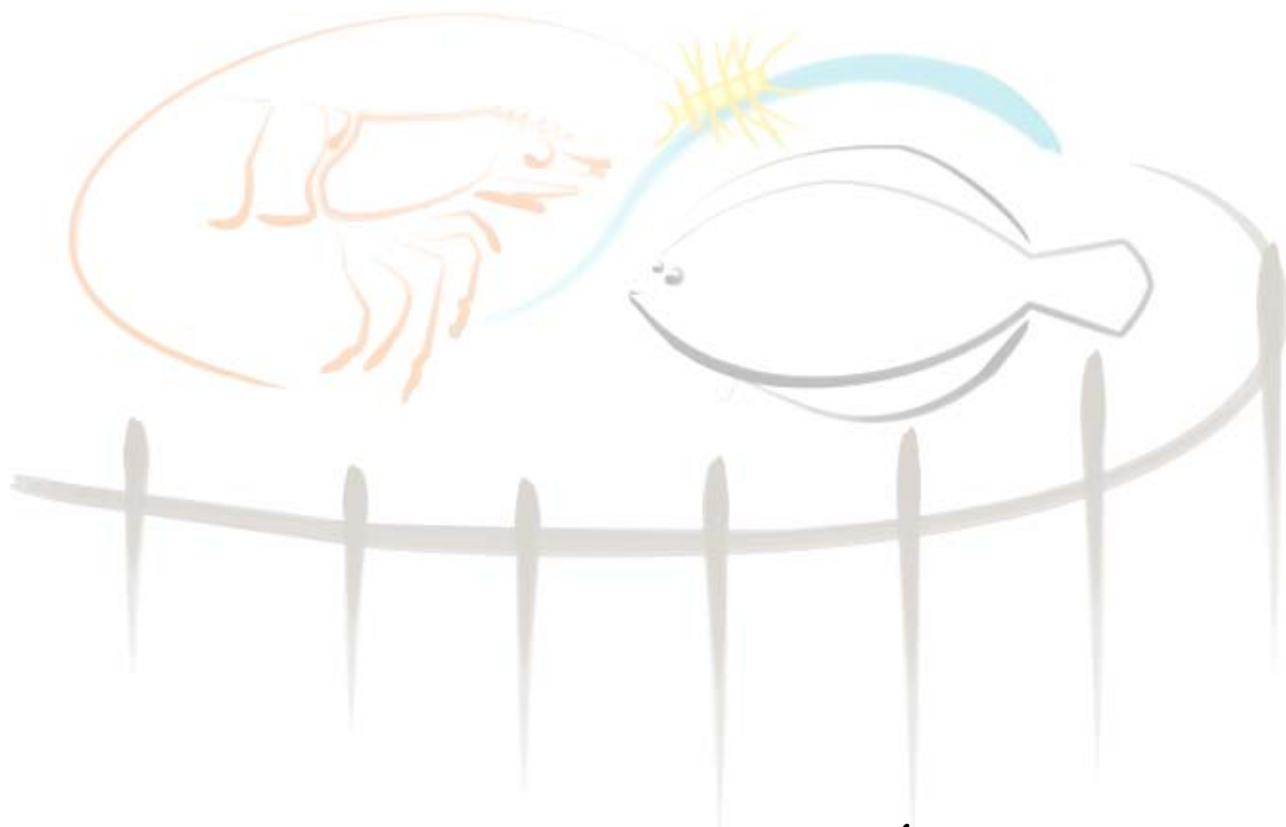




FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA



**ENRIQUECIMENTO DE *Artemia* COM ÁCIDOS GRAXOS
ALTAMENTE INSATURADOS NA LARVICULTURA DE
Farfantepenaeus paulensis E DESEMPENHO NAS FASES
POSTERIORES DE CULTIVO**

DIANA WISCHRAL MUTTI

**FURG
RIO GRANDE, RS
2007**

Fundação Universidade Federal do Rio Grande
Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura

**ENRIQUECIMENTO DE *Artemia* COM ÁCIDOS GRAXOS
ALTAMENTE INSATURADOS NA LARVICULTURA DE
Farfantepenaeus paulensis E DESEMPENHO NAS FASES
POSTERIORES DE CULTIVO**

Diana Wischral Mutti

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do grau de mestre em Aqüicultura no Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura da Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo O. Cavalli

Rio Grande – RS - Brasil

Fevereiro, 2007

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| Dedicatória | iv |
| Agradecimentos | v |
| Resumo | vi |
| Abstract | vii |
| Introdução | 1 |
| Objetivo | 6 |
| Material e Métodos | 7 |
| Obtenção das larvas..... | 7 |
| Fase de larvicultura..... | 7 |
| Teste de estresse à salinidade..... | 9 |
| Teste de estresse à amônia..... | 9 |
| Fase de berçário | 10 |
| Análise do perfil de ácidos graxos..... | 12 |
| Análise estatística..... | 12 |
| Resultados | 14 |
| Fase de larvicultura | 14 |
| Testes de estresse..... | 15 |
| Fase de berçário | 16 |
| Composição de ácidos graxos..... | 17 |
| Discussão | 20 |
| Referências Bibliográficas | 24 |

**Dedico este trabalho a meu
pai Pedro e minha mãe Jane**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Ronaldo O. Cavalli por ter me guiado neste trabalho e em outras situações no laboratório depositando confiança e com muita paciência, fica aqui o meu muito obrigado!

Aos meus pais Pedro e Jane que me ajudaram e me deram todo o incentivo e compreensão pra estar aqui hoje concluindo este trabalho.

Aos meus avós, pelo apoio e incentivo durante esta jornada.

Aos meus irmãos Daniel e Débora por estarem sempre ao meu lado nas horas que precisei.

Aos amigos Charles, Mauren e Cíntia pelo companheirismo e força nos momentos difíceis, também a Patrícia pela amizade e muitas horas de conversa e incentivo.

A amiga Mariana por me agüentar nos momentos difíceis com muita compreensão.

A Eduardo Ballester pela ajuda durante a realização deste trabalho, no meio do sufoco durante a larvicultura.

Ao professor Dr. Wilson Wasielesky Jr., pelas conversas e sugestões para o trabalho.

A todos aqueles que de certa forma me ajudaram a concluir este trabalho.

Ao pessoal da EMA funcionários, professores e alunos que praticamente formam uma família.

À CNPq pelo auxílio financeiro via projeto de pesquisa e concessão da bolsa de estudo, concedida durante a realização desta dissertação.

Ao Dr. Ricardo Cavalcanti Martino pela recepção em seu laboratório junto a FIPERJ no Rio de Janeiro realizando as análises deste trabalho.

Ao programa de Pós Graduação em Aqüicultura da FURG.

RESUMO

Grupos de larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* foram alimentadas do estágio de mÍsis I até oito dias após a metamorfose (PL8) com duas dietas diferentes: tratamento enriquecido (TE), no qual as larvas receberam metanúplios de *Artemia* enriquecidos com uma emulsão rica em ácidos graxos altamente insaturados (n-3 HUFA), e tratamento controle (TC), onde as larvas foram alimentadas com náuplios recém eclodidos de *Artemia*. As larvas foram criadas na densidade de 67/L em dois tanques de 180L. As PL8 foram submetidas a testes de tolerância à salinidade e amônia total (N-AT). Ao final da larvicultura, pós-larvas com 18 dias (PL18) foram estocadas na densidade de 300 PL/m² em gaiolas (1m² de fundo e malha de 1,5mm) instaladas no estuário da Lagoa dos Patos, RS, onde foram criadas durante 30 dias. As PL8 alimentadas com *Artemia* enriquecida apresentaram tolerância significativamente maior à salinidade e a amônia total. As salinidades letais para 50% da população durante 24 horas (SL50 24h) foram estimadas em 18,93‰ e 20,53‰ para TE e TC, respectivamente, enquanto que as concentrações letais de amônia total para 50% da população durante 24 horas (LC50 24 h) em TE e TC foram 32,6 e 30,0 mg/L N-AT, respectivamente. O peso das PL18 do tratamento TE foi significativamente maior do que as do controle. A análise de ácidos graxos indicou níveis significativamente mais altos de n-3 HUFA, especialmente dos ácidos graxos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), na *Artemia* enriquecida (TE). Por sua vez, níveis mais elevados de ácidos graxos altamente insaturados das séries n-6 e n-3 foram observados nas pós-larvas (PL) do TE, enquanto que as PL do TC apresentaram níveis mais altos dos ácidos linolênico (18:3n-3) e estearidônico (18:4n-3). Embora ao final do berçário não tenham sido detectadas diferenças significativas entre as sobrevivências, o peso final foi significativamente superior no TE (TC = 0,896g e TE = 1,082g). Os resultados demonstram que o fornecimento de n-3 HUFA durante a fase de larvicultura aumenta a tolerância de pós-larvas de *F. paulensis* à salinidade e à amônia e ainda afeta positivamente o crescimento. A diferença de peso observada no final da fase de larvicultura manteve-se ao longo do cultivo nas gaiolas. Recomenda-se, portanto, o fornecimento de n-3 HUFA durante a larvicultura, através do enriquecimento de *Artemia*, como forma de produzir pós-larvas com maior tolerância ao estresse e maior tamanho.

ABSTRACT

From mysis I to eight day-old postlarvae (PL8), groups of shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) larvae were fed two different dietary treatments: enriched (TE), in which larvae received *Artemia* metanauplii enriched with a emulsion containing high levels of highly unsaturated fatty acids (n-3 HUFA), and control (TC), where larvae were fed newly hatched *Artemia* nauplii. Larvae were reared at the density of 67/L in two 180L tanks. PL8 were submitted to stress tolerance tests to salinity and total ammonia (N-AT). At the end of the larviculture period, eighteen day-old postlarvae (PL18) were transferred to cages (1m² bottom area and 1.5mm mesh opening) placed in the Patos Lagoon estuary, southern Brazil, where they were nursery-reared for 30 days. PL fed the enriched *Artemia* presented significantly higher tolerance to both salinity and total ammonia. Lethal salinity for 50% of the population during 24 hours (SL50 24h) were 18.93 and 20.53 for TE and TC, respectively, whereas the lethal total ammonia concentration for 50% of the population during 24 hours (LC50 24 h) for TE and TC were 32.6 and 30.0 mg/L N-AT, respectively. Weight of PL18 from TE was significantly higher than in the control group. Fatty acid analysis indicated significantly higher levels of n-3 HUFA, especially eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic acids (DHA), in the enriched *Artemia* (TE). In the postlarvae, higher levels of highly unsaturated fatty acids of the n-6 and n-3 series were observed in the PL from TE, while PL from TC presented higher levels of linolenic (18:3n-3) and estearidonic (18:4n-3) acids. Although at the end of the nursery rearing no significant differences in survival were observed, final weight was significantly higher in TE (TC = 0.896g and TE = 1.082g). Results demonstrate that the supplementation of n-3 HUFA during larval rearing increases the tolerance of *F. paulensis* postlarvae to salinity and total ammonia and positively affects growth. Moreover, the weight difference in PL from the different treatments observed at the end of the larval rearing remained after 30 days of nursery rearing. Therefore, the supplementation of n-3 HUFA during the larviculture of *F. paulensis*, through *Artemia* enrichment, is recommended as a way to produce postlarvae with higher stress tolerance and larger size.

INTRODUÇÃO

A produção de camarões marinhos no Brasil foi iniciada no Nordeste ao final da década de 70 com a introdução das espécies exóticas *Marsupenaeus japonicus* e *Penaeus monodon*. Esta tentativa inicial, porém, não teve o sucesso esperado, o que levou os criadores a cultivar espécies nativas (*Farfantepenaeus subtilis*, *Litopenaeus schmitti* e *Farfantepenaeus paulensis*), por já estarem adaptadas às condições ambientais locais, ou mesmo espécies exóticas (*Litopenaeus vannamei*). Como resultado deste processo de tentativas e erros, ao longo dos anos foi sendo desenvolvida uma tecnologia de maturação, reprodução, larvicultura e manejo de viveiros (Rocha *et al.*, 1989).

No sul do Brasil, por muitos anos o cultivo de camarões peneídeos esteve concentrado nas espécies nativas, como *F. paulensis*, devido à maior tolerância a temperaturas relativamente baixas. Entretanto, a principal restrição que limitou a produção desta espécie estava relacionada à falta de alimentos que atendessem suas exigências nutricionais (Roubach *et al.*, 2003). Assim, com o sucesso da criação de *L. vannamei* no Nordeste em meados dos anos 90, vários empreendedores da região sul decidiram tentar a criação desta espécie, o que resultou no aumento significativo da produção (Roubach *et al.*, 2003).

O camarão-rosa (*F. paulensis*) é encontrado na costa Atlântica Ocidental desde Cabo Frio, RJ, até Mar del Plata, na Argentina (D’Incao, 1995). No estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, os juvenis encontram condições apropriadas para o seu crescimento e, portanto, este ambiente funciona como um imenso berçário, onde *F. paulensis* cresce rapidamente e atinge o peso comercial em poucos meses (D’Incao, 1995). Entretanto, com a tendência de decréscimo da produção pesqueira desta espécie no estuário da Lagoa dos Patos, cada vez mais surge a necessidade da produção em cativeiro, seja na tentativa de aumentar os estoques naturais através do repovoamento, ou pelos cultivos comerciais, como no caso dos cercados (Wasielesky, 2000; Cavalli *et al.*, 2006) e viveiros de terra (Peixoto *et al.*, 2003).

Esta espécie pode, portanto, ser considerada uma alternativa para a região sul do Brasil, devido às vantagens de estar em seu ambiente natural e por ser tolerante a temperaturas mais baixas. Em viveiros de terra, Peixoto *et al.* (2003) verificaram que embora o camarão-rosa tivesse um crescimento inferior ao branco (*L. vannamei*), espécie atualmente mais cultivada no Brasil, sua produtividade é comparável àquelas de outros estados brasileiros. Além do tradicional sistema de cultivo de camarões em viveiro de

terra, projetos de repovoamento e cultivo do camarão *F. paulensis* em cercados e gaiolas também estão em desenvolvimento em lagoas costeiras (Andreatta, 1999; Cavalli *et al.*, 2006).

Apesar da tecnologia de produção em larga escala de pós-larvas de camarão marinho já se encontrar bem desenvolvida (Marchiori, 1996; Barbieri & Ostrensky, 2001), esta ainda é dependente da utilização do microcrustáceo *Artemia* (Jones *et al.*, 1993; Lavens & Sorgeloos, 1996). As vantagens da utilização dos náuplios de *Artemia* são inúmeras, tais como seu tamanho adequado (náuplios recém eclodidos apresentam cerca de 450µm), mobilidade, aceitação pelo predador, alto teor protéico, atração organoléptica, carapaça quitinosa fina, facilidade de armazenamento dos cistos e praticidade na sua utilização (Lèger *et al.*, 1987).

As dietas para crustáceos devem conter ácidos graxos essenciais, os quais, apesar de não poderem ser sintetizados *de novo* por estes animais, são necessários para manutenção da função celular (Tacon, 1987). Os ácidos graxos eicosapentaenóico (EPA; 20:5n-3) e docosahexaenóico (DHA; 22:6n-3) são componentes essenciais na formação de membranas celulares e na osmorregulação, além de atuarem na síntese de prostaglandinas e ativarem o sistema imunológico (Lèger e Sorgeloos, 1992). No caso dos náuplios de *Artemia*, as concentrações de DHA são naturalmente baixas, enquanto os níveis de EPA, por serem mais elevados, determinam o valor nutritivo da *Artemia* para os organismos aquáticos cultivados (Lèger e Sorgeloos, 1992).

Os ácidos graxos altamente insaturados (HUFA) são compostos da série dos ácidos linoléico e linolênico ou n-6 e n-3, respectivamente. Estes HUFA podem ser biosintetizados a partir dos ácidos linoléico ou ácido linolênico, sendo os principais o ácido araquidônico (20:4n-6; AA), eicosapentaenóico (20:5n-3; EPA) e ácido docosahexaenóico (22:6n-3; DHA) (Sargent *et al.*, 1990).

A *Artemia*, por ser um microcrustáceo filtrador não seletivo, pode ter sua composição bioquímica alterada, melhorando o seu valor nutritivo através do fornecimento de nutrientes que possam cobrir as necessidades nutricionais de seus predadores. Esta técnica, chamada de enriquecimento, tem diversos métodos, sendo a maioria baseada no fornecimento de alimentos que contenham altos níveis de ácidos graxos altamente insaturados (HUFA), como por exemplo, microalgas, fermentos, dietas microencapsuladas, produtos microparticulados ou emulsões de óleos (Lèger *et al.*, 1986).

Na técnica japonesa de enriquecimento, utilizam-se emulsões a base de óleo de peixe, as quais, quando ofertadas aos náuplios de *Artemia*, são ingeridas e as gotículas de lipídio se acumulam no trato digestivo ou são incorporadas nos tecidos (Bengston *et al.*, 1991). Os níveis mais altos de enriquecimento com HUFA são geralmente obtidos com emulsões a base de óleos de origem marinha, vitaminas, pigmentos e antioxidantes (Lèger *et al.*, 1986).

A aplicação desta técnica reflete diretamente nas larvas cultivadas, podendo melhorar a sobrevivência e o crescimento, aumentando sua resistência a condições de estresse (Lèger *et al.*, 1987). Resultados recentes indicam que o uso de *Artemia* enriquecida com HUFA resulta num significativo aumento na sobrevivência de *F. paulensis* cultivado até PL10 (Martins *et al.*, 2006). Outros estudos têm demonstrado que larvas e PL de camarão alimentadas com *Artemia* enriquecida apresentam uma maior tolerância ao estresse causado por variáveis ambientais (Tackaert *et al.*, 1992; Rees *et al.*, 1994; Kontara *et al.*, 1995; Cavalli *et al.*, 2000; Palácios *et al.*, 2004; Martins *et al.*, 2006). Esta maior tolerância poderá eventualmente resultar em uma maior taxa de sobrevivência, principalmente se considerarmos que a transferência das PL produzidas em laboratório para viveiros de engorda é uma etapa crítica. Mesmo se as condições de cultivo e de aclimatação forem satisfatórias, as variações nas condições ambientais e o estresse causado pela coleta, manipulação e transporte das PL podem afetar sensivelmente a sobrevivência dos animais. Desta forma, ao alimentar larvas de *P. monodon* com *Artemia* enriquecida com HUFA, Tackaert *et al.* (1992), Rees *et al.* (1994) e Kontara *et al.* (1995) produziram PL de qualidade superior, o que foi demonstrado pela maior taxa de sobrevivência quando lotes destes animais foram abruptamente expostos a baixos níveis de salinidade.

Apesar da literatura ser rica em estudos demonstrando o papel positivo do enriquecimento da *Artemia* com n-3 HUFA sobre o crescimento, taxas de sobrevivência e tolerância ao estresse durante a larvicultura, poucos trabalhos analisaram se pós-larvas alimentadas com *Artemia* enriquecida apresentarão um desempenho melhor nas fases posteriores à larvicultura. Recentemente, Alvarez *et al.* (2004) publicaram os primeiros resultados de uma relação entre a sobrevivência a um teste de estresse de salinidade aplicado a PL15 de camarão branco (*L. vannamei*).

O presente estudo se propõe a analisar o crescimento, sobrevivência e tolerância ao estresse durante as fases posteriores a larvicultura do camarão-rosa *F. paulensis*

alimentadas na larvicultura com *Artemia* enriquecida com ácidos graxos altamente insaturados.

OBJETIVO

O presente estudo tem por objetivo analisar o efeito do enriquecimento de *Artemia* com ácidos graxos altamente insaturados (n-3 HUFA) sobre a sobrevivência, crescimento e tolerância ao estresse de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*. Adicionalmente, foi analisado o desempenho destas pós-larvas durante o cultivo em gaiolas no estuário, fase posterior a larvicultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em duas etapas: larvicultura e berçário. A fase de larvicultura foi desenvolvida no Laboratório de Maricultura, Estação Marinha de Aquacultura da Fundação Universidade do Rio Grande (EMA-FURG), enquanto a fase de berçário ocorreu no estuário da Lagoa dos Patos na unidade de campo do projeto Camarão – EMA-FURG, localizada no Saco do Justino, Rio Grande, RS.

Obtenção das larvas

As larvas do camarão-rosa utilizadas no presente estudo foram produzidas na EMA-FURG, através da maturação em laboratório de reprodutores capturados no litoral de Santa Catarina de acordo com as metodologias descritas em Marchiori & Cavalli (1993) e Marchiori (1996).

Fase de larvicultura

As larvas do camarão-rosa foram produzidas em tanques de larvicultura com capacidade de 15.000 litros e alimentadas com algas fitoplanctônicas (*Chaetoceros muelleri* e *Thalassiosira fluviatilis* nas concentrações de 8×10^4 e 5×10^4 , respectivamente) até o estágio de mísis I.

Para o cultivo das larvas a partir de mísis I, foram utilizados dois tanques cilíndricos com capacidade para 180 litros, com água marinha previamente filtrada em filtro Cuno (5 μ m) a uma salinidade média de 32‰, sendo 80% renovada diariamente. A temperatura da água foi mantida entre 26-27°C através de aquecedores com termostato, e sob aeração constante e luz natural. Em cada um dos tanques foram transferidas 10.000 (dez mil) larvas no estágio de mísis I. Após a transferência destas larvas para as unidades experimentais não foi fornecido fitoplâncton.

Foram estabelecidos dois tratamentos:

- a) Controle (TC): larvas alimentadas com náuplios recém eclodidos de *Artemia*;
- b) Enriquecido (TE): larvas alimentadas com metanáuplios de *Artemia* enriquecidos com uma emulsão de ácidos graxos altamente insaturados (Super SELCO[®], produzida pela INVE[®] Aquaculture, Bélgica).

Para eclodir os cistos de *Artemia*, foram utilizados tanques cilíndrico-cônicos de 100 litros. Os cistos de *Artemia franciscana* (INVE® Aquaculture, Bélgica) foram colocados para hidratar durante aproximadamente 30 minutos antes de serem transferidos para o tanque de eclosão. A eclosão foi realizada em água com salinidade 32‰, temperatura de 28°C e aeração constante.

Após a eclosão, os náuplios foram separados de acordo com os diferentes tratamentos. Os náuplios do tratamento enriquecido foram transferidos para um tanque cilíndrico-cônico com água de salinidade 30-32‰, temperatura entre 25-28°C, aeração constante para que ocorresse uma distribuição homogênea da emulsão enriquecedora e o oxigênio dissolvido se mantivesse acima de 5mg/l. Os náuplios recém-eclodidos foram mantidos em uma densidade variando entre 100 e 300 náuplios/ml. Foi adicionada uma quantidade de 0,3g/l de emulsão a cada 12 horas durante 24 horas (Merchie *et al.*, 1995).

Independente do tratamento, a *Artemia* foi fornecida aos camarões duas vezes ao dia (10:00 e 22:00 horas), sendo que os náuplios e metanáuplios oferecidos as 22:00 horas foram mantidos a 4°C até serem utilizados. No início do experimento foram fornecidos 2 náuplios/ml, chegando a 8 náuplios/ml ao final do experimento de acordo com o consumo das larvas, uma vez que a quantidade residual de *Artemia* foi monitorada diariamente.

Durante o período experimental, as variáveis físico-químicas foram monitoradas diariamente, tais como temperatura (termômetro manual), salinidade (refratômetro ótico), pH (pHmetro HandyLab 2BNC Schott) e oxigênio dissolvido (oxímetro digital modelo Handylab OXI/SET, Schott). A temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido variaram entre 25-29°C, 32-33‰, 7,88-7,98 e 7,01-7,98mg/l, respectivamente. Durante a fase de larvicultura, diariamente também foram coletadas amostras de água para análise das concentrações de amônia total (segundo UNESCO, 1983) e nitrito (Bendschneider & Robinson, 1952).

A larvicultura foi realizada até atingir o estágio de pós-larva 18 (PL18), sendo que ao atingir o estágio de PL8 alguns animais foram separados e submetidos a testes de estresse à salinidade e à amônia. Os demais foram mantidos em laboratório até PL18 quando foram transferidos para o berçário. A partir do estágio PL8, os animais dos dois tratamentos passaram a ser alimentados com ração comercial (CR2 Camaronina, Purina), e a salinidade foi diminuída gradativamente durante 10 dias (Tsuzuki *et al.*, 2000) até alcançar 15‰, a mesma salinidade do ambiente na fase de berçário.

Após atingirem o estágio de PL18, grupos de pós-larvas foram transferidos para cultivo em gaiolas no Saco do Justino, uma enseada estuariana da Lagoa dos Patos, RS, para a realização da fase de berçário.



Figura 1. Tanques cilíndrico-cônicos com volume útil de 180 litros utilizados na larvicultura do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*.

Teste de estresse à salinidade

As PL8 de cada tratamento foram submetidas a um teste de estresse à salinidade. Grupos de 30 PL8 foram transferidos para potes plásticos com capacidade de 1500ml (volume útil de 1000ml) com água em diferentes níveis de salinidade (0, 6, 12, 18, 24 e 30), com duas repetições e a uma temperatura de 28-29°C. Os camarões foram mantidos nesta condição durante 24 horas sem alimentação. Ao final das 24 horas, foram contados os indivíduos considerados mortos (sem movimento dos pleópodos e sem resposta ao estímulo mecânico) em cada unidade experimental. A salinidade letal para 50% da população e os respectivos intervalos de confiança de 95% foram estimados com o Trimmed Spearman Karber Method (Hamilton *et al.*, 1977) da mesma forma que em Tsuzuki *et al.* (2000).

Teste de estresse à amônia

Este procedimento foi realizado baseado na metodologia apresentada por Greenberg *et al.* (1992). Os testes foram realizados com seis concentrações crescentes

de amônia total nos níveis 0 (sem amônia adicionada), 15, 30, 45, 60, 90 mg/L N-AT ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$) com duas repetições em recipientes plásticos com capacidade para 1500ml (volume útil de 1000ml). Cada recipiente recebeu 30 PL8, as quais foram mantidas durante 24 horas sem alimentação. Ao final, foi contado o número de mortos em cada recipiente. A concentração letal para 50% da população e os respectivos intervalos de confiança de 95% foram estimados com o Trimmed Spearman Karber Method (Hamilton *et al.*, 1977).



Figura 2. Tanque com banho-maria e recipientes plásticos utilizados nos testes de estresse à salinidade e à amônia.

Fase de Berçário

Esta fase foi desenvolvida durante 30 dias no Saco do Justino, onde se utilizaram sete gaiolas (tanques-rede) de polietileno recobertas por PVC e abertura de malha de 1,5mm. Cada gaiola tinha as dimensões de 1,0 x 1,0 x 1,0m e, portanto, com área de fundo de 1m². As gaiolas ficavam suspensas por uma armação de bambu (Figura 3).

Os camarões foram estocados aleatoriamente na densidade de 300 PL/m². Devido ao número de animais disponíveis após a larvicultura e os testes de estresse, o tratamento controle teve três repetições e o enriquecido contou com quatro repetições.



Figura 3. Gaiolas instaladas no Saco do Justino, Lagoa dos Patos, para o cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* na fase de berçário.

Os camarões foram alimentados *ad libitum* uma vez ao dia ao final da tarde com a mesma ração comercial utilizada ao final da larvicultura (CR2 Camaronina, Purina). As biometrias foram realizadas a cada 15 dias, sendo verificando o peso de pelo menos 30 camarões de cada gaiola. Ao final desta fase experimental, pelo menos 30 camarões de cada gaiola foram pesados. Todos os sobreviventes foram contados individualmente para estimar a sobrevivência.

Diariamente foram monitoradas a temperatura e a salinidade. A análise de outras variáveis ambientais não foram consideradas necessárias, pois vários outros cultivos experimentais de *F. paulensis* em gaiolas foram desenvolvidos neste mesmo local (Ballester *et al.*, 2003, Vaz *et al.*, 2004, Preto *et al.*, 2005) sem que fossem detectadas variações significativas, por exemplo, no pH e nas concentrações de oxigênio dissolvido, amônia e nitrito.

A escolha de analisar o efeito do enriquecimento em uma fase posterior a larvicultura em gaiolas deveu-se a que estas estruturas não apresentam condições tão favoráveis ao cultivo, sendo uma delas a impossibilidade dos camarões se enterrarem no sedimento para se proteger das variações nas condições ambientais. Neste sentido, Vaz *et al.* (2004) não observaram diferenças na sobrevivência dos camarões cultivados em gaiolas ou cercados, mas o crescimento foi maior nos cercados.

Análise do perfil de ácidos graxos

Cinco amostras de náuplios recém eclodidos de *Artemia*, cinco amostras de metanáuplios de *Artemia* enriquecidos com ácidos graxos altamente insaturados, e duas amostras de PL18 de cada um dos tratamentos foram analisadas para determinar a composição de ácidos graxos. Todas as amostras foram lavadas com água destilada e adicionado nitrogênio gasoso para o congelamento, sendo mantidas a -20°C até o momento da análise.

Para a realização das análises, as amostras foram maceradas para extração de lipídeos, onde a amostra foi filtrada por sucção em papel filtro (7μ) com clorofórmio/metanol (2:1), transferido para um funil de separação e deixado em repouso por cerca de doze horas. Depois de separar a camada inferior, foi transferido para um balão de fundo redondo que, após evaporação a vácuo, foi pesado em balança analítica, segundo o método de Folch *et al.* (1957). Após este processo foi realizada a saponificação (preparação de mistura de ácidos graxos) com o conteúdo de lipídeos totais com KOH (50%).

Os ésteres metílicos dos ácidos graxos (EMAG) foram preparados por esterificação com trifluoreto-boro em metanol (7%) segundo Metcalfe & Schmitz (1961), sendo então os EMAG separados através da cromatografia gasosa em um cromatógrafo Shimadzu GC-15 A (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão) equipado com um detector de chama ionizante (DCI) e uma coluna capilar de sílica Omegawax 320 X 30m X 0,32mm (Supelco Inc., Bellefonte, Pennsylvania, EUA). Como o portador de gás foi utilizado o hidrogênio a uma taxa de fluxo de 4,0ml/min., o injetor e o detector de temperatura foram programados para 240°C e 250°C . Os EMAG foram identificados pelo padrão de referência Supelco e quantificados usando o modelo integrador Shimadzu C-R4A (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão).

As análises de ácidos graxos foram realizadas na Unidade de Tecnologia do Pescado da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro – FIPERJ, localizada em Guaratiba, RJ.

Análise estatística

Os resultados de sobrevivência e crescimento (peso úmido) durante as fases de larvicultura e berçário foram submetidos a análise de variância (ANOVA), levando em

consideração as premissas necessárias, ou seja, normalidade, homocedasticidade e independência das variáveis. Os resultados percentuais (taxa de sobrevivência) foram transformados pela raiz quadrada do arcoseno antes de serem submetidos à ANOVA. O teste *post-hoc* utilizado foi o de Student a um nível de significância de 95%. Com relação aos testes de estresse à salinidade e amônia, foi utilizada a comparação entre os valores de LC50 ou SL50 através de sobreposição dos intervalos de confiança de 95% (Greenberg *et al.*, 1992).

RESULTADOS

Fase de larvicultura

As variáveis físico-químicas não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos durante a larvicultura (Tabela 1). As médias de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH, amônia e nitrito mantiveram-se em torno de 27°C, 32, 7,7 mg/l, 8,0 mg/l, 0,24 mg/l N-AT e 0,01 mg/l N-NO₂, respectivamente.

Tabela 1. Médias (\pm DP) de temperatura da água, salinidade, oxigênio dissolvido, pH, amônia total e nitrito durante a larvicultura do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* alimentado com náuplios recém-eclodidos de *Artemia* (TC) ou metanáuplios de *Artemia* enriquecidos com ácidos graxos altamente insaturados (TE). Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

| | TC | TE |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| Temperatura (°C) | 27,2 (\pm 1,0) | 27,1 (\pm 1,0) |
| Salinidade | 32,0 (\pm 1,0) | 32,1 (\pm 1,0) |
| Oxigênio dissolvido (mg/l) | 7,7 (\pm 0,3) | 7,7 (\pm 0,3) |
| pH | 8,0 (\pm 0,1) | 8,0 (\pm 0,1) |
| Amônia (mg/l N-AT) | 0,27 (\pm 0,06) | 0,18 (\pm 0,06) |
| Nitrito (mg/l N-NO ₂) | 0,01 (\pm 0,01) | 0,01 (\pm 0,00) |

Ao final da larvicultura, a taxa de sobrevivência nos tratamentos controle (TC) e enriquecido (TE) foram estimadas em 13,02% e 10,33%, respectivamente. Por sua vez, o peso médio (\pm DP) ao final desta fase foi significativamente diferente ($p < 0,05$) entre os tratamentos, sendo maior em TE (0,013g \pm 0,007) do que em TC (0,010g \pm 0,004).

Testes de estresse

Com relação ao teste de estresse à salinidade, a análise da salinidade letal mediana para 50% da população (SL50) de pós-larvas de oito dias (PL8) após 24 horas demonstrou diferença significativa entre os diferentes tratamentos (Figura 4). As SL50 e os respectivos intervalos de confiança estimados para TE e TC foram 18,93‰ (18,25-19,57) e 20,53‰ (19,74-21,26), respectivamente.

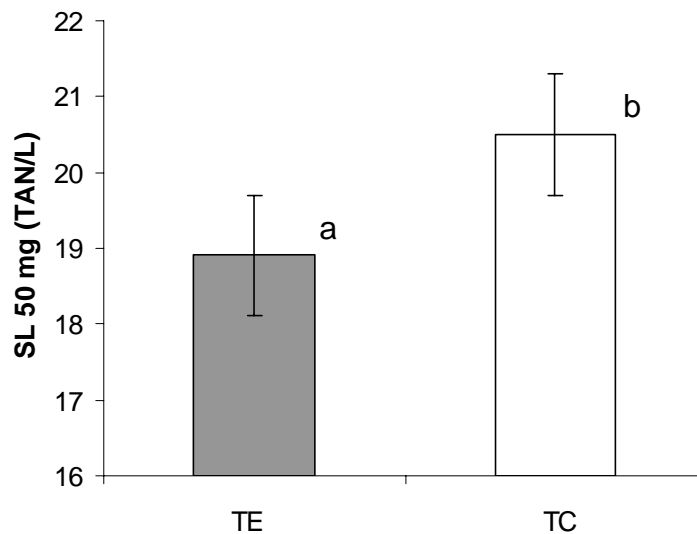


Figura 4. Salinidade letal mediana e intervalo de confiança de 95% para 50% da população (SL50) de pós-larvas (PL8) de *Farfantepenaeus paulensis* expostas a diferentes níveis de salinidade durante 24 horas.

A concentração letal mediana para 50% da população (CL50) de pós-larvas de oito dias (PL8) expostas à amônia total (N-AT) durante 24 horas nos diferentes tratamentos foi significativamente diferente entre os tratamentos (Figura 5). A CL50 para TE foi 32,59 mg/l com um intervalo de confiança de 95% variando entre 30,15 e 35,22 mg/l. Por sua vez, a CL50 para TC foi estimada em 30,00 (30,00 – 30,01).

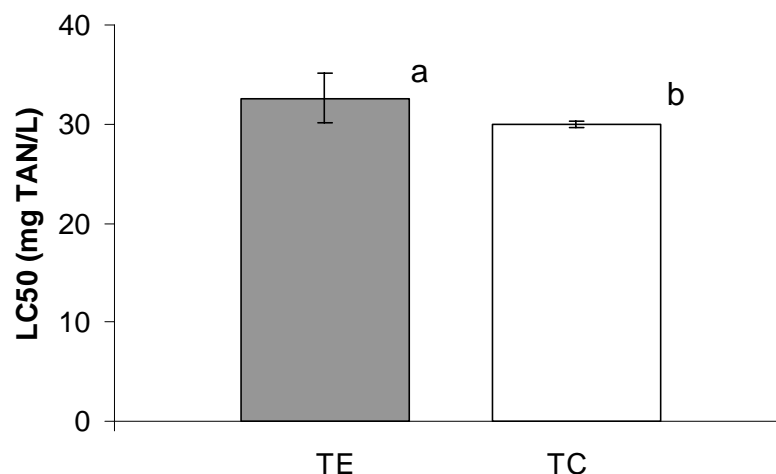


Figura 5. Concentração letal mediana e intervalo de confiança de 95% de amônia total (N-AT) para 50% da população (LC50) de pós-larvas (PL8) de *Farfantepenaeus paulensis* durante 24 horas.

Fase de berçário

A temperatura e a salinidade durante o berçário variaram entre 24 e 32°C e 13 e 17‰, respectivamente. Assim, a salinidade média (\pm DP) manteve-se em 14,7‰ (\pm 1,0), enquanto a temperatura média foi 28,5°C (\pm 1,6).

Ao final da fase de berçário não se observaram diferenças significativas na sobrevivência entre os tratamentos, sendo igual a 82,75% (\pm 0,14) e 71,44% (\pm 0,22) nos tratamentos TE e TC, respectivamente. Após 15 dias de cultivo, o peso médio dos camarões já apresentava diferença altamente significativa ($p = 0,00002$), sendo 0,176g (\pm 0,03) no TE e 0,109g (\pm 0,02) no TC (Figura 6). Ao final dos 30 dias de cultivo, o peso médio dos camarões do tratamento TE foi 1,082g (\pm 0,118) e do TC foi 0,896g (\pm 0,128), sendo esta diferença considerada altamente significativa ($p = 0,0001$).

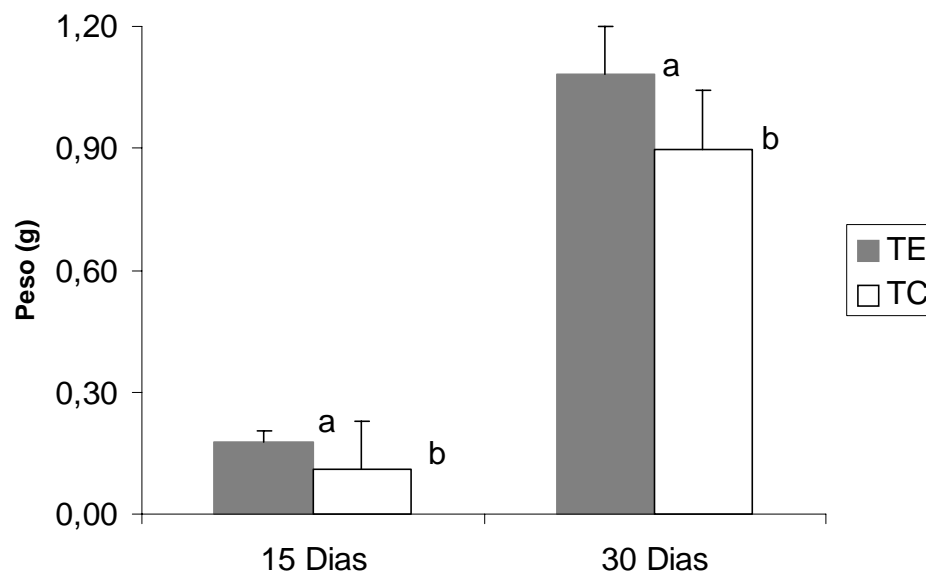


Figura 6. Peso médio (\pm DP) de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivadas em gaiolas durante 30 dias e que haviam sido alimentadas com náuplios recém-eclodidos de *Artemia* (TC) ou metanáuplios de *Artemia* enriquecidos (TE).

Composição de ácidos graxos

Os náuplios recém eclodidos de *Artemia* e os meta-náuplios enriquecidos com ácidos graxos altamente insaturados apresentaram perfis de ácidos graxos significativamente diferentes (Tabela 2). A concentração total de n-3 HUFA nos metanáuplios enriquecidos foi significativamente ($p=0,000012$) maior do que nos náuplios, principalmente as concentrações dos ácidos eicosapentaenóico (EPA; 20:5n-3) e docosahexaenóico (DHA; 22:6n-3). Em decorrência disso, a relação n3/n6 foi significativamente maior nos metanáuplios enriquecidos ($p=0,000001$). Por sua vez, os náuplios recém eclodidos apresentaram níveis significativamente mais altos dos ácidos linolênico (18:3n-3) e estearidônico (18:4n-3). Os meta-náuplios enriquecidos também apresentaram uma relação DHA/EPA significativamente mais alta ($p=0,0002$) do que nos náuplios.

De forma geral, o perfil dos ácidos graxos das pós-larvas (PL8) de *F. paulensis* após a fase de larvicultura (Tabela 3) espelhou a composição de ácidos graxos das suas presas. As PL alimentadas com meta-náuplios enriquecidos (TE) apresentaram níveis mais elevados de n-6 PUFA e n-3 HUFA do que as que receberam náuplios recém

eclodidos como alimento. As concentrações de ácido araquidônico (20:4n-6), EPA e DHA foram maiores em TE, enquanto as PL alimentadas com náuplios recém eclodidos apresentavam níveis mais altos de 18:3n-3 e 18:4n-3.

Tabela 2. Valores médios (\pm DP) dos principais ácidos graxos (% área) presentes nos metanáuplios de *Artemia* enriquecidos com uma emulsão rica em ácidos graxos altamente insaturados e em náuplios recém eclodidos de *Artemia* (n=9).

| | Meta-náuplios enriquecido | Náuplios |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 14:0 | 2,44 (\pm 1,47) | 4,67 (\pm 6,13) |
| 15:0 | 0,56 (\pm 0,21) ^b | 0,98 (\pm 0,28) ^a |
| 16:0 | 10,65 (\pm 2,93) | 9,06 (\pm 2,02) |
| 17:0 | 1,26 (\pm 1,44) | 1,39 (\pm 1,09) |
| 18:0 | 3,98 (\pm 1,26) | 3,27 (\pm 1,45) |
| 20:0 | 0,41 (\pm 0,17) ^a | 0,12 (\pm 0,07) ^b |
| 22:0 | 0,26 (\pm 0,15) ^a | 0,02 (\pm 0,05) ^b |
| 14:1 | 1,33 (\pm 0,66) ^a | 0,47 (\pm 0,55) ^b |
| 16:1n-7 | 4,08 (\pm 0,93) | 3,32 (\pm 0,41) |
| 16:1n-9 | 0,47 (\pm 0,20) ^a | 0,11 (\pm 0,19) ^b |
| 18:1n-9 | 18,57 (\pm 4,42) | 13,62 (\pm 5,77) |
| 18:1n-7 | 3,32 (\pm 2,82) | 4,48 (\pm 1,82) |
| 20:1n- 7+9+11 | 1,25 (\pm 1,02) | 0,75 (\pm 0,25) |
| 22:1 | 0,68 (\pm 0,60) ^a | 0,02 (\pm 0,84) ^b |
| 16:3n-6 | 0,39 (\pm 0,33) | 1,17 (\pm 1,11) |
| 18:2n-6 | 5,53 (\pm 0,43) | 5,39 (\pm 1,25) |
| 18:3n-6 | 0,38 (\pm 0,16) ^b | 0,71 (\pm 0,20) ^a |
| 18:4n-6 | 0,52 (\pm 0,11) ^a | 0,17 (\pm 0,20) ^b |
| 20:2n-6 | 0,18 (\pm 0,12) | 0,16 (\pm 0,13) |
| 20:3n-6 | 0,22 (\pm 0,15) | 0,34 (\pm 0,23) |
| 20:4n-6 | 1,13 (\pm 0,16) ^a | 0,70 (\pm 0,18) ^b |
| 22:4n-6 | 0,39 (\pm 0,27) ^a | 0,01 (\pm 0,01) ^b |
| 22:5n-6 | 0,25 (\pm 0,24) ^a | 0,01 (\pm 0,01) ^b |
| 22:4n-9 | 0,40 (\pm 0,38) | 0,10 (\pm 0,11) |
| 16:3n-3 | 0,53 (\pm 0,10) | 1,50 (\pm 1,26) |
| 18:3n-3 | 15,76 (\pm 6,28) ^b | 31,32 (\pm 1,67) ^a |
| 18:4n-3 | 2,67 (\pm 1,24) ^b | 6,79 (\pm 2,15) ^a |
| 20:3n-3 | 0,43 (\pm 0,12) | 0,43 (\pm 0,41) |
| 20:4n-3 | 0,60 (\pm 0,08) | 0,55 (\pm 0,32) |
| 20:5n-3 | 6,66 (\pm 0,88) ^a | 1,62 (\pm 0,22) ^b |
| 22:5n-3 | 0,86 (\pm 0,31) ^a | 0,02 (\pm 0,04) ^b |
| 22:6n-3 | 5,52 (\pm 2,27) ^a | 0,08 (\pm 0,11) ^b |
| Σ Saturados | 19,56 (\pm 5,36) | 19,52 (\pm 3,87) |
| Σ Mono-insaturados | 29,70 (\pm 3,75) | 22,78 (\pm 6,78) |
| Σ HUFA n-3 ¹ | 14,07 (\pm 2,88) ^a | 2,71 (\pm 0,88) ^b |
| Σ PUFA n-6 ² | 8,61 (\pm 0,89) | 7,47 (\pm 1,62) |
| n3/n-6 | 1,63 (\pm 0,26) ^a | 0,36 (\pm 0,07) ^b |
| DHA/EPA | 0,84 (\pm 0,35) ^a | 0,05 (\pm 0,06) ^b |

¹ Σ (n-6) \geq 18:2n-6 ² Σ (n-3) \geq 20:3n-3

Tabela 3. Composição de ácidos graxos (% área) das pós-larvas (PL8) do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* alimentadas com metanúplios de *Artemia* enriquecidos com uma emulsão rica em ácidos graxos altamente insaturados (TE) ou náuplios recém eclodidos de *Artemia* (TC) (n=1).

| | TE | TC |
|-------------------------|-------|-------|
| 14:0 | 9,78 | 7,10 |
| 15:0 | 0,58 | 0 |
| 16:0 | 12,67 | 10,22 |
| 17:0 | 0,76 | 1,3 |
| 18:0 | 3,86 | 3,78 |
| 20:0 | 0,21 | 0 |
| 22:0 | 0,25 | 0 |
| 14:1 | 1,25 | 0 |
| 16:1n-7 | 4,03 | 3,41 |
| 16:1n-9 | 0 | 0 |
| 18:1n-9 | 11,32 | 14,12 |
| 18:1n-7 | 3,83 | 5,21 |
| 20:1n-7+9+11 | 1,29 | 1,26 |
| 22:1 | 0,43 | 0 |
| 16:3n-6 | 0,49 | 0 |
| 18:2n-6 | 8,77 | 7,56 |
| 18:3n-6 | 0,23 | 0 |
| 18:4n-6 | 0,33 | 1,47 |
| 20:2n-6 | 0,35 | 0 |
| 20:3n-6 | 0,31 | 0 |
| 20:4n-6 | 1,53 | 0 |
| 22:4n-6 | 0,57 | 0 |
| 22:5n-6 | 0 | 0 |
| 22:4n-9 | 0,55 | 0 |
| 16:3n-3 | 0,55 | 0 |
| 18:3n-3 | 12,8 | 31,25 |
| 18:4n-3 | 1,9 | 5,74 |
| 20:3n-3 | 0,22 | 0 |
| 20:4n-3 | 0,56 | 0 |
| 20:5n-3 | 7,84 | 3,67 |
| 22:5n-3 | 0,72 | 0 |
| 22:6n-3 | 3,57 | 1,51 |
| Σ Saturados | 28,11 | 22,40 |
| Σ Mono-insaturados | 22,15 | 24,00 |
| Σ HUFA n-3 ¹ | 12,91 | 5,18 |
| Σ PUFA n-6 ² | 12,09 | 9,03 |
| n3/n-6 | 1,07 | 0,57 |
| DHA/EPA | 4,96 | 0,41 |

¹ Σ (n-6) ≥ 18:2n-6 ² Σ (n-3) ≥ 20:3n-3

DISCUSSÃO

As variáveis físico-químicas de qualidade da água analisadas durante a fase de larvicultura se mantiveram dentro de limites considerados adequados ao desenvolvimento das fases iniciais do camarão-rosa *F. paulensis* (Marchiori, 1996). A temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH e as concentrações de nitrito não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Mesmo os níveis de amônia total, que apresentaram médias de 0,27mg/l e 0,18mg/l para os tratamentos enriquecidos (TE) e controle (TC), respectivamente, não foram significativamente diferentes. Wasielesky *et al.* (1994) sugeriram que, para larvas de *F. paulensis*, o nível de segurança para a amônia total seria 1mg/l. Portanto, no presente estudo os níveis deste composto foram inferiores àqueles considerados prejudiciais ao desenvolvimento da espécie. Da mesma forma, durante a fase de larvicultura o nitrito também esteve abaixo dos níveis de segurança estimados para *F. paulensis* (Ostrensky & Poersch, 1993).

Independente do tratamento, a sobrevivência durante a fase de larvicultura foi relativamente baixa (13,0% e 10,3% para os tratamentos com e sem enriquecimento, respectivamente). Algumas hipóteses podem ajudar a explicar, total ou parcialmente, estes resultados. Primeiramente, como discutido acima, é pouco provável que as condições ambientais tenham afetado a sobrevivência, pois todas as variáveis analisadas estiveram dentro de níveis considerados favoráveis ao desenvolvimento larval. Por outro lado, o mesmo lote de animais de onde foram retiradas as larvas para este estudo permaneceu sendo cultivado em nosso laboratório e a taxa de sobrevivência final (de náuplio V a pós-larva 10) foi de apenas 10%. Em vista disso, a baixa qualidade das larvas pode ter sido um fator determinante da baixa sobrevivência. Outra possibilidade é a de que, a partir do momento em que as larvas mýsis I foram transferidas para as unidades experimentais, a alimentação passou a ser deliberadamente restrita a *Artemia*. Em larviculturas comerciais, o regime de alimentação normalmente utilizado consiste no fornecimento não somente de *Artemia*, mas também de duas ou mais espécies de microalgas e de microdietas especialmente desenvolvidas para larvas de peneídeos (Jones *et al.*, 1993; Barbieri & Ostrensky, 2001). É provável, portanto, que esta baixa sobrevivência se justifique pela qualidade do lote das larvas e uma dieta deficiente a partir do estágio de mýsis I.

Apesar do delineamento experimental deste estudo não permitir comparações entre a sobrevivência na larvicultura, os resultados são aparentemente similares. Em

outros estudos com *F. paulensis*, Pontes & Andreatta (2003) não encontraram diferenças na sobrevivência de larvas alimentadas com *Artemia* não enriquecida, enriquecida com diferentes emulsões (Selco, SuperSelco, AlgaMac e emulsão de lipídios produzida em laboratório). Por outro lado, Martins *et al.* (2006) relataram uma maior sobrevivência nas PL10 alimentadas com *Artemia* enriquecida com n-3 HUFA.

No presente estudo, observou-se um peso significativamente maior nas pós-larvas alimentadas com *Artemia* enriquecida. Já Martins *et al.* (2006) observaram que pós-larvas de *F. paulensis* alimentadas com náuplios recém eclodidos de *Artemia* eram maiores que as alimentadas com *Artemia* enriquecida com n-3 HUFA, enquanto Pontes & Andreatta (2003) não encontraram diferenças significativas no peso de pós-larvas de *F. paulensis* alimentadas com *Artemia* enriquecida com n-3 HUFA. Em *P. monodon*, o comprimento total de pós-larvas não foi afetado pelo fornecimento de *Artemia* enriquecida com n-3 HUFA (Rees *et al.*, 1994). Pode-se concluir, portanto, que no presente estudo os camarões alimentados com *Artemia* enriquecida com n-3 HUFA cresceram mais por terem recebido uma alimentação rica nestes ácidos graxos, os quais são essenciais na formação de membranas celulares e na osmorregulação (Lèger *et al.*, 1987; Chim *et al.*, 2001; Palácios *et al.*, 2004). Uma das vantagens de se ter pós-larvas maiores ao final da larvicultura é que estes animais serão também mais tolerantes às possíveis variações nas variáveis ambientais, ou seja, melhor preparadas para suportar a transferência para a fase de engorda.

Vários autores (Tackaert *et al.*, 1992; Samocha *et al.*, 1998; Cavalli *et al.*, 2000; Chim *et al.*, 2001; Pontes & Andreatta, 2003; Álvarez *et al.*, 2004; Palacios & Racotta, 2005; Martins *et al.*, 2006) vem utilizando testes de estresse como uma possível ferramenta para determinar a qualidade e a tolerância de larvas e juvenis de camarões a uma série de parâmetros físicos e químicos. Na maioria destes estudos tem-se observado uma maior tolerância a fatores estressantes nos animais alimentados com dietas ricas em n-3 HUFA. Por exemplo, Tackaert *et al.* (1992) verificaram que, quando expostas à diferentes salinidades, pós-larvas de *P. monodon* alimentadas com *Artemia* enriquecida com n-3 HUFA apresentaram uma sobrevivência maior do que larvas alimentadas com *Artemia* não enriquecida. Chim *et al.* (2001) forneceram uma dieta com altos níveis de n-3 HUFA para juvenis de *Litopenaeus stylirostris* e obtiveram uma sobrevivência e tolerância à salinidade superior aos demais tratamentos. De modo similar, no presente estudo o fornecimento de *Artemia* enriquecida com n-3 HUFA resultou no aumento da tolerância a salinidade em pós-larvas de *F. paulensis*, o que não foi observado em

estudos anteriores com a mesma espécie (Pontes & Andreatta, 2003; Martins *et al.*, 2006).

Assim como a resposta ao estresse à salinidade, a tolerância à amônia foi significativamente maior nas pós-larvas alimentadas com *Artemia* enriquecida com n-3 HUFA. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Cavalli *et al.* (2000) e Martins *et al.* (2006), os quais encontraram que o fornecimento de *Artemia* com níveis relativamente maiores de n-3 HUFA aumentava a tolerância à amônia de pós-larvas do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* e de *F. paulensis*, respectivamente.

Apesar dos testes de estresse serem comumente usados como medida de qualidade das pós-larvas produzidas em laboratório, até o momento poucos estudos relacionaram os resultados destes testes com o desempenho posterior destes camarões, como, por exemplo, na fase da engorda. Embora Bauman & Jamandre (1990) tenham relatado que pós-larvas de *P. monodon* que passaram pelo teste de estresse a salinidade tiveram um desempenho superior em viveiros de engorda, estas observações não sofreram nenhuma espécie de tratamento estatístico. Recentemente, Alvarez *et al.* (2004) relataram uma relação direta entre o teste de estresse à salinidade e a sobrevivência de pós-larvas de *L. vannamei* durante a transferência para estruturas de engorda. Estes autores, porém, não detectaram nenhuma relação entre os testes de estresse e o crescimento posterior dos camarões. Os resultados do presente estudo sugerem a existência de uma possível relação entre a sobrevivência nos testes de estresse (salinidade e amônia) com o crescimento na fase de berçário.

Da mesma forma que em outros estudos (Rees *et al.*, 1994; Cavalli *et al.*, 2000; Pontes & Andreatta, 2003; Martins *et al.*, 2006), a utilização de uma emulsão rica em n-3 HUFA resultou no aumento significativo nos níveis destes ácidos graxos na *Artemia*, particularmente EPA e DHA. Por sua vez, o fornecimento desta *Artemia* rica em n-3 HUFA se refletiu diretamente na composição dos ácidos graxos das pós-larvas, as quais continham níveis mais elevados de EPA e DHA. Como consequência disso, estas pós-larvas apresentaram uma maior tolerância ao estresse. Chim *et al.* (2001) sugeriram que camarões alimentados com dietas ricas em n-3 HUFA têm aumentada a resistência das suas membranas celulares, o que incrementaria a tolerância das larvas a choques abruptos de salinidade. O efeito benéfico dos n-3 HUFA sobre a tolerância à salinidade pode estar também relacionado à modificação da composição de ácidos graxos da membrana das brânquias, a qual, por sua vez, aumentaria a capacidade osmoregulatória destes camarões (Palácios *et al.*, 2004).

A salinidade e a temperatura no local onde se realizou o berçário se mantiveram dentro de níveis aceitáveis para a espécie, confirmando o observado por outros autores (Marchiori *et al.*, 1982; Wasielesky, 2000; Ballester *et al.*, 2003; Vaz *et al.*, 2004; Preto *et al.*, 2005). Em virtude disso, a sobrevivência no berçário não se diferenciou significativamente entre os tratamentos. Ao final do berçário, porém, os camarões alimentados com *Artemia* enriquecida continuavam apresentando um maior peso em relação ao tratamento controle, provavelmente um reflexo da alimentação fornecida durante a larvicultura. Estes resultados, portanto, indicam que o fornecimento de *Artemia* enriquecida com n-3 HUFA durante a larvicultura não afetou diretamente o crescimento na fase de berçário. Entretanto, as PL alimentadas com *Artemia* enriquecida, que eram significativamente maiores no início do berçário, mantiveram essa diferença de peso ao final dos 30 dias de cultivo.

Estudos com o camarão *Fenneropenaeus chinensis* evidenciaram que períodos de restrição alimentar (Wu & Dong, 2001; 2002a) ou até mesmo o fornecimento de níveis relativamente menores de proteína na dieta (Wu & Dong, 2002b) afetavam o crescimento, mas, quando estes camarões voltavam a ser alimentados ou a receber dietas com maiores níveis de proteína, observaram-se taxas de crescimento maiores que a de um grupo controle. Este fenômeno é conhecido como “ganho de peso compensatório”. No presente estudo, não foi observado a ocorrência do ganho compensatório, pois apesar das pós-larvas alimentadas com *Artemia* não enriquecida terem um peso comparativamente menor no início da fase de berçário, esta diferença permaneceu ao longo dos 30 dias de cultivo.

Como mencionado anteriormente, em larviculturas comerciais de camarões peneídeos, além da utilização da *Artemia* como organismo-alimento, é prática comum à utilização de várias espécies de microalgas e de microdietas desenvolvidas especificamente para larvas de peneídeos (Jones *et al.*, 1993; Barbieri & Ostrensky, 2001), sendo que normalmente estes alimentos contam com bons níveis de n-3 HUFA na sua composição (Jones *et al.*, 1993; Lavens & Sorgeloos, 1996). Assim, além do enriquecimento de *Artemia* com n-3 HUFA, alternativas de suplementação de n-3 HUFA às larvas de camarões peneídeos estão disponíveis.

Com base nos resultados do presente estudo, pode-se concluir que o fornecimento de n-3 HUFA através do enriquecimento de *Artemia* incrementou a tolerância a fatores ambientais e o crescimento das pós-larvas de *F. paulensis*. Estes resultados confirmam estudos anteriores com esta e outras espécies de peneídeos. Adicionalmente, foi

comprovado experimentalmente que níveis comparativamente mais altos de n-3 HUFA resultaram em pós-larvas maiores ao final da larvicultura. Este maior tamanho permaneceu após os trinta dias de duração da fase de berçário, sendo observado assim um efeito de longo prazo sobre o crescimento dos camarões.

REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ, A L.; RACOTTA, I. S.; ARJONA, O.; PALACIOS E. 2004. Salinity stress test as a predictor of survival during growout in pacific white shrimp. *Aquaculture*, **237**: 237-249.
- ANDREATTA, E. R. 1999. *Repovoamento de lagoas costeiras em Santa Catarina: produção de pós-larvas e estimativa de recaptura do camarão rosa, Farfantepenaeus paulensis (Decapoda, Penaeidae)*. 1999. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
- BALLESTER, E. L. C.; WASIELESKY, W. J.; CAVALLI, R. O.; SANTOS, M. H. S.; ABREU, P. C. 2003. Influência do biofilme no crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em sistemas de berçário. *Atlântica*, Rio Grande, **25**: 117-122.
- BARBIERI, R.C.J. & OSTRENSKY, A.N. 2001. Camarões marinhos – Reprodução, maturação e larvicultura. Viçosa, Brasil: Aprenda Fácil Editora.
- BAUMAN, R.H., JAMANDRE, D.R. 1990. A practical method for determining quality of *Penaeus monodon* Fabricius fry for stocking in grow-out ponds. In: NEW, M.B., SARAM, H., SINGH, T. Eds., Technical and economic aspects of shrimp farming. Proceedings of the Aquatech '90 Conference, 11–14 June 1990, Kuala Lumpur, Malásia. INFOFISH, pp. 124–137.
- BENDSCHNEIDER, K. & ROBINSON, R.J. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in seawater. *Journal of Marine Research*, **11**: 87-96.
- BENGTSON, D. A.; LÈGER, P.; SORGELLOS, P. 1991. Use of *Artemia* as a food source for aquaculture. In: CRC Press Inc. Editor. *Artemia Biology*, **3**: 255-285.
- CAVALLI, R.O.; BERGHE, E.V.; LAVENS, P.; THUY, N.T.T.; WILLE, M. & SORGELLOS, P. 2000. Ammonia toxicity as a criterion for the evaluation of larval quality in the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **125**: 333-343.
- CAVALLI, R.O.; WASIELESKY, W. & MARINS, L.F. 2006. Cultivo artesanal de camarão na Lagoa dos Patos, RS: apoio a sustentabilidade através da intensificação do uso da diversidade local. In: Walter de Boef; M. Thijssen; Juliana Bernardi Ogliari; B. Sthapit (Eds.), Estratégias participativas de manejo da agrobiodiversidade, Florianópolis, SC, NeaBio-UFSC, p. 239-248.

- CHIM, L.; LEMAIRE, P.; DELAPORTE, M.; MOULLAC, G.L.; GALOIS, R. & MARTIN, J. L. M. 2001. Could a diet enriched with n-3 highly unsaturated fatty acids be considered a promising way to enhance the immune defences and the resistance of *Penaeid* prawns to environmental stress? *Aquaculture Research*, 32: 91-94.
- D'INCAO, F. 1995. Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos dos Dendrobranchiata (Crustacea Decapoda) do Brasil e Atlântico Ocidental. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- FOLCH, J.; LEES, M. & STANLEY, G.H.S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, **266**: 497-509.
- GREENBERG, A.E.; CLESCERI, L.S. & EATON, A.D. 1992 Standard Methods for the examination of water and wastewater (18th Ed.). Washington, USA: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation.
- HAMILTON, M.A.; RUSSO, R.S.; THURSTON, R.V., 1977. Trimmed Spearman Karber Method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environmental Science Technology*, **11**: 714-719.
- JONES, D.A.; KAMARUDIN, M.S.; LE VAY, L. 1993. The potential for replacement of live feeds in larval culture. *Journal World Aquaculture Society*, **24**(2): 199-210.
- KONTARA, E.K.; LAVENS, P.; SORGeloos, P. 1995. Dietary effects of DHA/EPA on culture performance and fatty acid composition of *Penaeus monodon* postlarvae. In: Proceedings-Larvi'95-Fish & Shellfish Larviculture Symposium. P.Lavens, E. Jaspers, & I. Roelants (Eds). European Aquaculture Society, Special Publication N°24, Gent, Belgium.
- LAVENS, P. & SORGeloos, P. 1996. Manual on the production and use of live feeds in aquaculture. *FAO Fisheries Technical Paper*. n°361. Rome, FAO. 295p.
- LÉGER, P.; BENGTON, D. A.; SIMPSON, K. L.; SORGeloos, P., 1986. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Ocean. Mar. Biol.*, **24**: 521-623.
- LÉGER, P.; BENGTON, D. A.; SORGeloos, P.; SIMPSON, K. L.; BECK, A.D. 1987. Requirements of food for larval organisms. *Artemia research and its Applications*. v. 3

- LÉGER, PH. & SORGELOOS, P. 1992. Optimized feeding regimes in shrimp hatcheries. *In: Fast, A.W. & Lester, J.L., editors. Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Elsevier, Amsterdam. p 225-244.*
- MARCHIORI, M.A 1982. Observations of some ecological parameters to assess the suitability to aquaculture of estuarine inlet in the Patos Lagoon, Rio Grande – Brazil. *Revista Atlântica*, **5**: 77.
- MARCHIORI, M.A. 1996. Guia Ilustrado de Maturação e Larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967).Rio Grande: Ed.Furg.
- MARCHIORI, M.A & CAVALLI, R.O. 1993. Maturação em escala comercial de *Penaeus paulensis* em sistemas de recirculação semi-fechado. *In: IV Simpósio Brasileiro de Cultivo de Camarão*, João Pessoa, PB. Anais... p. 385-398.
- MARTINS, TG; CAVALLI, RO; MARTINO, RC; REZENDE, CEM, WASIELESKY, W JR. 2006. Larviculture output and stress tolerance of *Farfantepenaeus paulensis* postlarvae fed *Artemia* containing different fatty acids. *Aquaculture*, **252**: 525-533.
- MERCHIE, G.; LAVENS, P.; RADULL, J.; NELIS, H.; DE LEENHEER, A. & SORGELOOS, P., 1995. Evaluation of vitamin C-enriched *Artemia* nauplii for larvae of the giant freshwater prawn. *Aquaculture International*, **3**: 355-363.
- METCALFE, A. P. & SCHMITZ, A.A. 1961. The rapid preparation of fatty acids for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, **33**: 363- 364.
- OSTRENSKY, A. & POERSCH, L.H., 1993. Toxicidade aguda do nitrito na larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967). *Nerítica*, **7 (1-2)**: 101-107.
- PALACIOS, E.; BONILLA, A.; PÉREZ, A.; RACOTTA, I. S.; CIVERA, R. 2004. Influence of highly unsaturated fatty acids on the responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae to low salinity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **299**: 201-215.
- PALACIOS, E. & RACOTTA, I.S. 2005. Salinity stress response in shrimp postlarvae: relation to further performance and physiological basis. European Aquaculture Society, Special Publication (n. 36).
- PEIXOTO, S.; WASIELESKY, W.JR. & LOUZADA, L.JR. 2003. Comparative analysis of pink shrimp, *Farfantepenaeus paulensis*, and pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, culture in extreme Southern Brazil. *Journal of Applied Aquaculture*, **14 (1/2)**: 101-111.

- PONTES, C.S. & ANDREATTA, E.R. 2003. Efeito da oferta de náuplios de *Artemia franciscana* Enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados sobre o desenvolvimento de pós-larvas do camarão marinho *Farfantepenaeus paulensis*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **32**, (n.6): 1544-1550.
- PRETO, A.L.; CAVALLI, R.; PISSETTI, T.; ABREU, P.C.; WASIELESKY, WJ. 2005. Efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivadas em gaiolas. *Ciência Rural*, **35**, (n.6): 1417-1423.
- REES, J.F.; CURÉ, K.; PIYATIRATITIVORAKUL, S.; SORGeloos, P. & MENASVETA, P., 1994. Highly unsaturated fatty acid requirement of *Penaeus monodon* postlarvae: an experimental approach based on *Artemia* enrichment. *Aquaculture*, **122**:193-207.
- ROCHA, I. P.; ARRAIS FILHO, E. A.; FREITAS, C. M. C. & MARTINS M. M. R. 1989. Considerações sobre a carcinicultura brasileira. In: Simpósio Brasileiro sobre o cultivo de camarão, 3, João Pessoa, 1989. Anais. p. 287 – 314.
- ROUBACH, R.; CORREIA, E.; ZAIDEN, S.; MARTINO, R.C. & CAVALLI, R.O. 2003. Aquaculture in Brazil. *World Aquaculture*, V.34, N°1.
- SAMOCHA, T.M.; GUAJARDO, H.; LAWRENCE, A.L.; CASTILLE, F.L.; SPEED, M.; McKEE, D.A. & PAGE, K.I. 1998. A simple stress test for *Penaeus vannamei* post-larvae. *Aquaculture*, **165**:233-242
- TACKAERT, W.; ABELIN, P.; LÈGER, P.; SORGeloos, P., 1992. Stress resistance as a criterium to evaluate quality of postlarval shrimp reared under different feeding procedures. In ABCC, editors. Proceedings III Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarão. João Pessoa, Brasil.393- 403.
- TACON, A.G.J.1987. The nutrition and feedings of farmed fish and shrimp- A training manual. 1. The essential nutrients. *FAO Field document*, FAO, Brasilia, Brasil.
- TSUZUKI, MY, S ZIMMERMANN, RO CAVALLI, & MA MARCHIORI, 1993. A utilização de anéis de silicone como identificadores de camarões. In: IV Simpósio Brasileiro de Cultivo de Camarão, João Pessoa. Anais... p.603-615
- TSUZUKI, M. Y; CAVALLI, R.O. & BIANCHINI, A. 2000. The effects of temperature, age and acclimation to salinity on the survival of *Farfantepenaeus paulensis* postlarvae. *Journal World Aquaculture Society*, Vol.31, N° 3 : 459-468.
- UNESCO, 1983. Chemical methods for use in marine enviromental monitoring. Intergovernmental Oceanographic Commission Manual and Guides 12.

- VAZ, L. J.; WASIELESKY, W. J.; CAVALLI, R. O.; PEIXOTO, S.; SANTOS, M. H. S.; BALLESTER, E. 2004. Growth and survival of pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) postlarvae in cages and pen enclosures. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, v.61 n.3, p.332-335.
- WASIELESKY, W. J. 2000. Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: efeitos dos parâmetros ambientais. Tese de doutorado. Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS.
- WASIELESKY, W. J.; MARCHIORI, M. A. & SANTOS, M. H. S. 1994. Efeito da amônia no crescimento de pós-larvas do camarão-rosa, *Penaeus paulensis*, Perez – Farfante, 1967 (Decapoda: Penaeidae). *Nauplius*, **2** : 99-105.
- WU, L. & DONG, S. 2001. The effects of repetitive 'starvation and refeeding' cycles on the compensatory growth response in Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis* (Osbeck, 1765) (Decapoda, Penaeidae). *Crustaceana*, **74**: 1225-1239.
- WU, L. & DONG, S. 2002a. Compensatory growth responses in juvenile Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*, at different temperatures. *Journal of Crustacean Biology*. **22** : 511-520.
- WU, L. & DONG, S. 2002b. Effects of protein restriction with subsequent realimentation on growth performance of juvenile Chinese shrimp (*Fenneropenaeus chinensis*) *Aquaculture*, **210**: 343-358.