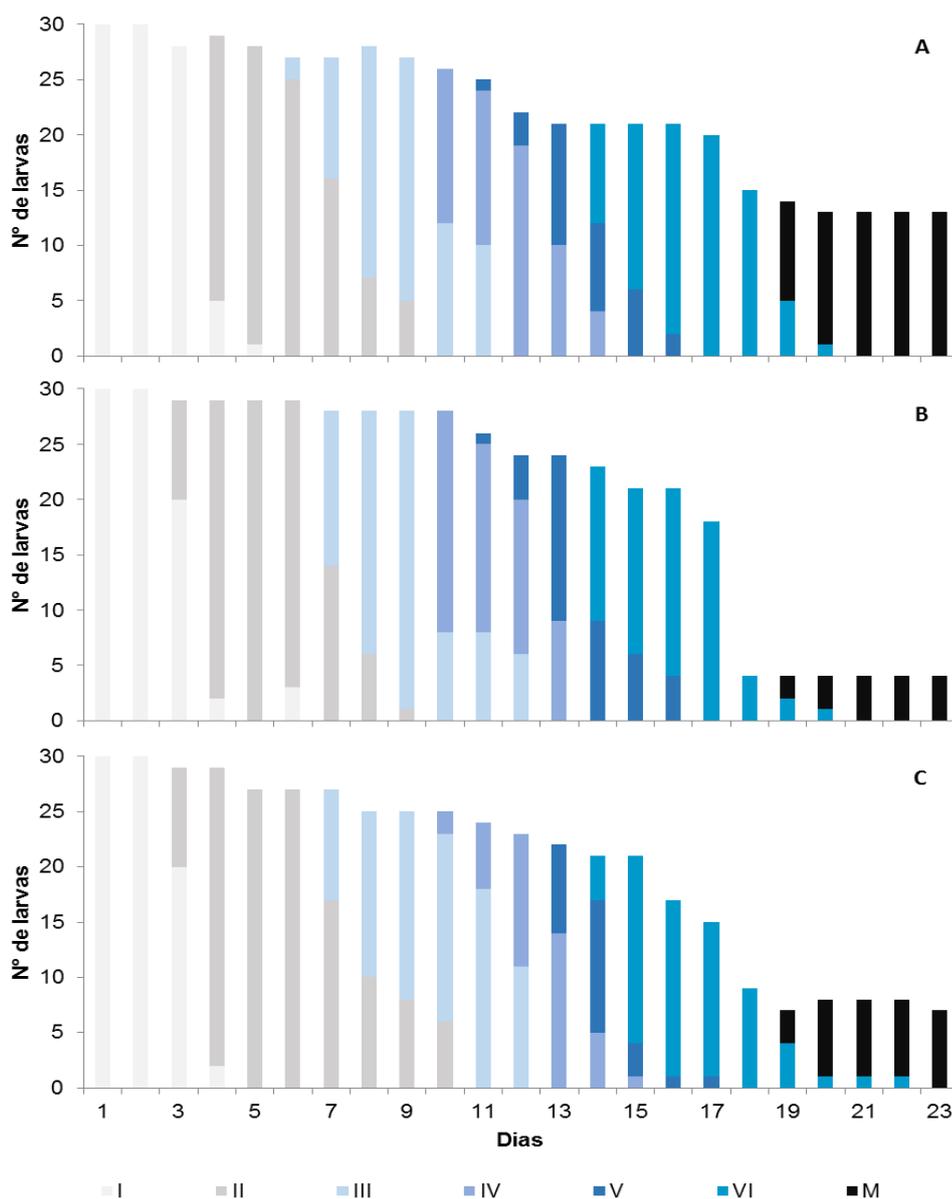


Figura 19. Número de larvas nos diferentes estágios de desenvolvimento em cada tratamento: A) *Rhodomonas* sp.; B) *C. muelleri*; C) *I. galbana*.

Ao final do experimento, a maior taxa de sobrevivência foi obtida no tratamento com a microalga *Rhodomonas* sp. (43 %), seguida dos tratamentos *I. galbana* (23%) e *C. muelleri* (13%). Os resultados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) apenas entre os tratamentos *Rhodomonas* sp. e *C. muelleri* (Figura 20).

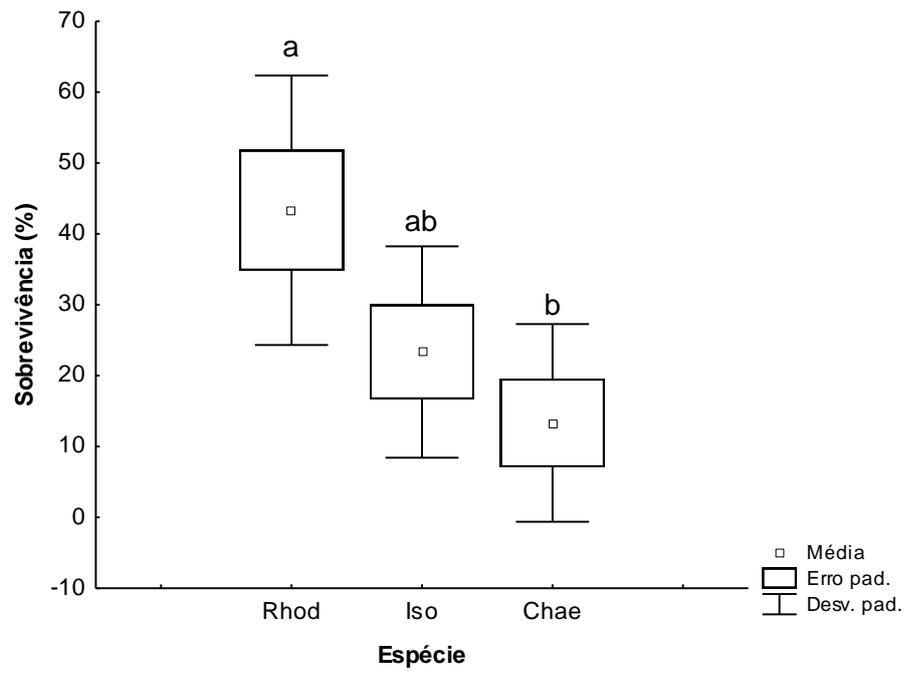


Figura 20. Sobrevivência final de larvas alimentadas com as microalgas *Rhodomonas* sp. (Rhod), *Isochrysis galbana* (Iso) e *Chaetoceros muelleri* (Chae).

4 DISCUSSÃO

Os parâmetros abióticos para a larvicultura do caranguejo-uçá em laboratório foram pouco estudados e influenciam no desenvolvimento larval de *U. cordatus*. A temperatura pode variar de 25° a 30° sem interferir na taxa de sobrevivência, no entanto, temperaturas mais elevadas (28° a 30°) reduzem o tempo de desenvolvimento larval (SANT'ANNA, 2004; COTTENS, 2009). Os adultos e juvenis de *U. cordatus* são bem adaptados para ampla variação de salinidade em seu habitat, porém as larvas são muito sensíveis a estas variações, não resistindo a salinidades baixas (< 10) e se desenvolvem melhor quando cultivadas entre 25 e 30 (SIMITH e DIELE, 2006; SIMITH e DIELE, 2008; CARVALHO, 2010). Apesar das larvas de caranguejo-uçá alcançarem o estágio de megalopa no escuro (1 lux) e penumbra (210 lux), a intensidade luminosa tem influência nas taxas finais de sobrevivência, com melhor desempenho em 710 lux (COTTENS et al., 2014). No decorrer do experimento, esses parâmetros foram monitorados e permaneceram em condições recomendadas para a espécie. .

As larvas de crustáceos decápodes são capazes de seleção de partículas por tamanho, qualidade química e pelas características comportamentais dos organismos. As microalgas são essências como primeiro alimento das larvas (ABRUNHOSA et al., 2002; BECKER, 2008), em que seu intestino ainda está em desenvolvimento (ABRUNHOSA et al., 2003), e em estágios avançados são consumidas juntamente com presas maiores (HARMS et al., 1991). Diversos gêneros de microalgas já foram testados em larvicultura de *U. cordatus* (SOUZA et al., 2006; SILVA, 2007; BECKER, 2008; CARVALHO, 2010). Dentre as espécies testadas as microalgas *Rhodomonas* sp. e *I. galbana* foram utilizadas pela primeira vez na larvicultura de *U. cordatus* e proporcionaram melhores resultados, possivelmente pela atratividade exercidas nas larvas, devido a movimentação na coluna d'água.

A composição química das microalgas (Tabela 4) são afetadas diretamente pelas condições de cultivo (luminosidade, composição do meio de cultura, fase de crescimento, temperatura), podendo uma mesma espécie apresentar perfil químico distinto. A dieta monoalgal, dificilmente contém todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento das larvas, portanto, a oferta de rotíferos alimentados com a microalga *Nannchloropsis* sp. e enriquecidos com emulsão lipídica, foram importantes para complementar o valor nutricional da dieta.

Tabela 4: Composição química das microalgas

Microalga	Proteína µg ml ⁻¹	Carboidratos µg ml ⁻¹	Lípidios µg ml ⁻¹	Referências
<i>Chaetoceros</i> sp.	36,7	6,2	17,0	Renaud et al., (1999)
<i>Rhodomonas</i> sp.	20,1	5,8	2,2	Campos et al., (2010)
<i>Isochrysis galbana</i>	29,4	18,6	4,5	Campos et al., (2010)

A utilização de *Rhodomonas* na aquicultura já foi estudada na nutrição de diversos organismos aquáticos, Seixas et al., (2009) trabalhando na alimentação de *Artemia* sp., observaram um ganho no crescimento e na composição nutricional deste organismo em relação a outras microalgas. Já Fonseca (2010) demonstrou que a inclusão de 25% desta microalga na dieta aumentou a sobrevivência, crescimento e tamanho das larvas de *Almeijoa japonesa* e Hubbard (2003) obteve melhor desenvolvimento larval do ouriço do mar

Lytechinus variegatus com o uso desta mesma espécie. Esses resultados corroboraram com aqueles do presente estudo, pois a inclusão de *Rhodomonas* sp. na dieta de *U. cordatus* aumentou a sobrevivência, provavelmente pela ausência de parede celular, que pode ter facilitado a digestibilidade, e possivelmente a sua coloração avermelhada, que proporcionou um maior contraste com o meio. Apesar de não ter sido realizada a biometria das larvas, observou-se que as larvas do tratamento *Rhodomonas* sp eram ligeiramente maiores e a água do cultivo se mantinha mais límpida.

O padrão mais comum de desenvolvimento larval da família Ocypodidae, à qual *U. cordatus* pertence, envolve cinco ao invés de seis estágios de zoea, segundo Rodrigues e Hebbeling (1989). No entanto, esses mesmos autores observaram que 91% das megalopas passaram por seis estágios larvais, enquanto 9% alcançaram a fase de megalopa a partir de zoea V. Observaram também que dos 19 juvenis obtidos, 17 (89,4%) eram provenientes de zoea VI e 2 (10,5%) de zoea V. De acordo com Anger (2001) é comum a variabilidade no desenvolvimento morfológico em espécies com elevado número de estágios (≥ 5).

No presente estudo, todas as larvas que atingiram o estágio de megalopa passaram por seis estágios. A análise das vias de desenvolvimento, só é viável em cultivos individuais, onde o tempo de desenvolvimento é mais longo, se comparado a cultivos coletivos (BECKER, 2008; SEIXAS 2016), podendo apresentar diferença na quantidade de estágios. Além disso, a falta de conhecimento de seu desenvolvimento no ambiente natural, torna incerta a classificação adequada do número de estágios.

O prolongamento do tempo de desenvolvimento larval, com o aparecimento de mais um estágio de zoea antes da megalopa, seria uma via alternativa que ocorreria em condições de adversidade alimentar, ambiental ou genética (ANGER, 2001). Silva et al. (2012) sugeriram que a larva zoea VI do caranguejo-uçá é um estágio supranumerário. Em seu estudo, utilizando a microalga *Nannochloropsis oculata* e náuplios de *Artemia* sp, observou que das 35 larvas que atingiram o estágio de zoea V, 11 foram direto para fase de megalopa (31%) e 18 para o estágio VI, destas apenas duas (11%) alcançaram a fase de megalopa.

No presente estudo, a porcentagem de larvas que alcançaram a fase de megalopa a partir do estágio VI foi de 65%, 41,2% e 22,2%, respectivamente nos tratamentos *Rhodomonas* sp., *I. galbana* e *C. muelleri*, indicando que as espécies de microalga podem interferir de forma positiva na nutrição inicial das larvas de caranguejo-uçá, podendo diminuir a mortalidade nas fases finais de desenvolvimento.

A sincronidade, principalmente nos estágios finais, é importantes para evitar as altas mortalidades nos cultivos coletivos, devido ao canibalismo exercido pelas megalopas recém metamorfoseadas, sobre as larvas em outros estágios (SOUZA, 2006). As larvas do presente estudo, alcançaram o estágio de megalopa, a partir do 19º dia de experimento e a última metamorfose para megalopa ocorreu no 21º dia. Portanto, este trabalho apresentou os melhores resultados de sincronidade (3 dias) relatada na literatura para *U. cordatus*.

De acordo com Anger (2001), a nutrição, temperatura, salinidade e composição química da água podem interferir no ciclo de muda. Assim, provavelmente a dieta e as condições abióticas mantidas dentro do recomendado para a espécie proporcionaram o curto tempo e a sincronidade na metamorfose das larvas para megalopa.

5 CONCLUSÕES

As microalgas *Rhodomonas* sp. e *Isochrysis galbana* são as mais recomendadas para o desenvolvimento larval de *U. cordatus*, sendo necessários outros estudos analisando a composição das algas e seus benefícios na produção das larvas em escalas maiores.

..

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A substituição do zooplâncton (rotíferos e *Artemia* sp.) pela ração é um avanço importante para viabilizar a larvicultura do caranguejo-uçá. O uso da ração facilita o manejo, reduz os custos e a mão-de-obra da produção do alimento vivo. A alimentação com ração pode ser iniciada no estágio de zoea II e a partir do estágio de zoea III, as larvas podem ser alimentadas somente com ração até completarem o ciclo. Na metamorfose de megalopa para juvenil a dieta de náuplios de *Artemia*, proporciona melhores resultados no tempo de desenvolvimento e sobrevivência.

As microalgas testadas permitiram o desenvolvimento larval completo de *U. cordatus*, sendo a *Rhodomonas* sp. e *Isochrysis galbana* as mais recomendadas.

O tempo na metamorfose do estágio de megalopa para juvenil foi de quatro dias em ambos experimentos, proporcionando uma sincronidade importante para diminuir o canibalismo das larvas no estágio final (megalopa)

Os experimentos realizados nesse trabalho, contribuíram para o aperfeiçoamento da tecnologia do cultivo do caranguejo-uçá, no entanto, são necessárias mais pesquisas para viabilizar o emprego de dietas específicas para a espécie, através de estudos quanto às suas necessidades nutricionais, sua formulação e os benefícios para as larvas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRUNHOSA, F. A.; NETO, A. A. S.; MELO, M. A.; CARVALHO, L. O. Importância da alimentação e do alimento no primeiro estágio larval de *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ocypodidae). **Revista Ciência Agronômica**, v. 33, n. 2, p. 5 – 12. 2002.
- ABRUNHOSA, F. A.; MELO, M. A.; ABRUNHOSA, J. P. Development and functional morphology of the foregut of larvae and postlarva of *Ucides cordatus* (Decapoda, Ocypodidae). **Nauplius**, v. 11, n. 1, p. 1-7. 2003.
- AGH, P. e P. SORGELOOS. 2005. **Handbook of protocols and guidelines for culture and enrichment of live food for use in larviculture**. Artemia & Aquatic Animals Research Center. Urmia - Iran. 60 pp.
- ALENCAR, C.E.R.D. 2011. **Dinâmica populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ucididae) no Município de Porto do Mangue, litoral norte do Rio Grande do Norte**. Natal – RN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Dissertação de Mestrado. 133p.
- ALCANTARA-FILHO, P. 1978. Contribuição ao estudo da biologia e ecologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), no manguezal do Rio Ceará (Brasil). **Arquivo de Ciências do Mar**, 18 (112): 1-41.
- ANGER, K.; DAWIRS, R. R. Influence of starvation on the larval development of *Hyas araneus* (Decapoda, Majidae). **Helgoländer Meeresuntersuchungen**, v. 34, n. 3, p. 287-311. 1981.
- ANGER, K; STORCH, V.; ANGER, V.; CAPUZZO, M. Effects of starvation on moult cycle and hepatopâncreas of stage I lobster (*Homarus americanus*) larvae. **Helgoländer Meeresuntersuchungen**, v. 39, n. 2, p. 107-116. 1985.
- ANGER, K. Physiological and biochemical changes during lecithotrophic larval development and early juvenile growth in the Northern stone crab, *Lithodes maja* (Decapode, Majidae). **Marine Biology**, v. 126, n. 2, p. 283-296. 1996.
- ANGER, K. **The biology of decapod crustacean larvae**. Crustacean Issues, Vol. 14, A.A. Balkema, Lisse, The Netherlands, 419p. 2001.
- ARAÚJO, F. J. F. **Aproveitamento de resíduos do caranguejo Uçá gerados pelas barracas da praia do Futuro como fonte alternativa de adubo orgânico na cultura de feijão Caupi**. 2007. Dissertação. Universidade Federal do Ceará. 144p.
- AYRES, M., AYRES, J. R. M., AYRES, D. L. e SANTOS, A. S. **BIOESTAT 4.0: Aplicações estatísticas nas áreas biomédicas**. Sociedade Civil Mamirauá; MCT; Imprensa oficial do Estado do Pará. 2005.
- BECKER, A. G. **Utilização De Organismos-Alimento na Larvicultura do Caranguejo-Uçá, *Ucides Cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae)**. Curitiba, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Produção Animal) – Setor de Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná. 52p.
- BOOKHOUT, C. G. Salinity effects on the larval development of *Pagurus benhardus* (L.). **Ophelia**, v. 1, p. 275-294. 1964.

BOWMAN, T.E. & ABELE L.G. Classification of the Recent Crustacea, 1-27. In: **Abele, L.G.** (ed.). The Biology of Crustacea. Systematics, the Fossil Record, and Biogeography. New York, Academic Press, v.1, 319p. 1982.

BRANDINI, F.P.; R.M. LOPES ; K.S. GUTSEIT; H.L. S PACH & R. SASSI. 1997. **Planctologia na plataforma continental do Brasil**. Diagnose e revisão bibliográfica. Rio de Janeiro, MMACIRM-FEMAR, 196p.

CAMPOS, V. B.; BARBARINO. E; LOURENÇO, S. O. 2010. Crescimento e composição química de dez espécies de microalgas marinhas em cultivos estanques. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.2, p. 339-347.

CARVALHO, A. L. 2010. **Avaliação do efeito da salinidade e alimentação no desenvolvimento inicial em larvas de três espécies de caranguejos de importância econômica em laboratório**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropedica, Rio de Janeiro, Brasil. 61pp.

CASTILHO,G.G. **Aspectos reprodutivos do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (L.) (CRUSTACES, BRACHYURA, OCYPODIDAE) na Baía de Antonina, Paraná, Brasil**. Curitiba – PR. 2006, 119p Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Parana, UFPR.

CASTILHO-WESTPHAL, G. G.; OSTRENSKY, A.; PIE, M. R.; BOEGER, W. A. Estado da arte das pesquisas com o caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*. **Archives Veterinary Science**, v. 13, n. 2, p. 151-166, 2008.

CASTRO, A.C.L. Aspectos bio-ecológicos do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito do Coqueiro, São Luís, MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia.**, v. 7, p. 7-26, 1986

CASTRO, A.C.L., CORREIA, M.M.F., NASCIMENTO, A.R., PIEDADE-JÚNIOR, R.N., GAMA, L.R.M., SOUSA, M.M., SENA, A. C.S. and SOUSA, R.C.C., 2008. Biological aspects of the mangrove crab (*Ucides cordatus*, l. 1763) (Decapoda, Brachyura) in mangals of São Luis island in the northeastern coast of Maranhão state, Brazil. **Amazônia. Ciência & Desenvolvimento**, vol. 3, no. 6, pp. 17-36.

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.

CONDE, J.E.; TOGNELLA, M.M.P.; PAES, E.T. Population and life history features of the crab *Aratus pisonii* (Decapoda: Grapsidae) in a subtropical estuary. **Interciência**, v. 25, n. 3, p. 151-158, 2000.

COSTA, R.S.D. 1979. Bioecologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) Crustáceo, Decápode - no Nordeste Brasileiro. **Boletim Cearense de Agronomia**, 20: 1-74.

COSTA, P. V. **Predação de larvas de caranguejo (Brachyura) por peixes no Rio dos Pinheiros – Guaratuba-PR**. Curitiba. Dissertação de mestrado. Curso de pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná. 2006.

COTTENS, K. F.; SILVA, U. A.; VENTURA, R.; WANDEBRUCK, G.; OSTRENSKY, A. Sobrevivência e desenvolvimento das larvas de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) produzidas

em laboratório sob diferentes temperaturas. **AquaCiência** 2008, Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura II, Maringá, Paraná, p. 321-328, 2008.

COTTENS, K. 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.** 2009. Dissertação - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 79 p.

COTTENS, K.F.; SILVA, U.A.; VENTURA, R. et al. Sobrevivência e desenvolvimento das larvas de *Ucides cordatus* (Linnaeus 1763) produzidas em laboratório sob diferentes densidades. In: Cyrino, J.E.P.; Furuya, W.M.; Ribeiro, R.P.; Scorvo, J.D. Tópicos Especiais Em Biologia Aquática e Aquicultura III, 2010. **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, Jaboticabal, 2010. cap. 31, p.321-328.

COTTENS, K. F.; SILVA, U. A. T.; VENTURA, R.; RAMOS, F. M.; OSTRENSKY, A. Cultivo de larvas de *Ucides cordatus* (LINNAEU, 1763) sob diferentes intensidades luminosas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.5, p. 1464-1470. 2014.

DALABONA, G. **Reprodução e análise biométrica do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* nas Ilhas do Pavoçá e das Peças, Paraná, Brasil.** 2001. Dissertação - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 36 p.

DAVIS, J. A., WILLE, M.; HECHT, T.; SORGELOOS, P. Optimal first feed organism for South African mud crab *Scylla serrata* (Forskål) larvae. **Aquaculture International**, v. 13, n. 3, p. 187-201. 2005

DHERT, P., G. ROMBAUT, G. SUANTIKA and P. SORGELOOS. 2001. Advancement of rotifer culture and manipulation techniques in Europe. **Aquaculture** 200:129-146.

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. Tese (Doutorado na área de especialidade 2 – Biologia/Química) - Zentrum für Marine Tropenökologie, Universität Bremen. 103p.

DIELE, K., SIMITH, D.J.B. 2006. Salinity tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Necessity for larval export? **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 68: 600-608.

DIELE, K. & SIMITH, D. J. B. Effects of substrata and conspecific odour on the metamorphosis of mangrove crab megalopae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 348, p. 174–182, 2007.

DOBSON, A. **An introduction to generalized linear models.** 2nd ed. Chapman e Hall/CRC, Texts in statistical science series. 2002.

DOELLINGER & FERNANDES. Sobrevivência e tolerância a salinidade das larvas de *Ucides cordatus* (Brachyura: Ocypodidae) em laboratório. **I Congresso Brasileiro sobre Crustáceos.** São Pedro, SP. p. 50. 2000.

FAO (Food and Agriculture Organization). Mud crab aquaculture. **A practical manual.** n. 567, Bangkok, 2011.

FISCARELLI, A.G. **Rendimento, Análise Químico-Bromatológica da carne e fator de condição do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae)**. 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de Produção Animal) – Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 92 f.

Fonseca, P. N. A. N. **Optimização da produção de *Pavlova lutheri* com diferentes meios nutritivos e cultura de larvas de amêijoia japonesa (*Ruditapes philippinarum*) com microalgas de composição controlada**. 2010. Dissertação – Universidade do Porto.

GASPAR, M.H. **Contribuição ao estudo biológico do “siri” *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda - Portunidae) do Rio Itiberê (Paranaguá - Paraná)**. 1981. 105 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Instituto de Biociência, Universidade Federal do Paraná, Curitiba

GENOPEDA, J., SOUTHGATE, P. C., ZENG, C. (2004) Diet particle size preference and optimal ration for mud crab, *Scylla serrata*, larvae fed microbound diets. **Aquaculture**, 230: 493-505.

GEO BRASIL. 2002. Perspectivas do Meio Ambiente. 1º ed. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis**, Brasília, Brasil, 447p.

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

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

HAEFNER, P.A.J. The biology and exploration of crabs. In: PROVENZANO-JUNIOR, A.J. (Ed.) The biology of Crustacea. Economic aspects: fisheries and culture. **New York: Academic Press**, 1985. v. 10. p. 111-116.

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

HARMS, J., ANGER, K., KLAUSS, S. SEEGER, B. 1991. Nutritional effects on ingestion rate, digestive enzyme activity, growth and biochemical composition of *Hyas araneus* L. (Decapoda: Majidae) larvae. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 145: 223-265.

HUBBARD, R. L.; WOLCOTT, R.; BACA, B. 2003. Cultivation techniques for the urchin *Lytechinus variegatus* and potential use of its early development stages as larval food. **World Aquaculture** 34: 45–48.

IBAMA. 2003. Portaria nº 52 de 30 de setembro de 2003. Disponível em: www.ibama.gov.br/cepsul/legislacao.php?id_arq=210, acessado em junho de 2016.

IVO, C. T. C. e T. C. V. GESTEIRA. 1999. Sinopse das observações sobre a bioecologia e pesca do caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado em estuários de sua área de ocorrência no Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE** 7(2):9-52.

- KAESTNER, A. 1980. Invertebrate Zoology. III. **Robert E. Krieger Publishing Company**. Huntington, New York, VII. 523p.
- KOCH, V. 1999. Epibenthic production and energy flow in the Caeté mangrove estuary, North Brazil. **ZMT Contribution** 6, Bremen, 97 p.
- LARANJEIRA, M. C. M. & FÁVERE, V. T. Quitosana: biopolímero funcional com potencial industrial biomédico. **Química Nova**, Vol. 32, No. 3, 672-678, 2009.
- LAVENS, P. e P. SORGELOOS. 1996. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. **FAO Fisheries Technical Paper** 361, 295 pp.
- LEE, D. O'C. & WICKINS, J. F. **Cultivo de Crustáceos**. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 447 p. 1997.
- LEGAT, J. F. A. **Biologia, Ecologia e Pesca do caranguejo-uçá**. EMBRAPA Meio- Norte; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. Teresina, 2007.
- LIMA, M.N.B; MOCHEL, F.R; CASTRO, A.C.L. O sistema de produção do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Decapoda: Brachyura) (Linnaeus, 1763) na área de proteção ambiental das reentrâncias maranhenses, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 23:57-64, 2010.
- LUSTOSA, A. H. M. **Práticas produtivas e (in)sustentabilidade: os catadores de caranguejo do delta do Parnaíba**. 2005. Dissertação. Universidade Federal do Piauí. p. 171.
- MACINTOSH, D. J. ASTHON, E. C. A Review of Mangrove Biodiversity Conservation and Management. **Centre for Tropical Ecosystems Research**, 86p, 2002;
- MACINTOSH, D.J.; FINCHAM, A.A.; RAINBOW, P.S.. The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps. In: Aspects of decapod crustacean biology. **Oxford: Clarendon Press**, 1988, p. 315-341.
- McCONAUGHA, J. R. 1985. **Nutrition and larval growth**. In: WENNER, A.M. Larval Growth. Santa Barbara: University of California, p.127-154.
- MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo, Ed. Plêiade/FAPESP, 604p. 1996.
- MELO, M. A. **Desenvolvimento e morfologia funcional dos estômagos de larvas e pós-larvas dos crustáceos Decapoda**. 2005. Dissertação (Mestre em Engenharia de Pesca) Universidade Federal do Ceará. 88p.
- MENDONÇA, J. T. e LUCENA, A. C. P. 2009. Avaliação das capturas do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* no município de Iguape, litoral sul de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 35(2): 169-179.
- MORGAN;1992, S.G. 1992. Predation by planktonic and benthic invertebrates on larvae of estuarine crabs. **Journal Experimental Marine Biology and Ecology**, 163(1): 91-110.
- MORGAN, S. G., CHRISTY, J. H. Adaptive significance of the timing of larval release by crabs. **The American Naturalist**, v. 145(3), pp. 457-479. 1995.

- MOTA-ALVES, M.I.1975. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus), em mangues do Estado do Ceará Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, 15 (2): 85-91.
- NAGELKERKEN, I.; BLABER, S. J. B.; BOUILLON, N. S.; GREEN, P.; HAYWOOD, M.; KIRTON, L. G.; MEYNECKE, J. O.; PAWLIK, J.; PENROSE, H. M.; SASEJUMAR, A.; SOMERFIELD, P. J. the habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. **Aquatic Botany**, p. 155-185, 2008
- NAIDOO, G. Effects of waterlogging and salinity on plant-water relations and the accumulation of solutes in three mangrove species. **Aquatic Botany**, v. 22, p. 133-143,1985.
- NASCIMENTO, S. A. 1999. Estudo da Importância do Apicum para o Ecossistema Manguezal. **Relatório Técnico, Administração Estadual do Meio Ambiente, ADEMA**, 21p.
- NG, P. K. L.; GUINOT, D.; DAVIE, P. J. F. Systema Brachyurorum: Part. I. An annotated checklist of extant Brachyuran crabs of the world. **The Raffle Bulletin of Zoology**, v. 17, p. 1-286. 2008.
- OGAWA, M. et al. Industrialização do caranguejo uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus). I - técnicas para o processamento da carne. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 31-37, 1973.
- OSHIRO, L. M. Y. et al., 2014. Avaliação para a montagem de uma larvicultura piloto do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* na Apa de Guapimirim, Baía de Guanabara, RJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
- OSTRENSKY, A., U. S. STERNHAIN, E. BRUN, F. X. WEGBECHER & D. PESTANA. 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, nº 3, pp 939-947. 1995.
- OSTRENSKY, A . 2001. *Ucides cordatus*. **Ecologia e Desenvolvimento**, 98: 33
- PINÃ, P., D. VOLTOLINA, M. NIEVES e M. ROBLES. 2006. Survival, development and growth of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* protozoa larvae, fed with monoalgal and mixed diets. **Aquaculture**, 253:523-530.
- PINHEIRO, M.A.A. 2001. Biologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no litoral sul do Estado de São Paulo. **Relatório Científico Final do Projeto Uçá FAPESP** (Proc. 98/6055-0), Jaboticabal, SP, 211p.
- PORTELLA, M.C.; LEITÃO, N.J.; TAKATA, R.; LOPES, T. Alimentação e Nutrição de larvas. In: NutriAqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura. Fracalossi, D.M.; Cyrino, J.E.P. (Eds.). Florianópolis: **Sociedade brasileira de aquicultura e biologia aquática**. 2012.
- PINHEIRO, M.A.A.; HATTORI, G.Y. Embryology of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae). **Journal Crustacean Biology**, v. 23, n. 3, p. 729-737, 2003.
- 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.

- SANT'ANNA, A. O. **Influência da temperatura e da salinidade no desenvolvimento larval de *Ucides cordatus* (DECAPODA: OCYPODIDAE), em laboratório.** Vitória, 2004. Universidade Federal do Espírito Santo. 24 f.
- SANTOS, M. V. B.; OLIVEIRA, L. M. S.; SOARES, M. R. S.; SILVA, D.; OSHIRO, L. M. Y. & TRIANI, L. Influência da alimentação e da luz no desenvolvimento larval de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) em laboratório. **XIV Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ.** V. 14, n. 1, p. 411-414, 2004.
- SASTRY, A.N. 1983. Ecological aspects of reproduction, 179-270. In: Vernberg, F.J. & Vernberg, W.B. (ed.). **The BioJogy of Crustacea.** Environmental Adaptations. New York, Academic Press, v. 8, 383p..
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M.L.; DE-ROSA, M.T. Brazilian mangroves. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v. 3. p. 561-570, 2000.
- SHELTEMA, R. S. 1974. Relationship of dispersal to geographical distribution and morphological variation in the polychaete family Chaetopteridae. **Thalassia Jugosl.** 10: 297–312.
- SILVA, U. A. T. **Cultivos experimentais de caranguejo Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763).** 2002. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias da UFPR, Curitiba, Paraná. 89 pp.
- SILVA, U. A. T.; OSTRENSKY, A.; VENTURA, R.; SANTOS, A. F. & BOEGER, W. A. Caranguejo-uçá. A produção em laboratório. **Panorama de Aqüicultura**, v. 16, n. 94, p.15-21. 2006.
- SILVA, R. **Aspectos etnobiológicos, biológicos e viabilidade para o cultivo de larvas e juvenis em laboratório de *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828.** 2006. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropedica, Rio de Janeiro, Brasil. 121 pp,
- SILVA, U. A. T. **Recuperação populacional de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), através da liberação de formas imaturas em áreas antropicamente pressionadas.** 2007. Tese (Doutorado em Zoologia). Universidade Federal do Paraná. 174pp.
- SILVA, U. A. T.; MENEZES, F.; VENTURA, R.; COELHO, A. F.; BOEGER, W. A. & OSTRENSKY, A. A produção de larvas de caranguejo-uçá em sistema de cultivo em mesocosmos. **Panorama de Aqüicultura**, v. 19, n. 113, p. 24-31. 2009.
- SILVA U.A.T., COTTENS K., VENTURA R., BOEGER W.A. & OSTRENSKY A. 2012. Different pathways in the larval development of the crab *Ucides cordatus* (Decapoda, Ocypodidae) and their relation with high mortality rates by the end of massive larvicultures. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 32(4):284-288.
- 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.
- SIMITH, D. J. B.; DIELE, K. O efeito da salinidade no desenvolvimento larval do caranguejo - uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ocypodidae) no Norte do Brasil. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, p. 345 – 350. 2008.
- SIMITH, D. J. B; ABRUNHOSA, F. A. & DIELE, K. Chemical induction in mangrove crab megalopae, *Ucides cordatus* (Ucididae): Do young recruits emit metamorphosis-triggering

odours as do conspecific adults? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 13, p. 264-270, 2013.

SOUZA, R. V. **Canibalismo e assentamento de formas jovens de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (L.) (CRUSTACEA, BRACHYURA, OCYPODIDAE), em condições de laboratório.** 2006. Dissertação (Ciências Veterinárias). Universidade federal do Paraná.

SOUZA, K. P. M., COSTA, R. M.; ABRUNHOSA, F. A.; PEREIRA, L. C. C. Efeito de diferentes dietas sobre a muda dos estágios iniciais de *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763) (Decapoda: Ocypodidae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Ciências naturais, v. 1, n. 3, p. 97-102. 2006.

SPALDING, M.D., BLASCO, F.; FIELD, C.D. (eds) (1997) World mangrove atlas. **The International Society for Mangrove Ecosystems**, Okinawa.

SPALDING, M.; KAINUMA, M.; COLLINS, L. **World Atlas of Mangroves.** (Ed.) London, Washington D.C: Earthscan, 2010, 319 p.

StatSoft, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 7.0. www.statsoft.com. 2005.

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

TOLEDO, T.R.; TORRES. R.A.; PINHEIRO, M.A.A. Avaliação do impacto genotóxico em *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (crustácea, Brachyura, Ocypodidae) em sistemas de manguezais do sudeste do Brasil. **XII Congresso Americano de Ciências do Mar – XII COLACMAR**, Florianópolis. 2007.

TWILLEY, R. R.; LUGO, A. E.; PATTERSON_ZUCCA, C. Production standing crop, and decomposition of litter in basin mangrove forest in southwest Florida. **Ecology** 67, 670-683. 1986.

UNDERWOOD, AJ, FAIRWEATHER PG. Supply-side ecology and benthic marine assemblages. **Trends Ecology**. Vol. 4: 16-20. 1989

VENTURA. R.; SILVA, U. A. T.; COTTENS, K.; BOEGER, W. A. & OSTRENSKY, A. Restocking *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae): interespecific associations as a limiting factor to the survival of released recruits. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. 3, p. 207-212. 2010.

VENTURA. R.; SILVA, U. A. T.; PERBICHE-NEVES, G.; OSTRENSKY, A.; & COTTENS, K.; BOEGER, W. A. & PIE, M. R. Duration of the pre-settlement of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) under laboratory conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 6, p. 957-962. 2008.

VENTURA. R.; SILVA, U. A. T.; OSTRENSKY, A. & COTTENS, K. Intraspecific interactions in the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) during the metamorphosis and post-metamorphosis periods under laboratory conditions. **Zoologia**, v. 28, n. 1, p. 1-7. 2011.

VENTURA, R.; SILVA, U. A. T.; OSTRENSKY, A.; COTTENS, K. & PERBICHE-NEVES, G. Survival of *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) megalopae during transport under different conditions of density and duration. **Zoologia**, v. 27, n. 6, p. 845-847. 2010.

ZMORA, O., A. FINDIESEN, J. STUBBLEFIELD, V. FRENKEL and Y. ZOHAR. 2005. Largescale juvenile production of the blue crab *Callinectes sapidus*. **Aquaculture**, 244:129-139.

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

WUNDERLICH, A. C.; PINHEIRO, M. A. A.; RODRIGUES, A. M. T. Biologia do caranguejo uçá, *Ucides cordatus* (Crustacea: Decapoda: Brachyura), na Baía de Babitonga, Santa catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.25. n,2, p. 188-198, 2008