

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

PRODUÇÃO E TRANSPORTE DO CAMARÃO - ROSA
Farfantepenaeus brasiliensis PARA A PESCA
AMADORA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL?

LUCIANO JENSEN VAZ

SÃO CARLOS

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

PRODUÇÃO E TRANSPORTE DO CAMARÃO - ROSA
Farfantepenaeus brasiliensis PARA A PESCA
AMADORA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL?

Luciano Jensen Vaz

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Orientador: Dr. José Roberto Verani

SÃO CARLOS

2012

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar

V393pt

Vaz, Luciano Jensen.

Produção e transporte do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* para a pesca amadora : uma alternativa sustentável? / Luciano Jensen Vaz. -- São Carlos : UFSCar, 2012.

133 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Aquicultura. 2. Carcinocultura. 3. Pesca com isca viva.
4. *Farfantepenaeus brasiliensis*. I. Título.

CDD: 639.8 (20^a)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Relatório de Defesa de Tese
Candidato: Luciano Jensen Vaz

Aos 30/05/2012, às 08:30, realizou-se na Universidade Federal de São Carlos, nas formas e termos do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, a defesa de tese de doutorado sob o título: PRODUÇÃO E TRANSPORTE DO CAMARÃO-ROSA FARFANTEPENAEUS BRASILIENSIS PARA A PESCA AMADORA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL?, apresentada pelo candidato Luciano Jensen Vaz. Ao final dos trabalhos, a banca examinadora reuniu-se em sessão reservada para o julgamento, tendo os membros chegado ao seguinte resultado:

Table with 4 columns: Participantes da Banca, Função, Instituição, and Conceito. Lists members like Prof. Dr. José Roberto Verani, Profa. Dra. Odete Rocha, Prof. Dr. Nivaldo Nordi, Prof. Dr. Wilson Francisco Britto Wasielesky Junior, and Profa. Dra. Evelise Nunes Fragoso de Moura with their respective roles and institutions.

Resultado Final: Aprovado

Parecer da Comissão Julgadora*:

Aprovado com Distinção e Loure.

Encerrada a sessão reservada, o presidente informou ao público presente o resultado. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada e, para constar, eu, João Augusto da Silva Affonso, representante do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, lavrei o presente relatório, assinado por mim e pelos membros da banca examinadora.

Signatures of Prof. Dr. José Roberto Verani, Profa. Dra. Odete Rocha, Prof. Dr. Nivaldo Nordi, Prof. Dr. Wilson Francisco Britto Wasielesky Junior, Profa. Dra. Evelise Nunes Fragoso de Moura, and Representante do PPG: João Augusto da Silva Affonso.

[X] Não houve alteração no título da tese () Houve. O novo título passa a ser:

*Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório. Para gozar dos direitos do título de Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, o candidato ainda precisa ter sua tese homologada pelo Conselho de Pós-Graduação da UFSCar.

Dedico este trabalho aos meus pais,
irmãos e amigos pelo apoio e incentivo
ao longo desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a toda minha família, especialmente aos meus pais, Jytte Lykke Jensen e Vitor Daniel Vaz, pelo apoio, carinho, incentivo e por acreditarem que eu poderia realizar este sonho.

À minha namorada, Michelle, pelo apoio, carinho e principalmente pela companhia nestes últimos anos de doutorado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Roberto Verani pela orientação e pelo voto de confiança.

Ao Prof. Dr. Wilson Wasielesky Jr. pela amizade, companheirismo e orientação ao longo destes vários anos de convivência durante a graduação, mestrado e doutorado. Valeu Mano!

Aos professores Dr. Luís Henrique Poersch e Luciano Garcia pela amizade e apoio para a realização desta tese.

Aos membros da banca examinadora pela participação e pelas críticas e sugestões que contribuíram para a melhoria deste trabalho.

Aos professores e colegas dos Programas de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (UFSCar) e do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura (FURG) pelos ensinamentos e contribuições para a realização desta tese.

Aos pesquisadores do Instituto de Pesca, Jocemar Tomasino Mendonça e Ingrid Cabral Machado, pelo apoio e confiança ao longo dos anos de projeto “Isca Viva” em Cananéia.

À Thais, Fernando, Gabizinha e Mayra pelos momentos inesquecíveis em Cananéia e pelo incentivo para a realização do Doutorado.

Aos funcionários e colegas da Estação Marinha de Aquicultura (EMA-FURG) pelo carinho, amizade e pelas inestimáveis colaborações durante a realização dos experimentos além das sugestões e correções na realização deste trabalho.

À TODOS MUITO OBRIGADO!!!!

RESUMO

Além de popular e crescente no mundo todo, a pesca amadora é considerada uma importante atividade recreativa, econômica e social que movimentada uma ampla cadeia produtiva gerando emprego e renda. As principais espécies de camarões marinhos nativos da costa brasileira utilizados como isca viva na pesca amadora são: o camarão-branco *Litopenaeus schmitti* e os camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis*, todas incluídas na lista de espécies sobre-explotadas. Embora os camarões sejam capturados em estuários ao longo de todo o ano, o principal período de captura ocorre nos meses de verão. Este fato produz flutuações significativas na captura ao longo do ano, ocorrendo situações em que as capturas diminuem muito. Em vista destes fatos, o cultivo de camarões para produção de iscas vivas pode vir a ser um importante instrumento para a conservação e para regulação do mercado de isca viva. Portanto, os estudos que compõem esta tese foram direcionados para a produção do camarão-rosa *F. brasiliensis* em sistema de bioflocos e para estudos de manejo relacionados ao transporte destes camarões como isca viva. A partir dos resultados observados na tese, pode se verificar que já existe uma metodologia bem estabelecida para a produção de pós-larvas de *F. brasiliensis* não sendo esta fase um obstáculo para a produção de isca viva. Além disso, os resultados mostraram que *F. brasiliensis* apresenta um potencial para o cultivo em sistema de bioflocos podendo ser cultivado na densidade de estocagem de até 100 camarões/m² durante a fase de berçário e até 75 camarões/m² durante a fase de engorda. Por último, observou-se que para o transporte de *F. brasiliensis* a temperatura da água deve estar entre 16 e 19 °C e a densidade de estocagem não deve ultrapassar os 3 camarões/L ou (16,5 g/L), sendo recomendado o transporte por no máximo 10 horas para evitar mortalidades. Portanto, de acordo com os dados obtidos na presente tese, a produção de pós-larvas, o cultivo em sistema de bioflocos e o transporte de *F. brasiliensis* para a comercialização na forma de isca viva para suprir as necessidades da pesca amadora demonstrou ser tecnicamente viável.

Palavras-chave: isca-viva, bioflocos, crescimento, sobrevivência, densidade de estocagem.

ABSTRACT

As well as being popular and growing worldwide, sport fisheries are considered an important recreational, economic and social activity that propels a wide production chain and generates employment and income. The major species of marine shrimp used as live bait in the Brazilian coast used as live bait in sport fishing are: white shrimp *Litopenaeus schmitti* and pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* and *Farfantepenaeus paulensis*, all of them included in the list of overexploited species. Although the shrimp are caught in estuaries throughout the year, the main period of capture occurs in the summer months. This fact produces significant fluctuations in the catch throughout the year, occurring in situations that greatly reduced catches. In view of these facts, the cultivation of shrimps for bait production could become an important tool for conservation and regulation of the market for live bait. Thus, the studies that comprise this thesis were directed to the production of pink shrimp *F. brasiliensis* in biofloc system and management studies related to transportation of shrimp as live bait. From the results observed in thesis, it was observed that there is already a well established method for the production of post-larvae of *F. brasiliensis* this phase is not an obstacle for the production of live bait. Furthermore, the results show that *F. brasiliensis* has a potential for the cultivation in biofloc system and can be reared in a stocking density of up to 100 shrimp/m² during the nursery stage and in a density of up to 75 shrimp/m² during the grow-out phase. Finally, it was observed that for the transport of *F. brasiliensis* the water temperature should be between 16 and 19 °C and stocking density should not exceed 3 shrimp / L or (16.5 g / L), the transport is recommended for a maximum of 10 hours to prevent mortality. Therefore, according to all data obtained in this thesis, post-larvae production, cultivation in biofloc system and transportation of *F. brasiliensis* to be used as live bait proved to be technically viable solutions to meet the needs of sport fisheries.

Key words: live bait, biofloc, grow-out, survival, stocking density

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	pg. 01
➤ Referências.....	pg. 14
OBJETIVOS	pg. 20
CAPITULO I - Obtenção de reprodutores de <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> e produção de pós-larvas em laboratório	pg. 21
➤ Captura e Transporte de Reprodutores.....	pg. 25
➤ Setor de Maturação.....	pg. 31
➤ Setor de Desova e Incubação.....	pg. 35
➤ Larvicultura.....	pg. 38
➤ Referências.....	pg. 43
CAPITULO II - Berçário de <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> em sistema de bioflocos: densidade de estocagem e alimentação	pg. 49
➤ Resumo e Abstract.....	pg. 50
➤ Introdução.....	pg. 51
➤ Material e Métodos.....	pg. 52
➤ Resultados e Discussão.....	pg. 55
➤ Conclusões.....	pg. 59
➤ Agradecimentos.....	pg. 59
➤ Referências.....	pg. 60
CAPITULO III - Produção do camarão <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> para isca viva em sistema de bioflocos: efeito da densidade de estocagem	pg. 66
➤ Abstract e Resumo.....	pg. 67
➤ Introdução.....	pg. 68
➤ Material e Métodos.....	pg. 70
➤ Resultados.....	pg. 72
➤ Discussão.....	pg. 73
➤ Agradecimentos.....	pg. 76
➤ Referências.....	pg. 77

CAPITULO IV - Efeito da densidade de estocagem no transporte de juvenis de <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> (CRUSTÁCEA:DECAPODA) utilizados como isca viva na pesca amadora.....	pg. 83
➤ Abstract e Resumo.....	pg. 84
➤ Introdução.....	pg. 85
➤ Material e Métodos.....	pg. 87
➤ Resultados.....	pg. 89
➤ Discussão.....	pg. 92
➤ Agradecimentos.....	pg. 99
➤ Referências.....	pg. 100
CAPITULO V - Efeito da temperatura da água no transporte de juvenis de <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> utilizados como isca viva na pesca amadora.....	pg. 108
➤ Abstract e Resumo.....	pg. 109
➤ Introdução.....	pg. 110
➤ Material e Métodos.....	pg. 112
➤ Resultados.....	pg. 114
➤ Discussão.....	pg. 117
➤ Agradecimentos.....	Pg. 124
➤ Referências.....	pg. 125
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	pg. 130

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

- Figura I** – Camarões adultos. A) *Litopenaeus schmitti*, B) *Farfantepenaeus paulensis* e C) *Farfantepenaeus brasiliensis*..... **pg. 5**
- Figura II** - Arte de pesca para a captura de camarões conhecida como gerival. **pg. 6**
- Figura III** - Cultivo de camarões da espécie *Farfantepenaeus brasiliensis* na comunidade de Porto Cubatão-Cananéia (momento da despesca e comercialização)..... **pg. 11**

CAPITULO I

- Figura 1.1** - Reprodutores (fêmeas) de *Farfantepenaeus paulensis* (A) e *F. brasiliensis* (B)..... **pg. 23**
- Figura 1.2** - Captura de reprodutores de *Farfantepenaeus paulensis* e *F. brasiliensis* em águas profundas (35-60 m) na região costeira de Itajaí, SC..... **pg. 26**
- Figura 1.3** - Procedimento de verificação das condições dos camarões e renovação de água..... **pg. 27**
- Figura 1.4** - Transporte em caixas de isopor com aeração mecânica (bombas de ar movidas à pilha)..... **pg. 29**
- Figura 1.5** - Transporte de camarões em caixas de transporte com utilização de oxigênio puro..... **pg. 29**
- Figura 1.6** - Setor de maturação da Estação Marinha de Aquicultura-Universidade Federal do Rio Grande..... **pg. 32**
- Figura 1.7** - Fêmea madura de *Farfantepenaeus brasiliensis*, indicado pela coloração verde-escuro de sua gônada vista através do seu cefalotórax e abdome (A) e após processo de extração da carapaça (B)..... **pg. 34**
- Figura 1.8** - Aspecto externo do desenvolvimento gonadal no abdome de fêmea de *Farfantepenaeus paulensis*..... **pg. 35**
- Figura 1.9** - Setor de desova e incubação da Estação Marinha de Aquicultura-Universidade Federal do Rio Grande..... **pg. 36**

Figura 1.10 - Exemplo de ovo fertilizado (A) e não fertilizado (B) de <i>Farfantepenaeus paulensis</i>	pg. 36
Figura 1.11 - Sala de larvicultura da Estação Marinha de Aquicultura-Universidade Federal do Rio Grande.....	pg. 38
Figura 1.12 - Sala de produção de microalgas (cepário) (A) e sala de produção de artêmia (B) da Estação Marinha de Aquicultura-Universidade Federal do Rio Grande.....	pg. 39
Figura 1.13 - Representação das quatro fases larvais de peneídeos: <i>nauplius</i> (a), <i>protozoa</i> (b), <i>mysis</i> (c) e pós-larva (d).....	pg. 40
CAPITULO IV	
Figura 4.1 - Variação da concentração média de oxigênio dissolvido (A), alcalinidade (B), amônia total (C), dióxido de carbono dissolvido (D) e pH (E) na água de transporte nos diferentes tratamentos ao longo do tempo.....	pg. 107
CAPITULO V	
Figura 5.1 - Variação da concentração média do pH (A), alcalinidade (B), dióxido de carbono dissolvido (C), amônia total (D) e oxigênio dissolvido (E) na água de transporte de <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> nas diferentes temperaturas ao longo do estudo.....	pg. 116

LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO

Tabela I. Número de camarões comercializados na forma de isca viva ao longo do ano de 2007 nas marinas dos municípios de Cananéia, Ilha Comprida e Iguape..... **pg. 8**

Tabela II. Número de camarões comercializados na forma de isca viva para a pesca amadora nas marinas dos municípios de Cananéia, Ilha comprida e Iguape entre os anos de 2005 e 2010 (entre parênteses valores percentuais de contribuição de cada município ao total capturado no ano)..... **pg. 9**

CAPITULO II

Tabela 2.1. Composição básica da ração comercial utilizada na alimentação de *Farfantepenaeus brasiliensis* durante o experimento (dados do fabricante)..... **pg. 64**

Tabela 2.2. Composição centesimal (média \pm desvio padrão) do rejeito de pesca (siri) utilizado na alimentação de *Farfantepenaeus brasiliensis* durante o experimento (Santos, 2003)..... **pg. 64**

Tabela 2.3. Variáveis físico e químicas da água de cultivo (média \pm desvio padrão) ao longo do período experimental e literatura..... **pg. 64**

Tabela 2.4. Valores (média \pm desvio padrão) do peso dos camarões ao longo do experimento e sobrevivência final..... **pg. 65**

CAPITULO III

Tabela 3.1. - Parâmetros físicos e químicos da qualidade da água do cultivo em sistema de bioflocos monitorados durante os 60 dias do período experimental..... **pg. 72**

Tabela 3.2. - Valores (média \pm desvio padrão) do peso úmido dos camarões e da sobrevivência final de *Farfantepenaeus brasiliensis* cultivados em sistema de bioflocos em diferentes densidades de estocagem para a produção de isca viva..... **pg. 73**

CAPITULO IV

Tabela 4.1. Parâmetros da qualidade de água e sobrevivência nos diferentes tratamentos..... **pg. 106**

INTRODUÇÃO GERAL

A pesca é considerada uma das atividades mais antigas desenvolvidas pelo homem, que desde o final da pré-história já possuía instrumentos para auxiliarem na captura dos peixes (PEREIRA, 2002). No Brasil, a pesca praticada pelos índios é uma atividade anterior à chegada dos navegadores portugueses, onde peixes, crustáceos e moluscos eram parte importante de sua dieta. Os inúmeros sambaquis encontrados em sítios arqueológicos ao longo do litoral são testemunhos desta prática e atestam a importância que a atividade da pesca e coleta tinha para estes povos (DIEGUES, 1999).

Por definição, a pesca é toda operação, ação ou ato tendente a extrair, colher, apanhar, apreender ou capturar recursos pesqueiros, tanto em águas continentais, quanto em águas marinhas (BRASIL / MPA, 2010). O desenvolvimento da atividade pesqueira, com o passar do tempo, permitiu sua classificação em categorias segundo suas principais características:

- ✓ Pesca de subsistência: atividade de natureza não comercial, na qual o produto final destina-se ao consumo doméstico (alimentação familiar) ou escambo sem fins de lucro;
- ✓ Pesca artesanal: atividade comercial, praticada por pescador profissional, de forma autônoma ou em regime de economia familiar, com meios de produção próprios ou mediante contrato de parceria, desembarcado ou utilizando embarcações de pequeno porte;
- ✓ Pesca industrial: atividade comercial, praticada por pessoa física ou jurídica, envolvendo pescadores profissionais, empregados ou em regime de parceria por cotas-partes, utilizando embarcações de pequeno, médio ou grande porte;
- ✓ Pesca científica: atividade não comercial, praticada com a finalidade de pesquisa científica; e

- ✓ Pesca amadora: atividade não comercial, que se caracteriza por “hobby” ou esporte, onde o praticante não depende desta atividade para sobreviver, ou seja, a pesca é praticada como atividade lúdica, com objetivo de recreação.

Muito mais do que um modo de obtenção de alimento, a pesca tornou-se uma das atividades de lazer mais praticadas em todo o mundo (BASAGLIA & VIEIRA, 2005). O primeiro registro notificado de pesca como atividade de recreação data de 1496, quando foi publicado na Inglaterra o livro “Treatyse of Fysshynge wyth an Angle” cuja autoria é atribuída a Juliana Bernes. O livro inclui informações sobre locais de pesca, manufatura de varas e linhas de pesca, o uso de iscas naturais e também confecção e uso de iscas artificiais, além de conceitos conservacionistas (BRASIL / MPA, 2010).

No Brasil, o primeiro registro de pesca amadora foi relatado no ano de 1863 por Couto Magalhães em seu livro “Viagem ao Araguaia”, no qual o autor menciona à pesca não apenas como fonte de alimento, mas também como atividade de lazer e recreação. Já em 1934, o governo brasileiro através do Decreto nº 23.672 de 02 de janeiro de 1934, instituiu a obrigatoriedade de uma licença para a prática da pesca amadora, a proibição da comercialização do pescado capturado por amadores, bem como um registro especial no Serviço de Caça e Pesca para os clubes ou associações de pescadores amadores, iniciando assim, a regulamentação da atividade (BRASIL / MPA, 2010).

A atenção da gestão pública brasileira para a pesca amadora ficou evidente no ano de 1997 com a criação do Programa Nacional de Desenvolvimento da Pesca Amadora – (PNDPA) pelo Ministério do Esporte e do Turismo/EMBRATUR e Ministério do Meio Ambiente/IBAMA, que tem como principal objetivo a transformação da pesca amadora em um instrumento de desenvolvimento econômico, social e de conservação. Desta forma, tem atuado no sentido de fortalecer a pesca amadora como atividade importante para o turismo, o

comércio e a indústria, a conservação do meio ambiente e a manutenção da cultura e tradição das populações locais (BRASIL / MTur, 2010).

Em termos de políticas públicas, atualmente o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) é o órgão responsável pelo setor pesqueiro no País. De acordo com a Lei 11.958 de 29 de junho de 2009, compete ao MPA executar a política nacional pesqueira e aquícola. No que se refere à pesca amadora, destaca-se a competência pela concessão de licenças, permissões e autorizações para o exercício da atividade. Cabe ao MPA ainda, em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente, fixar as normas, critérios, padrões e medidas de ordenamento do uso sustentável dos recursos pesqueiros no Brasil (BRASIL / MTur, 2010).

A pesca amadora movimenta uma ampla cadeia produtiva constituída de muitos elos: agências de turismo, pousadas, piloteiros, isqueiros, fábricas e lojas de equipamentos para a pesca, entre outros, sendo sustentada pela atividade do pescador amador na exploração sustentável dos recursos pesqueiros. Assim, a atividade é capaz de gerar renda e postos de trabalho em diversos segmentos da economia, desde que esta ocorra de forma sustentável e com o adequado monitoramento e fiscalização.

Um exemplo desta cadeia produtiva, é a pesca amadora nos Estados Unidos da América (EUA). Segundo KEMPTHORNE *et al.* (2006), cerca de 30 milhões de norte-americanos aproveitaram as modalidades de pesca sem finalidade comercial no ano de 2008, movimentando um total de 42 bilhões de dólares investidos na prática da pesca amadora. FABRI (2006) relata que o turismo de pesca amadora no Brasil teve grande expansão desde o começo da década de 1990 e estima que existam aproximadamente 25 milhões de pescadores amadores no país.

Apesar do rápido desenvolvimento da pesca amadora no país nos últimos anos, esta ainda é pouco estudada, dificultando a formação de uma base de dados, que possa orientar as políticas públicas necessárias para o setor. Os poucos trabalhos desenvolvidos são na sua

maioria análises pontuais de algum município ou região (SOUZA, 2004; BASAGLIA & VIEIRA, 2005; CHIAPPANI, 2006; SCHORK *et al.* 2010) ou de algum segmento específico como o comércio de isca viva (MORAES & ESPINOZA, 2001; BECCATO, 2009).

Inicialmente evidenciado na região do Pantanal (MS), hoje o turismo de pesca se configura em uma realidade de norte a sul do território brasileiro. Os distintos ecossistemas, a diversidade de peixes, adicionado a belezas naturais, fazem do país um destino de pesca consolidado e bastante procurado por turistas de todo o mundo (BRASIL / MTur, 2010).

Ao longo da costa brasileira, o litoral sul de São Paulo é um exemplo de área que apresenta um grande potencial para a exploração do turismo de pesca. A região conta com diversas áreas institucionalmente protegidas, devido a sua relevância ambiental, importância como berçário de espécies marinhas e estuarinas, bem como áreas remanescentes de mata atlântica, dezenas de ilhas, a ocorrência de manguezais em bom estado de conservação, afluição de dezenas de pequenos rios não poluídos e uma ocupação humana relativamente escassa garantem os atributos naturais desta região (SMA-SP, 1990).

A pesca artesanal nos municípios de Cananéia, Ilha Comprida e Iguape, localizados no litoral sul de São Paulo, têm grande importância na economia local, não se restringindo apenas a uma atividade de subsistência (BRASIL/IBAMA/APA-CIP, 2003). Os cerca de cinco mil pescadores desta região utilizam diferentes artes de pesca e atuam, em sua maioria, de maneira autônoma com meios de produção própria, sozinhos ou com o auxílio da família (MENDONÇA & KATSURAGAWA, 2001; MENDONÇA, 2007). Dentre as diversas artes de pesca realizadas pelos pescadores artesanais da região, a captura de camarões para serem utilizados como isca viva é uma das mais recentes e também uma das mais lucrativas atividades realizadas na região (BECCATO, 2009).

As principais espécies de camarões capturadas para isca viva na região são: o camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) e os camarões-rosa

Farfantepenaeus brasiliensis (Latreille, 1817) e *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (**Figura I**) (CHAGAS-SOARES *et al.* 1995; MENDONÇA, 2007; BECCATO, 2009), estando as três incluídas na lista de espécies sobre-explotadas de acordo com a Instrução Normativa MMA N° 05, de 21 de maio de 2004. Ao longo da costa brasileira, juvenis destas espécies são capturados em áreas de berçários naturais por pequenas embarcações ou por redes de espera, enquanto a frota comercial pesca as populações adultas em mar aberto. Os crescimentos irrestritos tanto da frota industrial quanto da frota artesanal, somados à falta de fiscalização provocaram o colapso desses estoques (VALENTINI *et al.* 1991).



Figura I – Camarões adultos. A) *Litopenaeus schmitti*, B) *Farfantepenaeus paulensis* e C) *Farfantepenaeus brasiliensis*.

Estas três espécies de camarões marinhos apresentam seu ciclo de vida dividido em duas fases distintas: uma fase oceânica, marcada pela reprodução e desenvolvimento larval (estágios de *nauplius*, *protozoa*, *mysis* e pós-larva), e outra estuarina representada pelo crescimento do juvenil, que na região de Cananéia ocorre em períodos distintos ao longo do ano, alternando entre as espécies do camarão-rosa e o camarão-branco (CHAGAS-SOARES *et al.* 1995; GALLUCCI, 1996).

A captura do camarão branco (*L. schmitti*) ocorre principalmente durante o verão, e é realizada pelos pescadores artesanais durante o dia. Já os camarões rosa (*F. paulensis* e *F. brasiliensis*) a captura ocorre principalmente durante o inverno e no período da noite. O período do ano em que o recurso (seja ele o camarão-branco ou o camarão-rosa) é encontrado com facilidade pelos pescadores é chamado de “safra” e o período de maior dificuldade na captura é chamado de “escassez” (BECCATO, 2009).

De acordo com informações coletadas por BECCATO (2009) junto aos pescadores mais antigos de Cananéia, na década de 1960 os camarões eram pescados em grandes quantidades no estuário para a finalidade de consumo alimentar (subsistência) e seu excedente, para comercialização a quilo. A demanda por isca viva era pequena e destinava-se aos próprios pescadores artesanais e aos poucos turistas que possuíam casas de veraneio na região e que praticavam a pesca amadora. Nesta época, os pescadores artesanais utilizavam as redes de pesca denominadas de “corrico” (rede de deriva) e “picaré” (rede de arrasto) e utilizavam pequenas canoas a remo. Entre os anos de 1960 e 1970 surgiram as primeiras marinas na região, tornando mais frequente a procura por iscas vivas pelos pescadores amadores. Na década de 1980, com a introdução de uma nova arte de pesca na região, o “gerival” (**Figura II**), a pesca de camarão para isca viva intensificou-se e o número de pescadores que entraram para a atividade aumentou.



Figura II - Arte de pesca para a captura de camarões conhecida como gerival.

Segundo MENDONÇA (2007), o gerival consiste em uma rede em forma de cone, semelhante a uma tarrafa, mas modificada com estruturas que proporcionam o arrasto passivo durante o movimento de maré e a manutenção dos camarões vivos.

Embora, MOURÃO (2003) relate que a utilização do barco a motor na região tenha ocorrido na década de 1960 (embarcações de madeira com motor de centro), somente com a utilização de “voadeiras” (embarcações de alumínio com motores de popa), é que a atividade de captura de isca viva passou a ser desenvolvida ao longo de todo o ano nas diferentes regiões do estuário (BECCATO, 2009). Com as voadeiras, os pescadores de isca viva passaram a ter maior mobilidade no estuário para encontrar o recurso que se movimenta influenciado pelos ciclos da maré e pelas cheias dos rios (GALLUCCI, 1996). Com o uso destas embarcações, foi possível ainda a armazenagem dos camarões vivos embaixo dos bancos em estruturas chamadas de viveiros, os quais possuem orifícios que permitem a circulação de água enquanto o barco se movimenta, proporcionando um aumento da sobrevivência destes durante as viagens de pesca, que passaram a ser mais longas e com maior quantidade deste recurso capturado. De maneira geral, os pescadores acreditam que com a introdução do gerival e das voadeiras, a pesca de isca viva intensificou-se e por causa disto o recurso está diminuindo (BECCATO, 2009).

Embora os camarões sejam capturados no estuário ao longo de todo o ano, o principal período de recrutamento destes na costa paulista ocorre nos meses de janeiro e fevereiro, quando os camarões da espécie *L. schmitti* que entraram no estuário, na forma de pós-larvas, principalmente no mês de novembro, se tornam disponíveis aos petrechos da pesca artesanal (CHAGAS-SOARES *et al.* 1995). Este fato produz flutuações significativas na captura ao longo do ano, ocorrendo situações em que as capturas diminuem muito, acarretando a falta do produto no mercado, diminuindo assim o fluxo de pescadores amadores na região e também o rendimento dos pescadores de isca viva. Esta variação da captura pode ser observada nos

dados coletados pelo Instituto de Pesca - Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Sul, que monitora mensalmente a comercialização de camarão na forma de isca viva, nas marinas dos municípios de Cananéia, Ilha comprida e Iguape (**Tabela I**).

Tabela I - Número de camarões comercializados na forma de isca viva ao longo do ano de 2007 nas marinas dos municípios de Cananéia, Ilha Comprida e Iguape.

MESES DO ANO											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
CANANÉIA											
54.886	66.211	47.865	51.302	32.433	46.702	32.060	25.840	32.142	18.305	23.751	26.580
ILHA COMPRIDA											
16.610	22.940	11.430	16.370	13.350	11.790	13.020	2.360	7.390	7.980	11.350	16.990
IGUAPE											
12.500	4.950	15.180	14.480	9.270	17.500	18.040	4.700	12.000	9.400	16.200	10.000

Fonte: Instituto de Pesca - APTA - SAA, Núcleo do Litoral Sul.

Ainda observando os dados coletados pelo Instituto de Pesca - Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Sul, pode se observar na **Tabela II**, que a principal rota de comércio ocorre no município de Cananéia, correspondendo a aproximadamente 66 % das iscas comercializadas nos três municípios, no período de 2005 a 2010. Entretanto, estes números não refletem o total de camarões comercializados na região, visto que uma grande parte das iscas vivas capturadas pelos pescadores é comercializada diretamente aos turistas, sem a intermediação das marinas.

Segundo BECCATO (2009), na região de Cananéia, o preço de comercialização dos camarões para isca viva variam em função da abundância ou escassez do recurso, seguindo os princípios básicos da oferta e da procura, variando de R\$ 0,15 a R\$ 0,50 a unidade. Em média

uma embarcação com dois ou três pescadores amadores compram cerca de 150 a 250 camarões vivos por dia para a pesca no estuário. Já para a pesca no mar aberto, os pescadores costumam levar de 700 a 1.000 camarões, pois costumam passar a noite pescando no entorno da ilha do Bom Abrigo, município de Cananéia.

Tabela II - Número de camarões comercializados na forma de isca viva para a pesca amadora nas marinas dos municípios de Cananéia, Ilha comprida e Iguape entre os anos de 2005 e 2010 (entre parênteses valores percentuais de contribuição de cada município ao total capturado no ano).

Ano	Cananéia	Ilha Comprida	Iguape	Total
2005	188.532 (63,6 %)	41.360 (14,0 %)	66.160 (22,4 %)	296.052
2006	189.695 (50,5 %)	38.330 (10,2 %)	147.701 (39,3 %)	375.726
2007	458.077 (60,8 %)	151.580 (20,1 %)	144.220 (19,1 %)	753.877
2008	162.750 (49,9 %)	75.570 (23,2 %)	87.650 (26,9 %)	325.970
2009	693.499 (80,7 %)	61.140 (7,1 %)	104.550 (12,2 %)	859.189
2010	320.816 (67,4 %)	112.434 (23,6 %)	42.850 (9,0 %)	476.100
Média	335.562 (66,5 %)	80.069 (15 %)	98.855 (18,5 %)	534.486

Fonte: Instituto de Pesca - APTA - SAA, Núcleo do Litoral Sul.

A utilização de camarões como isca viva na costa paulista não se restringe apenas as regiões estuarinas onde estes são capturados com maior facilidade. Nas cidades litorâneas próximas as regiões com estuários, também é observado o comércio de camarões para isca viva, entretanto, o valor de comercialização aumenta de acordo com o aumento da distância em relação às regiões produtoras (estuários), com valores que podem chegar até R\$ 1,50 a unidade (SANCHES, *com. pess.*¹). Para abastecer estes mercados, são transportadas grandes quantidades de camarões, normalmente de forma precária, ocasionando muitas vezes, elevadas mortalidades.

¹ Dr. Eduardo Gomes Sanches, Pesquisador do Instituto de Pesca – Núcleo de Ubatuba

Em vista destes fatos, o cultivo de camarões para produção de iscas vivas pode vir a ser um importante instrumento para a conservação dos estoques naturais e regulação do mercado de isca viva na região, principalmente durante os meses de inverno, pois é nesta época do ano que os camarões se tornam mais escassos no estuário e apresentam maior valor de comercialização.

O cultivo de camarões é convencionalmente realizado em tanques ou viveiros com custos de instalação elevados, sendo uma atividade normalmente limitada a grandes produtores. Por outro lado, o cultivo em estruturas alternativas utiliza cercados ou tanques-redes (também chamados de jaulas ou gaiolas) em ambientes naturais, os quais apresentam custos reduzidos, permitindo que setores da população com menor poder aquisitivo, como os pescadores artesanais que vivem próximos a corpos d'água naturais, possam também produzir camarões (WASIELESKY, 2000). Outras vantagens do cultivo em tanques-redes e cercados são: o cultivo em áreas costeiras restritas onde não é possível a instalação de viveiros, o aproveitamento integral da produtividade natural do ambiente e, no caso de gaiolas, facilidade de manuseio da estrutura e também de despesca (BALLESTER, 2003). Segundo GENODEPA (1999), o cultivo de organismos aquáticos em estruturas alternativas preserva o ambiente ao mesmo tempo em que utiliza sua produtividade natural.

Desde 1994, diversos estudos foram realizados por pesquisadores na Estação Marinha de Aquicultura (EMA) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), localizada na praia do Cassino, município de Rio Grande – RS, com o objetivo de produzir camarões em sistemas de baixo custo e baixo impacto ambiental (tanques-redes e cercados) junto as comunidades de pescadores artesanais da região da Lagoa dos Patos, localizada na região sul do estado do Rio Grande do Sul (WASIELESKY *et al.* 1995; WASIELESKY, 1999; WASIELESKY *et al.* 2001; MEDVEDOVSKY, 2002; SANTOS, 2003; VAZ *et al.* 2004).

Esta tecnologia desenvolvida pelos pesquisadores da FURG foi recentemente adaptada pelo Instituto de Pesca-Núcleo do Litoral Sul, sediado no município de Cananéia, às condições ambientais e às espécies de camarões do litoral sul de São Paulo onde foram obtidos resultados bastante positivos nos anos de 2004 a 2007 (**Figura III**). Entretanto, com a publicação da Instrução Normativa MMA Nº 03, de 16 de abril de 2008, o cultivo de camarão foi proibido em unidades de conservação, incluindo as águas da união, inviabilizando assim, este tipo de cultivo junto às comunidades de pescadores artesanais que já estavam produzindo e comercializando os camarões regularmente.



Figura III - Cultivo de camarões da espécie *Farfantepenaeus brasiliensis* na comunidade de Porto Cubatão – Cananéia (momento da despesca e comercialização).

Como forma de se buscar uma alternativa a esta proibição, a utilização de novas tecnologias se faz necessária como, por exemplo, o cultivo de camarões em viveiros ou estufas utilizando sistemas sem renovação de água “ZEAH” (Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems) ou cultivo em meio aos bioflocos (*Biofloc Technology System* - BFT). Este novo sistema de produção, que pode ser realizado inclusive afastado das regiões costeiras, vem de encontro aos novos conceitos de uma aquicultura responsável e ambientalmente correta, pois é realizado praticamente sem renovação de água e com

aproveitamento dos microorganismos como alimento natural, o que reduz a utilização de ração (WASIELESKY *et al.* 2006).

Os benefícios deste sistema de cultivo ao meio ambiente são consideráveis quando comparados a produção de camarões tradicionalmente realizado em viveiros (com renovações diárias de água), apresentando uma eficiência 40 vezes maior no uso da água e 5 vezes maior no uso da terra (OTOSHI *et al.* 2007). Neste sistema através de uma forte aeração, macroagregados ou “flocos” são formados durante o ciclo de produção, sendo constituídos principalmente de microalgas, fezes, exoesqueletos, restos de organismos mortos, bactérias, protozoários, invertebrados entre outros (WASIELESKY *et al.* 2006). Os flocos podem contribuir para a nutrição dos camarões marinhos e manutenção da qualidade da água do cultivo, através da assimilação dos compostos nitrogenados gerados pela excreção e restos de alimento em decomposição, possibilitando que a mesma água seja reutilizada em diversos ciclos (AVNIMELECH, 2007). Este sistema de produção já vem sendo utilizado com sucesso no cultivo de camarões da espécie *Litopenaeus vannamei* em diversos países, inclusive no Brasil, entretanto, esta é uma espécie exótica no nosso litoral e tem sua comercialização proibida na forma de isca viva (Portaria nº 145-N, de 29 de outubro de 1998).

Alguns estudos começaram a ser desenvolvidos com as espécies *F. paulensis* e *F. brasiliensis* em sistemas de bioflocos (EMERENCIANO *et al.* 2007; FERREIRA, 2008; FÓES *et al.* 2011; LOPES *et al.* 2011; EMERENCIANO *et al.* 2012), entretanto, ainda são estudos pontuais e que não completaram um ciclo completo de produção, ou seja, não chegaram ao tamanho de comercialização.

Por tanto, tornam-se necessários estudos que colaborem para o desenvolvimento de um pacote tecnológico para a produção de isca viva a partir do cultivo de *F. brasiliensis* em sistema de bioflocos, o qual passa por diversas etapas, que vão desde a captura de reprodutores

e a produção de pós-larvas, passando pelo cultivo, até o transporte ao ponto de comercialização, de modo que este venha a contribuir para a estabilização do fornecimento de isca viva e a redução na pressão extrativista sobre os camarões juvenis capturados nas regiões estuarinas.

REFÊRENCIAS:

- AVNIMELECH, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**. vol. 264. p. 140-147.
- BALLESTER, E.L.C. 2003. Influência do biofilme na sobrevivência e crescimento de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivados em sistema de berçário no estuário da Lagoa dos Patos. Rio Grande: Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Dissertação de Mestrado em Aquicultura. 95 p.
- BASAGLIA, T.P. & VIEIRA, J.P. 2005. A pesca amadora recreativa de caniço na praia do cassino, RS: necessidade de informações ecológicas aliada à espécie alvo. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**. vol. 9. n°1. p. 25-29.
- BECATTO, M.A.B. 2009. A pesca de iscas vivas na região estuarino-lagunar de Cananéia/SP: análise dos aspectos sociais, econômicos e ambientais como subsídio ao manejo dos recursos e ordenamento da atividade. São Carlos: Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos. 175 p.
- BRASIL, INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA) / ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL CANANÉIA, IGUAPE, PERUÍBE (APA-CIP). 2003. Plano de gestão participativa para o uso dos recursos pesqueiros do Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, Iguape, Ilha Comprida e Área Adjacente. Iguape.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (MPA). 2010. Texto-base - I Encontro Nacional da Pesca Amadora: Construindo a Política da Pesca Amadora. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 27 p.

- BRASIL, MINISTÉRIO DO TURISMO (MTur). 2010. Turismo de Pesca: orientações básicas. / Ministério do Turismo, Secretaria Nacional de Políticas de Turismo, Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico, Coordenação Geral de Segmentação. – 2.ed. – Brasília, 58 p.
- CHAGAS-SOARES, F; PEREIRA, O.M. & SANTOS, E.P. 1995. Contribuição ao ciclo biológico de *Penaeus schmitti* (BURKENROAD, 1936), *Penaeus brasiliensis*, (LATREILLE, 1817) e *Penaeus paulensis* (PEREZ-FARFANTE, 1967), na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**. vol. 22. n° 1. p. 49-59.
- CHIAPPANI, L.H.B. 2006. Caracterização e avaliação da atividade de pesca amadora na praia de Camburi, Vitória-ES. Monografia de Graduação em Oceanografia. Universidade Federal do Espírito Santo. 51 p.
- DIEGUES, A.C. 1999. A sócio-antropologia das comunidades de pescadores marítimos no Brasil. **Etnográfica**, vol. 3. n° 2. p. 361-375.
- EMERENCIANO, M.G.C.; WASIELESKY, W.J.; SOARES, R.B.; BALLESTER, E.C.; IZEPP, E.M. & CAVALLI, R.O. 2007. Crescimento e sobrevivência do camarão rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. vol. 29. n° 1. p. 1-7.
- EMERENCIANO, M.G.C.; BALLESTER, E.L.C.; CAVALLI, R.O. & WASIELESKY, W.J. 2012. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). **Aquaculture Research**. vol. 43. p. 447-457.
- FABRI, J.B. 2006. Pesca. In: DACOSTA, L. (org.) **Atlas do Esporte no Brasil**. CONFEF, Rio de Janeiro, Cap. 10. p. 9-12.

- FERREIRA, L.M.H. 2008. Formação de flocos microbianos em cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e do camarão branco *Litopenaeus vannamei*. Dissertação de Mestrado em Aquicultura. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, RS, 57 p.
- FÓES, G.K.; FRÓES, C.; KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L.H. & WASIELESKY, W.J. 2011. Nursery of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in biofloc technology culture system: survival and growth at different stocking densities **Journal of Shellfish Research**. vol. 30. n°. 2. p. 367-373.
- GALLUCCI, R.R. 1996. Descrição e análise da pesca de camarão e fauna acompanhante, com o aparelho gerival, na região estuarino-lagunar de Cananéia - São Paulo-Brasil. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Biológica - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 106 p.
- GENODEPA, J.G. 1999. Pen culture of experiments of the mud crab *Scylla serrata* in mangrove areas. Proceedings of an international forum in Darwin, Australia. p. 216.
- KEMPTHORNE, D.; GUTIERREZ, C.M.; HALL, H.D.; GLASSMAN, C.A. & KINCANNON, C.L. 2006. National Survey of Fishing, Hunting, and Wildlife-Associated Recreation. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, and U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau, 168 p.
- LOPES, D.L.A.; BRAGA, A.L.; SUITA, S.M.; BUENO, C. & POERSCH, L.H. 2011. Growth of shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* produced in biofloc (BFT) technology in different storage densities during the initial growth period. In: WAS - World Aquaculture Society, 2011, NATAL. ABSTRACT OF WAS. p. 659.
- MEDVEDOVSKY, K.G. 2002. Efeito da densidade de estocagem sobre o crescimento e a sobrevivência do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante,1967)

- cultivado em gaiolas no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS. Monografia de Graduação. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul. 35 p.
- MENDONÇA, J.T. 2007. Gestão dos recursos pesqueiros do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo, Brasil. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. 383 p.
- MENDONÇA, J.T. & KATSURAGAWA, M. 2001. Caracterização da pesca artesanal no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil (1995-1996) – **Acta Scientiarum**. vol. 23. n° 2. p. 535-547.
- MORAES, A.S. & ESPINOZA, L.W. 2001. Captura e comercialização de iscas vivas em Corumbá, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal. **Boletim de Pesquisa Embrapa**. vol. 21. 37 p.
- MOURÃO, F.A.A. 2003. Os Pescadores do litoral sul de São Paulo: um estudo de sociologia diferencial. São Paulo: Hucitec / NUPUB / CEC. 264 p.
- OTOSHI, C.A.; SCOTT, M.S.; NAGUWA, F.C. & MOSS, S.M. 2007. Production/Commercial-Scale RAS Trial Yields Record Shrimp Production for Oceanic Institute. **Global Aquaculture Advocate**. vol 10. n° 2. p. 74-76.
- PEREIRA, R.C. 2002. Nécton marinho. In: Soares-Gomes, A. (org.) *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência. Cap. 9. p. 158-193.
- SANTOS, M.H.S. 2003. Alimentação do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Decapoda-Penaeidae) cultivado. Tese de Doutorado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Rio Grande do Sul. 229 p.

- SCHORK, G.; MOTTOLA, L.S.M. & HOLSTIM, M.S. 2010. Diagnóstico da pesca amadora embarcada na região de São Francisco do Sul (SC). Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha. vol. 1. n° 1. p. 8-17.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO, 1990. Macrozoneamento do complexo estuarino lagunar de Iguape Cananéia: Plano de gerenciamento costeiro, São Paulo. Coordenadoria de Planejamento do Litoral, Série Documentos São Paulo. 41 p.
- SOUZA, M.R. 2004. Etnoconhecimento caiçara e uso dos recursos pesqueiros por pescadores artesanais e esportivos no Vale do Ribeira. Piracicaba. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP. 102 p.
- VALENTINI, H, F D'INCAO, LF RODRIGUES, JE REBELO NETO & E RAHN. 1991a. Análise da pesca do camarão-rosa (*P. brasiliensis* e *P. paulensis*) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, vol. 13. p.143-157.
- VAZ, L.J.; WASIELESKY, W.; 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. **Scientia Agricola**. vol. 61. p. 332 - 335.
- WASIELESKY, W.J. 1999. Produção do camarão marinho *Penaeus paulensis* no sul do Brasil: cultivo em estruturas alternativas. In: Oceanos: Fonte de Alimentos. **Prêmio Jovem Cientista 1997**, CNPq, Fundação Roberto Marinho, Grupo Gerdau. p. 53 - 106.
- WASIELESKY, W.J. 2000. Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: Efeitos de parâmetros ambientais e manejo de cultivo. Rio Grande: Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica). 199 p.

- WASIELESKY, W.J.; CAVALLI, R.O.; DOLCI, D. & SILVA, T.M.A. 1995. Crescimento do camarão-rosa *Penaeus paulensis* (Crustacea: Decapoda) cultivado em gaiolas e cercados, no estuário da Lagoa dos Patos. In: Anais do VI Encontro Riograndense de Técnicos em Aquacultura e III Encontro Sulbrasileiro de Aquacultura, Ibirubá, RS: UFRGS. p 14-25.
- WASIELESKY, W.J.; POERSCH, L.H.; JENSEN, L.V. & BIANCHINI, A. 2001. Effect of stocking density on pen reared pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967)(Decapoda, Penaeidae). **Nauplius**. vol. 9. p. 163 - 167.
- WASIELESKY, W.J.; ATWOOD, H.I; STOKES, A. & BROWDY, C.L. 2006. Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**. vol. 258. p. 396-403.

➤ OBJETIVOS

Os estudos que compõem esta tese foram direcionados para a produção do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* em sistema de bioflocos e para estudos de manejo relacionados ao transporte destes camarões como isca viva.

Para tal, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Descrever as metodologias e os procedimentos necessários para a captura e transporte de reprodutores de *F. brasiliensis* para o laboratório e posterior maturação, desova e produção de pós-larvas;
- Avaliar a influência da densidade de estocagem e a utilização de rejeito de pesca (siri picado) na alimentação de pós-larvas de *F. brasiliensis* cultivados em sistema de bioflocos durante a fase de berçário;
- Avaliar a influência da densidade de estocagem sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis do camarão-rosa *F. brasiliensis* cultivados em sistema de bioflocos durante a fase de engorda;
- Analisar o efeito da densidade de estocagem e da adição de cal hidratada na água de transporte na sobrevivência dos camarões e nos parâmetros de qualidade da água durante o transporte de juvenis de *F. brasiliensis*;
- Analisar o efeito da temperatura da água de transporte na sobrevivência dos camarões e nos parâmetros de qualidade da água durante o transporte de juvenis de *F. brasiliensis*.

CAPITULO I

**Obtenção de reprodutores de *Farfantepenaeus brasiliensis*
(Latreille, 1817) (CRUSTACEA:DECAPODA)
e produção de pós-larvas em laboratório**

OBTENÇÃO DE REPRODUTORES DE *Farfantepenaeus brasiliensis* E PRODUÇÃO DE PÓS-LARVAS EM LABORATÓRIO.

A produção de pós-larvas da espécie *F. paulensis* na Estação Marinha de Aquicultura da Universidade Federal do Rio Grande (EMA-FURG), localizada na praia do Cassino, município de Rio Grande - RS, vem ocorrendo desde a sua inauguração no ano de 1989, sendo inicialmente destinadas a projetos de repovoamento do estuário da Lagoa dos Patos, nos municípios de Rio Grande e São José do Norte (WASIELESKY, 2000). Com o passar dos anos, o destino da produção das pós-larvas foi redirecionado para pesquisas que subsidiaram a geração de um pacote tecnológico de cultivo de camarão em sistemas alternativos (gaiolas e cercados) de baixo custo e baixo impacto ambiental, proporcionando uma alternativa de renda complementar para as famílias de pescadores da região (WASIELESKY, 1999; 2000; WASIELESKY *et al.* 2001; 2004; VAZ *et al.* 2004; BALLESTER *et al.* 2007a; PRETO *et al.* 2009). Já a produção de pós-larvas de *F. brasiliensis* começou a ser desenvolvida no ano de 2006, também com o objetivo de desenvolver estudos para viabilizar o cultivo desta espécie em diferentes sistemas de produção (PEIXOTO *et al.* 2008; LOPES *et al.* 2009; EMERENCIANO *et al.* 2012). Segundo Peixoto *et al.* (2008), o camarão-rosa *F. brasiliensis* apresenta uma ótima rusticidade e resistência ao manejo nas etapas de captura e transporte dos reprodutores, indução a maturação através da ablação unilateral do pedúnculo ocular, desova e larvicultura. O desempenho reprodutivo da espécie e qualidade larval é equivalente a diversos parâmetros observados para *F. paulensis*, a qual já possui tecnologia de reprodução controlada e bem desenvolvida. Ambas as espécies tem as suas produções baseadas principalmente na captura de reprodutores selvagens (**Figura 1.1**) na costa do litoral de Santa Catarina.



Figura 1.1. - Reprodutoras (fêmeas) de *Farfantepenaeus paulensis* (A) e *F. brasiliensis* (B).

Essas espécies apresentam uma sobreposição em sua distribuição, uma vez que *F. brasiliensis* distribuiu-se desde a Carolina do Norte (EUA) até a costa do Rio Grande do Sul (Brasil), enquanto que *F. paulensis* apresenta uma distribuição desde Ilhéus na Bahia (Brasil), até Mar Del Plata na Argentina (D'INCAO *et al.* 2002). No Brasil, as principais áreas de captura de adultos de ambas as espécies concentram-se entre as isóbatas de 40 e 80 metros, entre os estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina. No Rio Grande do Sul, onde a abundância é menor, a pesca ocorre no litoral norte, entre Torres e Tramandaí, mas sem mostrar capturas importantes (IBAMA, 2011).

Atualmente, a EMA-FURG, é o único laboratório no país que produz regularmente pós-larvas de *F. paulensis* e *F. brasiliensis*. Apesar desta produção ser limitada e direcionada especificamente para os projetos de pesquisa que estão sendo desenvolvidos pela mesma, o excedente de produção é destinada a demanda de outros interessados em utilizar pós-larvas de espécies nativas da costa brasileira, tais como laboratórios de pesquisa de outras universidades, projetos da iniciativa privada e projetos de repovoamento.

Para o sucesso do cultivo de camarões é necessária a aquisição de pós-larvas de qualidade, em quantidade e regularidade de forma a suprir as necessidades dos produtores. O aumento da produção mundial de camarão cultivado nas últimas décadas esteve diretamente relacionado com o sucesso da produção controlada de pós-larvas através da maturação e desova em cativeiro (BROWDY, 1992). Essa produção controlada de pós-larvas em

laboratório pode ser obtida através de reprodutores capturados diretamente na natureza ou através da formação de plantéis em cativeiro. O desempenho reprodutivo de camarões peneídeos em laboratório é reconhecidamente afetado pela origem dos reprodutores (BROWDY *et al.* 1986; MENASVETA *et al.* 1993; RAMOS *et al.* 1995; PEIXOTO *et al.* 2003a). Pesquisas desenvolvidas com *F. paulensis* indicaram maior produção de ovos e *náuplius* com reprodutores capturados em águas profundas (40-60 m) seguidos por plantéis capturados em regiões costeiras (10-15 m) (BELTRAME & ANDREATTA 1991), capturados em regiões estuarinas (MARCHIORI & CAVALLI, 1993) e oriundos de viveiros de cultivo (BELTRAME & ANDREATTA, 1991; CAVALLI *et al.* 1997).

Embora indivíduos selvagens geralmente apresentem elevado desempenho reprodutivo, esta dependência de plantéis capturados no ambiente é apontada como uma das limitações para o desenvolvimento dos cultivos de peneídeos (MENASVETA *et al.* 1994; RAMOS *et al.* 1995; MAKINOUCI *et al.* 1995; PRESTON *et al.* 2004). Custos elevados para captura, dependência de fatores climáticos e meteorológicos, diminuição do estoque reprodutor nas regiões Sudeste e Sul (D'INCAO *et al.* 2002) e imprevisibilidade do desempenho reprodutivo em laboratório são alguns dos fatores que dificultam a produção de pós-larvas baseada exclusivamente nesta origem de reprodutores (PEIXOTO, 2004). Por outro lado, a produção de pós-larvas utilizando plantéis formados em cativeiro pode ser uma alternativa a utilização do estoque natural de reprodutores, permitindo a produção de pós-larvas em diferentes épocas do ano, inclusive durante períodos de defeso, com custos reduzidos, desde que já haja uma estrutura montada para a formação e manutenção de reprodutores.

Para a utilização de plantéis de camarões peneídeos provenientes de cativeiro, é recomendado que estes estejam com idade e peso ideais para o processo de produção larval (BROWDY, 1992; 1998). Para a utilização de fêmeas de *F. paulensis* proveniente de cativeiro

é recomendado que estas estejam com no mínimo 10 meses de idade e 25 g de peso, entretanto, se forem utilizadas fêmeas mais velhas (16 meses) e maiores (≥ 45 g) observa-se um aumento significativo na produção larval (PEIXOTO, 2004). Com relação à maturidade sexual dos machos de *F. paulensis*, embora esta ocorra ainda na fase estuarina, em indivíduos com peso acima de 6-8 g (COSTA, 1992) é recomendada a utilização de machos acima de 16 g para a reprodução em cativeiro (CAVALLI *et al.* 1997). Segundo BROWDY (1998), para se alcançar o sucesso na reprodução é necessário que se conheçam também os hábitos, comportamentos, exigências nutricionais, biologia reprodutiva, entre outros conhecimentos sobre os reprodutores.

A estrutura de um laboratório de produção de pós-larvas deve ser montada para atender as características específicas e peculiares de cada local, espécie a ser trabalhada e principalmente a quantidade e o destino dado às pós-larvas produzidas no laboratório (pesquisa, repovoamento ou comercialização). A seguir serão descritos os procedimentos e as principais instalações necessárias para a produção de pós-larvas utilizadas na EMA-FURG.

➤ **CAPTURA E TRANSPORTE DE REPRODUTORES**

A etapa de captura e transporte de reprodutores é uma fase muito importante, pois ambas geram estresse nos animais podendo influenciar na sobrevivência tanto na chegada quanto durante o período de aclimação dos camarões nos tanques de reprodução. Dependendo do nível de estresse que os camarões foram submetidos durante esta etapa, pode ocorrer de algumas fêmeas desovarem durante o transporte ou ocorrer uma regressão gônadal (atresia), que pode acarretar em atrasos e diminuição da produção das pós-larvas.

A captura de reprodutores (**Figura 1.2**) deve ser muito bem planejada e executada com cuidado devido ao alto custo de cada embarque, que pode variar entre R\$ 3.000,00 a R\$ 5.000,00 por dia (POERSCH, *com. pess.*¹).

¹ Dr. Luís Henrique Poersch, Professor na Universidade Federal de Rio Grande, (EMA-FURG).



Figura 1.2. - Captura de reprodutores de *Farfantepenaeus paulensis* e *F. brasiliensis* em águas profundas (35-60 m) na região costeira de Santa Catarina.

A seguir serão descritos alguns procedimentos importantes para a captura e transporte dos reprodutores, que rotineiramente são adotados pela equipe da EMA-FURG:

- ✓ Consulta junto aos pescadores sobre o andamento das capturas de camarões na época desejada para a coleta dos reprodutores e acompanhamento da previsão do tempo antes da saída ao mar,
- ✓ Não deixar a captura para os últimos dias antes de iniciar o defeso (Instrução Normativa IBAMA N°189, de 23 de setembro de 2008) que ocorre anualmente de 01 de março a 31 de maio, pois pode acontecer algum imprevisto e não haver mais tempo para outra captura,
- ✓ Preparar uma lista para checagem contendo: equipamentos e ferramentas que serão necessários durante a captura e o transporte, equipamentos de proteção individual (EPI), e material de primeiros socorros, sempre levando material sobressalente,
- ✓ A equipe que participa da saída para a captura de reprodutores deve ser dividida em dois grupos:
 - os que ficarão em terra, e que tomarão conta dos camarões durante o transporte terrestre no retorno ao laboratório;

- os que embarcarão para a captura, de modo que estes possam descansar após a captura que ocorre principalmente durante a noite, (esta equipe deve contar com pessoas com experiência de embarque, de modo que não passem mal durante o mesmo).
- ✓ Os arrastos para a captura dos camarões devem ser realizados com intervalos de no máximo 30 minutos, para que os primeiros camarões que foram capturados não sejam esmagados dentro da rede;
- ✓ No convés do barco, os camarões devem ser capturados e colocados em uma caixa com água (amarrada ao barco) onde serão retirados os camarões mortos e selecionados os que estiverem em melhores condições;
- ✓ Após a seleção, os camarões devem ser acondicionados em caixas (amarradas ao barco) com sistema de aeração contínua, com a água salgada sendo renovada constantemente ou regularmente para manter a qualidade da água dentro da mesma (**Figura 1.3**). Deve-se monitorar regularmente, o oxigênio dissolvido, a temperatura e a salinidade. A renovação de água deve ser suspensa no retorno ao porto, próximo às entradas de barra, de modo que não altere a salinidade da mesma (substituição da água marinha por uma água salobra do estuário).



Figura 1.3. - Procedimento de verificação das condições dos camarões e renovação de água.

- ✓ Alimentar os camarões somente se a captura durar mais de uma noite. Devido ao estresse da captura, os camarões consomem pouco alimento, portanto, deve-se fornecer o mínimo possível de modo que não ocorra um excesso de alimentos dentro da caixa prejudicando a qualidade da água. Suspender a alimentação seis horas antes de chegar ao porto, para que os camarões sejam transferidos para as caixas de transporte com o hepatopâncreas vazio, o que resulta numa melhora na qualidade da água durante o transporte,
- ✓ Não colocar muitos camarões numa mesma caixa. Normalmente, se utiliza caixas de isopor de 100 litros (70 x 50 x 30 cm - 0,35 m² de fundo) onde são colocados de 60 a 80 camarões por caixa, dependendo do tamanho dos camarões e do tempo a ser percorrido até o porto. As caixas devem ficar completamente cheias de água para evitar que os camarões fiquem sacudindo de um lado para o outro com o balanço do mar. A quantidade de caixas é calculada em função da quantidade de reprodutores a serem capturados.

O transporte terrestre pode ser realizado utilizando-se caixas de isopor ou caixas de transporte. Se a captura de reprodutores é um evento que ocorre raramente e o número de reprodutores a serem capturados for baixo, recomenda-se a utilização de caixas de isopor em função do baixo custo de aquisição (**Figura 1.4**). Já se a captura de reprodutores é um evento mais rotineiro, aconselha-se a aquisição de caixas de transporte (**Figura 1.5**), que possuem maior volume de água para o transporte e uma maior resistência física, oferecendo assim maior conforto aos camarões e menores riscos durante o transporte.



Foto: Banco de Imagens EMA

Figura 1.4. - Transporte em caixas de isopor com aeração mecânica (bombas de ar movidas à pilha).

Na chegada ao porto, as caixas que serão utilizadas para o transporte dos camarões até o laboratório devem estar previamente preparadas com água salgada filtrada com temperatura semelhante a das caixas do barco onde estão armazenados os camarões. Para tal, deve haver sempre que possível, uma comunicação constante entre a equipe que esta no barco e a equipe que permaneceu no porto, atualizando informações para otimizar a operação de transferência dos camarões do barco para o transporte rodoviário, evitando assim, perda de tempo causada por procedimentos de aclimatação.



Foto: Banco de Imagens EMA

Figura 1.5. - Transporte de camarões em caixas de transporte com utilização de oxigênio puro.

Após a transferência dos camarões do barco para as caixas de isopor ou caixas de transporte, deve-se procurar reduzir gradativamente a temperatura da água, utilizando-se sacos com gelo, até obter-se temperaturas entorno dos 20 °C. De acordo com APEC (1999), a integridade dos camarões pode ser preservada durante o transporte através do resfriamento de forma lenta até uma temperatura de letargia, considerada um ponto de pseudo hibernação, tornando o manuseio mais fácil e menos estressante para os camarões. Um resfriamento muito rápido pode ocasionar a perda de membros ou levar a morte dos animais.

Deve se considerar ainda que o aumento da atividade fisiológica e metabólica em função do aumento da temperatura implica em maior consumo de oxigênio dissolvido por parte dos organismos tornando-se um fator crítico. Segundo KUBITZA, (1997), no transporte de peixes em caixas de transporte, as duas primeiras horas de transporte são consideradas críticas e, portanto, devem receber uma maior atenção. O consumo de oxigênio neste período é acelerado, demandando uma regulagem alta no fluxo de oxigênio injetado nos tanques de transporte. Após este período o metabolismo dos organismos desacelera e o consumo de oxigênio reduz significativamente, sendo oportuna uma nova regulagem do fluxômetro nos tanques de transporte. Segundo este mesmo autor, a demanda por oxigênio é maior durante as primeiras horas do transporte devido a “Síndrome de Adaptação Geral” dos peixes em resposta ao estresse imposto pelo manuseio durante captura, pesagem, carregamento e confinamento nos tanques de transporte. Cerca de 50 a 70 % do oxigênio gasto no transporte é aplicado durante as primeiras duas horas após o carregamento. Após a primeira hora do carregamento o consumo de oxigênio dos peixes começa a declinar até atingir um valor constante por volta de quatro horas de transporte. Este declínio do consumo de oxigênio pode ser explicado em parte pela atenuação da “Síndrome de Adaptação Geral”, bem como pelo efeito sedativo do gás carbônico que se acumula na água de transporte (KUBITZA, 1997).

Assim como na chegada ao porto, ao chegar ao laboratório, os tanques de aclimação ou de maturação devem estar previamente preparados de modo a evitar que os camarões sofram choques químicos (pH, salinidade, oxigênio dissolvido) ou físico (temperatura), ao serem transferidos das caixas de transporte para os tanques. Durante o transporte não deve ser fornecido alimento aos camarões, pois diminui a qualidade da água em função do aumento da concentração da amônia, resultante da excreção dos camarões. Somente após os camarões se encontrarem nos tanques de maturação é que deve ser fornecida a alimentação. Entretanto, devido ao estresse da viagem, apenas alguns camarões acabam se alimentando devendo ser fornecido pouco alimento nas primeiras 12 horas após o transporte.

De acordo com FOTEDAR & EVANS (2011), a morbidade e mortalidade durante o transporte e após este, no destino final, são respostas ao estresse causado por exposições a condições ambientais adversas ou pelo manuseio físico. Porém, camarões saudáveis e transportados através de manejo adequado devem obrigatoriamente chegar ao seu destino final sem mortalidades e sem evidências de estresse. A simples constatação de ausência de mortalidade não garante o sucesso do transporte, pois os camarões podem se encontrar debilitados e propensos a sofrer mortalidade nos dias subsequentes ao transporte, onde são submetidos a novas condições ambientais.

O transporte de reprodutores capturados no litoral de Santa Catarina e transportados até a EMA-FURG, no litoral sul do Rio Grande do Sul, apresenta em média de 2 a 5 % de mortalidade, após 12 a 18 horas de transporte terrestre.

➤ **SETOR DE MATURAÇÃO**

Após a chegada dos reprodutores ao laboratório, estes são mantidos em tanques circulares de concreto (10 m² de fundo) com capacidade de 12.000 litros onde permanecem por um período de três a cinco dias, durante o processo de aclimação aos tanques da sala de maturação (**Figura 1.6**). Após a aclimação, os camarões são distribuídos nos tanques

obedecendo a uma proporção entre machos e fêmeas, que segundo MARCHIORI (1996) pode variar de 1:1 até no máximo 1:4, sendo a relação de 1:2 a mais favorável. A densidade de estocagem no tanque também é um fator importante, devendo ser considerada a espécie trabalhada e o tamanho dos reprodutores. Para a espécie *F. paulensis* podem ser observado na literatura diferentes densidade de estocagem utilizados por diversos autores como: de 1 até 15 animais/m² (MARCHIORI, 1996), 6 animais/m² (CAVALLI *et al.* 1997), 6 animais/m² (PEIXOTO *et al.* 2003b); 7 e 13 animais/m² (NAKAYAMA *et al.* 2008; 2009). Para a espécie *F. brasiliensis* não foi localizada na literatura nenhuma informação a respeito de densidade de estocagem para reprodutores, entretanto, na prática utiliza-se densidades semelhantes a utilizadas para *F. paulensis* (5-7 animais/m²).

Após a distribuição dos camarões nos tanques de maturação dá-se início ao processo de indução a maturação através do controle hormonal, ambiental e nutricional.



Figura 1.6. - Setor de maturação da Estação Marinha de Aquicultura-Universidade Federal do Rio Grande.

O processo de controle hormonal ocorre através da ablação unilateral do pedúnculo ocular das fêmeas (corte seguido de cauterização). Com isso, ocorre uma mudança no equilíbrio hormonal, reduzindo o suprimento do hormônio inibidor da reprodução acelerando

assim o processo de reprodução. Embora seja considerada uma técnica agressiva que gera elevado estresse e até mesmo mortalidade de algumas fêmeas, esta técnica é necessária para que ocorra uma sincronia nas desovas, fator fundamental para a produção em escala comercial.

A maturação em cativeiro, apesar de fortemente influenciada por aspectos hormonais, só é alcançada com um controle adequado de diversas variáveis físico-químicas e ambientais, tais como: salinidade entre 30 e 35, temperatura entre 26 a 29 °C, pH entre 7,5 a 8,5, oxigênio dissolvido superior a 5,0 mg/L e fotoperíodo de 12 a 14 horas de luz por dia (MARCHIORI, 1996; BARBIERI & OSTRENSKY, 2001). De forma geral, as condições da sala de maturação procuram uma similaridade com as condições ambientais do habitat natural das espécies.

Os aspectos nutricionais são de extrema importância nos processos de maturação induzida, principalmente devido à rapidez das sucessivas rematuações, o que causa um grande desgaste energético nas fêmeas (MARCHIORI, 1996). Cabe ressaltar que, na formação dos ovos, ocorre ainda uma transferência de uma grande quantidade de energia das fêmeas para os ovos através das reservas do vitelo. A alimentação dos reprodutores deve estar baseada em alimentos de elevado teor proteico e de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente os de cadeia longa. Podem ser utilizados alimentos úmidos de origem marinha, composta por carne de moluscos, crustáceos, peixes, poliquetas e rações secas, especialmente formuladas para reprodutores (BARBIERI & OSTRENSKY, 2001).

A alimentação dos reprodutores na EMA-FURG é constituída de itens frescos ou congelados, compostos principalmente de siri (*Callinectes sapidus*), lula (*Illex argentinus*) e músculo de peixe (*Macrodon ancylodon*) e uma ração comercial para reprodutores de peneídeos, fornecidos alternadamente em quatro refeições diárias (9:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h), até a saciedade aparente.

Após a retirada das sobras de alimento e fezes do dia anterior, cerca de 30 a 50% do volume de água do tanque é renovado diariamente e substituído por água com temperatura e salinidade semelhante a descartada. Os valores de salinidade, temperatura, oxigênio, pH, bem como o número de mudas e mortes ocorridas devem ser monitorados diariamente.

Para evitar a ocorrência de desovas indesejadas dentro dos tanques da maturação, diariamente as fêmeas são observadas, de modo a separar as que estão prestes a desovar. Esse processo é tradicionalmente realizado através da observação externa da morfologia e coloração dos ovários das fêmeas (**Figura 1.7**).

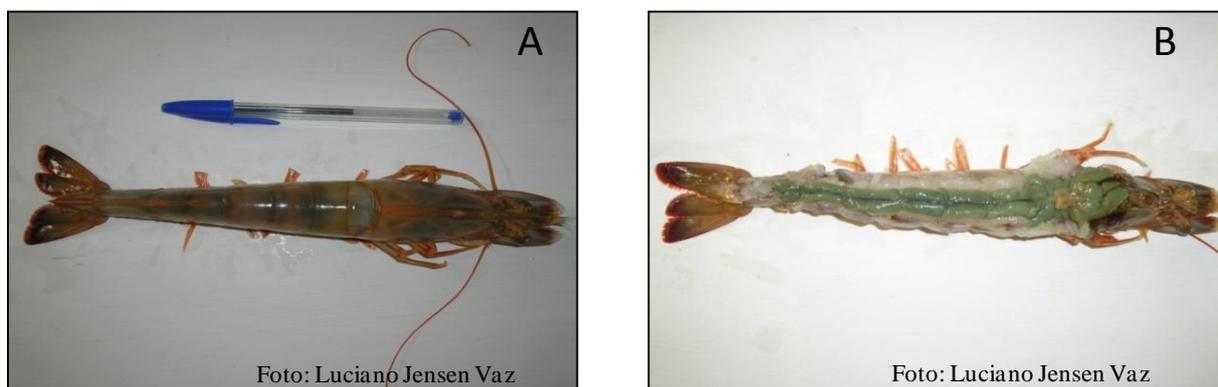


Figura 1.7. - Fêmea madura de *Farfantepenaeus brasiliensis*, indicado pela coloração verde-escuro de sua gônada vista através do seu cefalotórax e abdome (A) e após processo de extração da carapaça (B).

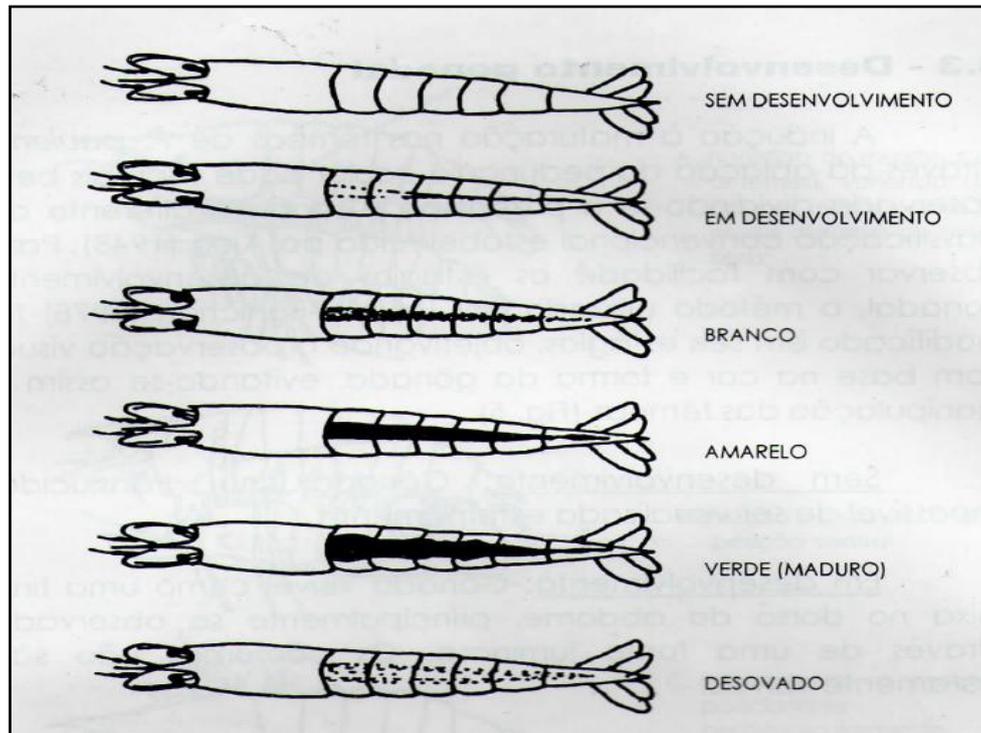
A observação do estágio de desenvolvimento gonadal proposto por LAUBIER-BONICHON (1978), e adaptado por MARCHIORI (1996), é dividido em seis estágios (**Figura 1.8**):

- 1) sem desenvolvimento: as gônadas são translúcidas e é impossível a visualização externa;
- 2) em desenvolvimento: as gônadas são visíveis, mas sem contornos claros e bem definidos;
- 3) branco: as gônadas são claramente visíveis através da carapaça e apresentam cor branca leitosa, principalmente na região abdominal;

4) amarelo: as gônadas apresentam aspecto maciço, com contornos bem definidos e de cor variando entre o amarelo fraco e o forte;

5) verde (maturo): as gônadas são facilmente visíveis e se apresentam como uma larga faixa irregular e maciça, com cor variando entre o verde claro e o verde oliva;

6) desovado: as gônadas se apresentam com aspecto vazio, semelhante ao estágio em desenvolvimento.



Fonte: MARCHIORI, 1996

Figura 1.8 - Aspecto externo do desenvolvimento gonadal do abdome de fêmea de *Farfantepenaeus paulensis*.

➤ SETOR DE DESOVA E INCUBAÇÃO

As fêmeas consideradas prestes a desovar são selecionadas nos tanques de maturação e transferidas individualmente para tanques circulares (150 litros) no setor de desova (**Figura 1.9**) com água filtrada e temperatura de 1 a 1,5 °C superior ao tanque de origem no setor de maturação, onde permanecem sem alimentação, até a manhã seguinte.



Foto: Banco de Imagens EMA.

Figura 1.9. - Setor de desova e incubação da Estação Marinha de Aquicultura-Universidade Federal do Rio Grande.

As fêmeas permanecem de 12 a 14 horas nos tanques de desova, e após este período são devolvidas aos seus respectivos tanques de origem. Em seguida, é realizada uma homogeneização manual do meio (água e ovos), procedendo-se a retirada de uma alíquota de 100 ml da água dos tanques para avaliação, em microscópio óptico (aumento 100 x), da quantidade de ovos e a taxa de fertilização dos mesmos (**Figura 1.10**). As desovas com ovos não fertilizados são descartadas e as fertilizadas são coletadas, lavadas e tratadas contra fungos e bactérias para evitar a presença de microorganismos indesejáveis aderidos à superfície dos ovos, assim como para remover restos de gônadas e fezes frequentemente observados nos tanques de desova.

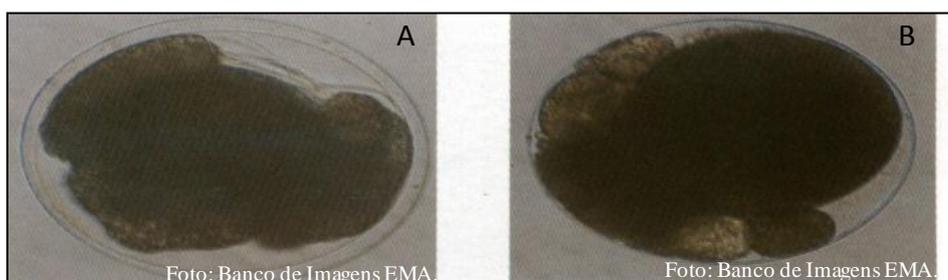


Figura 1.10. - Exemplo de ovo fertilizado (A), e não fertilizado (B) de *Farfantepenaeus paulensis*.

As principais etapas do protocolo de limpeza dos ovos podem ser observadas a seguir (adaptado de BROCK & MAIN, 1994):

1-) Sifonagem dos ovos do tanque de desova: utiliza-se um coletor interno com malha de 600 μm (para retenção de fezes e restos de gônadas) permitindo a passagem dos ovos para o coletor com malha de 120 μm . Este coletor interno (600 μm), ao final da sifonagem deve ser bem lavado para que não fiquem ovos aderidos aos restos de gônadas e fezes. Toda a água utilizada para a lavagem deve estar com a temperatura e salinidade semelhante a dos tanques da desova.

2-) Concentração dos ovos em coletor com malha de 120 μm : os ovos são lavados durante 1 minuto nesta etapa.

3-) Banho em formalina 100 ppm: adiciona-se 1 ml de formol 37 % direto no coletor de 4 litros deixando agir durante 30 segundos, com aeração constante, utilizando-se uma pedra porosa que não deve tocar o fundo do coletor.

4-) Lavar suavemente com água marinha corrente e aerada: durante 30 segundos para a remoção da formalina.

5-) Banho em iodo: adiciona-se 1 ml de solução de iodo (20 ppm) direto no coletor de 4 litros deixando agir durante 30 segundos, com aeração constante, utilizando-se uma pedra porosa que não deve tocar o fundo do coletor.

6-) Lavar suavemente com água marinha corrente e aerada: durante 30 segundos para a remoção do iodo.

Após a limpeza, os ovos são transferidos para incubadoras cilíndrico-cônicas (200 litros) em condições semelhantes de temperatura e salinidade da água da desova, obedecendo a densidade máxima de 2.000 ovos/litro (WASIELESKY, 2000).

A eclosão dos ovos, que leva ao aparecimento dos *nauplius* (primeira fase larval), ocorre normalmente em torno de 15 a 16 h após a desova, a uma temperatura de 26 °C (MARCHIORI 1996). Para a coleta dos *nauplius*, retira-se a aeração do fundo do tanque por 10 a 15 minutos, e com o uso de uma fonte luminosa (lâmpada fluorescente compacta) disposta próxima a superfície d'água, estes são atraídos e concentrados na superfície do tanque. A resposta positiva ao estímulo luminoso é um reflexo da boa condição larval, e este procedimento evita a coleta de larvas inviáveis, ovos não eclodidos e algum resíduo do processo da desova, que acabam concentrando-se no fundo do tanque, por onde são

descartados (SANTOS, 2003). Em aproximadamente 48 h os *nauplius* sofrem metamorfose para a fase de *protozoea* (segunda fase larval), a qual passa a depender de alimentação externa. Portanto, antes de alcançar esta fase, as larvas devem ser transferidas para os tanques de larvicultura (WASIELESKY, 2000).

➤ LARVICULTURA

Os procedimentos executados na larvicultura (**Figura 1.11**) seguem uma programação que requer extremo cuidado e atenção para serem realizados, proporcionando assim uma correta integração de todos os componentes envolvidos.



Figura 1.11. - Sala de larvicultura da Estação Marinha de Aquicultura-Universidade Federal do Rio Grande.

A produção de pós-larvas de camarões peneídeos é executada num período de 20 a 30 dias (MARCHIORI, 1996), conforme o estágio de pós-larva desejado e envolve além do setor de larvicultura, os setores de produção de microalgas e produção de artêmia (**Figura 1.12**), que devem funcionar em sincronia com a larvicultura.



Figura 1.12. - Sala de produção de microalgas (cepário) (A) e sala de produção de artêmia (B) da Estação Marinha de Aquicultura-Universidade Federal do Rio Grande.

A água utilizada na produção das larvas é um fator importante a ser controlado no setor de larvicultura. A água deve estar com temperatura entorno de 27 ± 1 °C e com salinidade entre 28 e 34 (MARCHIORI, 1996). Deve ser filtrada em filtro de cartucho com abertura de 5 μ m, esterilizada com cloro a uma concentração de 15 ppm por no mínimo duas horas, sendo posteriormente complexada com ácido ascórbico (vitamina C a 1 ppm) para neutralização do cloro residual. Para evitar problemas com metais pesados deve-se adicionar uma dose inicial de 40 ppm de EDTA- SAL DISSÓDICO (ácido etilenodiaminatetracético), 12 horas antes da estocagem dos *nauplius* (**Figura 1.13 a**) e diariamente adicionar uma dose de 10 ppm de EDTA para a água que for adicionada ao tanque.

O desenvolvimento embrionário, tanto de *F. paulensis* como de *F. brasiliensis* se encerra com a eclosão de uma larva chamada *nauplius*. Nesta fase, as larvas recém eclodidas são microscópicas, não possuem boca, nutrindo-se exclusivamente de suas reservas vitelínicas e apresentam movimentos intermitentes na água. Os *nauplius* passam por seis estágios de desenvolvimento, no decorrer de aproximadamente 48 horas, antes de sofrerem metamorfose e passarem para a fase seguinte denominada *protozoa* (**Figura 1.13 b**).

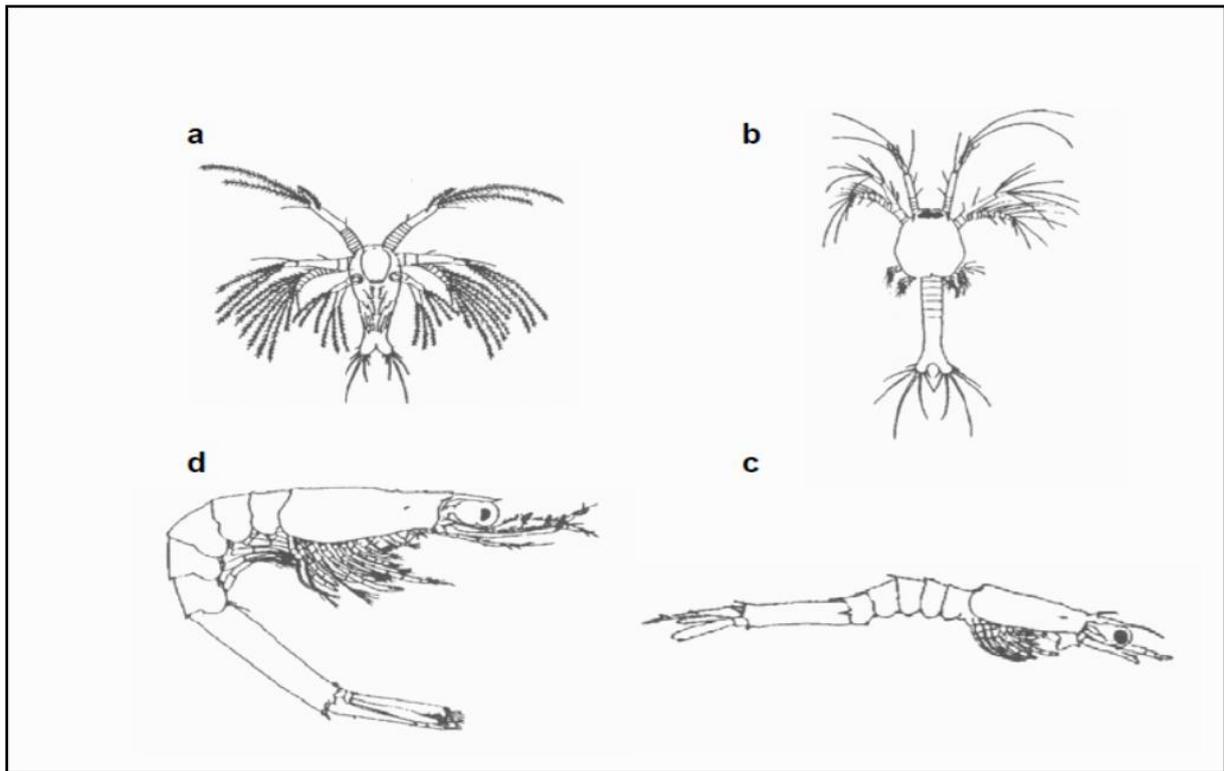


Figura 1.13 - Representação das quatro fases larvais de Peneídeos: (a) *nauplius*, (b) *protozoa*, (c) *mysis* e (d) pós-larva (adaptado de D'INCAO, 1999).

Na fase de *protozoa*, o desenvolvimento das larvas ocorre em três estágios, cada um com duração aproximada de 40 horas. Nesta fase, as larvas já apresentam boca e passam a ser alimentadas com diferentes microalgas (*Chaetoceros calcitrans*, *Thalassiosira weissflogii* e *Tetraselmis chuii*), que apresentam composição nutricional e tamanhos diferentes, sendo fornecidas em quantidades diferenciadas em função do estágio larval (*protozoa* I, II e III). A partir do estágio de *protozoa* II são utilizadas rações comerciais produzidas especificamente para cada estágio do desenvolvimento larval do camarão e a partir do estágio de *protozoa* III, é fornecido zooplâncton (*nauplius* de *Artemia* sp. congelados).

Assim como na fase de *protozoa*, na fase de *mysis* (**Figura 1.13 c**) o desenvolvimento larval ocorre em três estágios, com duração de aproximadamente de 24 horas cada (*mysis* I, II e III). A partir do estágio de *mysis* III é adicionada a alimentação já fornecida (microalgas,

ração e *nauplius* de artêmia congelados) *nauplius* de *Artemia sp* vivos até o estágio de pós-larva (**Figura 1.13 d**) após vinte dias de metamorfose (PL 20).

No início da larvicultura a densidade de estocagem inicial deve ficar em torno de 300-500 *nauplius*/litro. A partir de *mysis* I o volume de água no tanque passa a ser acrescido diariamente e a densidade final de cultivo vai diminuindo até em torno de 100-150 pós-larvas/litro. A partir desta mesma fase, no estágio de *mysis* I, é iniciada a renovação de água com taxas de renovação diária variando de 30 até 50 % por dia, entretanto, no surgimento de problemas com a qualidade da água a renovação pode atingir até 100 % ao dia. Para o controle de bactérias nocivas ao cultivo durante a larvicultura o uso de antibióticos foi substituído pelo uso de probiótico composto por três espécies de bactérias do gênero *Bacillus*.

Durante todo o período de larvicultura, amostras de larvas são retiradas três vezes ao dia para observação ao microscópio, quando são observados os estágios de desenvolvimento larval, preenchimento do trato digestivo, presença de necroses, desenvolvimento branquial e presença de epibiontes. Também são recolhidas amostras em béqueres de vidro para observação do estado geral das larvas/pós-larvas, movimentação, presença de larvas mortas, quantidade de ração e fezes. A partir destas observações são tomadas medidas relativas a ajustes de alimentação, às doses de probiótico utilizadas, grau de renovação de água e necessidade de utilização de outras medidas terapêuticas.

A metodologia utilizada nas larviculturas da EMA-FURG tem possibilitado a produção de pós-larvas, desde o estágio de *nauplius* até PL 20 com sobrevivência média de aproximadamente 40%, considerada satisfatória mesmo quando comparada a laboratórios comerciais de produção. Toda a metodologia utilizada para a larvicultura dos camarões-rosa *F. paulensis* e *F. brasiliensis* está baseada nos trabalhos de MARCHIORI, (1996) e BALLESTER *et al.* (2007b).

Como pode ser visto, a produção de pós-larvas deve ser realizada com uma programação prévia que vai desde a obtenção dos reprodutores até a fase final de larvicultura onde as pós-larvas são encaminhadas para a fase de berçário, envolvendo diversos setores que devem funcionar em perfeita sincronia. Para esta produção, além de uma estrutura física adequada, é necessária uma equipe com diversos profissionais treinados e qualificados para as diferentes atividades realizadas pelo laboratório.

REFERÊNCIAS:

- APEC Fisheries Working Group, 1999. Air shipment of Live and Fresh Fish and Seafood Guidelines. **First Coastal Corporation**, Singapore. Disponível em: http://www.nmfs.noaa.gov/trade/APEC_Air.pdf.
- BARBIERI, R.C.J. & OSTRENSKY, A. 2001. Camarões Marinhos: Reprodução, Maturação e Larvicultura . vol. 1. **Apreda Fácil Editora**. Viçosa, MG. 255p.
- BELTRAME, E. & ANDREATTA, E. R. 1991. Maturação em cativeiro do camarão-rosa, *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967 - Estudo sobre a origem dos reprodutores. In: **Encontro Nacional de Pesca e Aquicultura**, Santos, SP. p. 46.
- BALLESTER, E.L.C.; WASIELESKY, W.J.; CAVALLI, R.O. & ABREU, P.C. 2007a. Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance. **Aquaculture**. vol. 269. p. 355-362.
- BALLESTER, E.L.C.; MUTTI, D.W.; FRÓES, C.N.; POERSCH, L.H.; MACHADO, T.G. & WASIELESKY, W.J. 2007b. Larvicultura do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*. In: **XII COLACMAR** - Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, Florianópolis. vol. 1.p.281.
- BROCK, J.A & MAIN, K.L. 1994. A guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. **The World Aquaculture Society**, Baton Rouge, Louisiana, USA, 242p.
- BROWDY, C.L. 1992. A review of the reproductive biology of *Penaeus* species: perspectives on controlled shrimp maturation systems for high quality nauplii production. In: WYBAN, J. (ed). **Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming**. Florida. p. 22-51.

- BROWDY, C.L. 1998. Recent developments in penaeid broodstock and seed production technologies: improving the outlook for superior captive stocks. **Aquaculture**, vol.164, p. 3-21.
- BROWDY, C.L.; HADANI, A.; SAMOCHA, T.M. & LOYA, Y. 1986. The reproductive performance of wild and pond-reared *Penaeus semisulcatus* de Haan. **Aquaculture**, vol. 49, p. 251-258.
- CAVALLI, R.O.; SCARDUA, M.P. & WASIELESKY, W.J. 1997. Reproductive performance of different-sized wild and pond-reared *Penaeus paulensis* females. **Journal of the World Aquaculture Society**, vol. 28, p. 260-267.
- COSTA, S.W. 1992. Aspectos da biologia da reprodução de machos do “Camarão-Rosa” *Penaeus (Farfantepenaeus) paulensis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) para o manejo de reprodutores em aquicultura. **Dissertação de Mestrado em Aquicultura**. Universidade Federal de Santa Catarina. 121 p.
- D’INCAO, F. 1999. Subordem Dendrobranchiata (Camarões Marinhos). In: BUCKUP, L, & G BOND-BUCKUP. Eds: **Os Crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Brasil. p. 275-299.
- D’INCAO, F.; VALENTINI, H. & RODRIGUES, L.F. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Atlântica** , vol. 24, p. 103-116.
- EMERENCIANO, M.G.C.; BALLESTER, E.L.C.; CAVALLI, R.O. & WASIELESKY, W.J. 2012. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). **Aquaculture Research**. vol. 43, p. 447-457.
- FOTEDAR, S. & EVANS, L. 2011. Health management during handling and live transport of crustaceans: a review. **Journal of Invertebrate Pathology**. vol. 106, p.143-152.

- IBAMA 2011. Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável de Camarões marinhos do Brasil. Série Plano de Gestão Recursos Pesqueiros. Organizador: José Dias Neto,– Brasília. Vol. 3. 242p.
- KUBITZA, F. 1997. Transporte de peixes vivos. Parte 1. **Panorama da Aquicultura**. vol 7. p.20-26.
- LAUBIER-BONICHON, A. 1978. Ecophysiologie de la reproduction chez la crevette *Penaeus japonicus*. Trois annees d'experience em millieu controlé. **Oceanol. Acta**. vol. 1. p. 135-140.
- LOPES, D.L.A.; PEIXOTO, S.; WASIELESKY, W.; BALLESTER, E.L.C. 2009. Análise comparativa do cultivo dos camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis* criados em gaiolas em ambientes estuarinos. **Ciência Rural** (UFSM. Impresso), vol. 39. p. 1540-1546.
- MAKINOUCI, S, SUGAMA, K.; RUCHIMAT, T.; SUTARMAT, T. & LANTE, S. 1995. Effects of eyestalk ablation on maturation, spawning, hatching, molting and growth of precocious pond-reared *Penaeus monodon*. **Suisanzoshoku**, 7:103-108.
- MARCHIORI, M.A. 1996. **Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967**. Editora da FURG. Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS. 79p.
- MARCHIORI, M.A. & CAVALLI, R.O. 1993. Maturação de *Penaeus paulensis* em escala comercial num sistema de recirculação semi-fechado. In: **Anais IV Simpósio Brasileiro Sobre Cultivo de Camarão**. João Pessoa (PB). Brasil. p. 385-398.
- MENASVETA, P.; PIYATIRATITIVORAKUL, S.; RUNGSURPA, S.; MOREE, N. & FAST, A.W. 1993. Gonadal maturation and reproductive performance of giant prawn (*Penaeus monodon* Fabricius) from the Andaman Sea and pond-reared sources in Thailand. **Aquaculture**. vol. 116. p. 191-198.

- MENASVETA, P.; SANGPRADUB, S.; PIYATIRATITIVORAKUL, S.; & FAST, A.W. 1994. Effects of broodstock size and source on ovarian maturation and spawning of *Penaeus monodon* Fabricius from the Gulf of Thailand. **Journal of the World Aquaculture Society**. vol. 25. p. 41-49.
- NAKAYAMA, C.L.; PEIXOTO, S.; BIANCHINI, A.; ROBALDO, R. & CAVALLI, R.O. 2008. Performance of *Farfantepenaeus paulensis* (Péraz-Farfante, 1967) broodstock in tanks with sand and hard substrate. **Aquaculture Research**, vol. 39. p. 398-405.
- NAKAYAMA, C.L.; WASIELESKY, W.; CAVALLI, R.O. 2009. Avaliação do desempenho reprodutivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967) em tanques com diferentes profundidades de água. **Boletim do Instituto de Pesca** (Online), vol. 35. p. 83-89.
- PEIXOTO, S. 2004. Avanços nas técnicas de reprodução do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea: Decapoda) em cativeiro. **Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica**. Universidade Federal do Rio Grande, 142p.
- PEIXOTO, S.; WASIELESKY, W.; D'INCAO, F. & CAVALLI, R.O. 2003a. Reproductive performance of similarly-sized wild and captive *Farfantepenaeus paulensis*. **Journal of the World Aquaculture Society**. vol. 34. p. 50-56.
- PEIXOTO, S.; CAVALLI, R.O. & WASIELESKY, W. 2003b. The influence of water renewal rates on the reproductive and molting cycles of *Penaeus paulensis* in captivity. **Brazilian Archives of Biology & Technology**. vol. 46. p. 281- 286.
- PEIXOTO, S.; LOPES, D.L.A.; VITA, G.; SOARES, R.; CAVALLI, R.O. & WASIELESKY, W. 2008. Reprodução e produção do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Crustacea:Decapoda) no Sul do Brasil. *In*: José Cyrino, João Scorvo, Luis André Sampaio & Ronaldo Cavalli. (Ed.). **Tópicos especiais em biologia aquática e**

- aquicultura II. Jaboticabal, SP:** Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. p. 219-234.
- PRESTON, N.P.; CROCOS, P.J.; KEYS, S.J.; COMAN, G.J. & KOENIG, R. 2004. Comparative growth of selected and non-selected Kuruma shrimp *Penaeus (Marsupenaeus) japonicus* in commercial farm ponds: implications for broodstock production. **Aquaculture**. vol. 231. p. 73-82.
- PRETO, A.L.; PISSETI, T.L.; WASIELESKY, W.; POERSCH, L.H. & CAVALLI, R.O. 2009. Production of live bait-shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) in cages at varying stocking densities. **Boletim do Instituto de Pesca**. vol. 35. no. 1. p. 39-45.
- RAMOS, L.; ESPEJO, M.; SAMADA, S. & PÉREZ, L. 1995. Maturation and reproduction of pond-reared *Penaeus schmitti*. **Journal of the World Aquaculture Society**. vol. 26. p. 183-187.
- SANTOS, M. H. 2003. Alimentação do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) (Decapoda-Penaeidae) cultivado. Rio Grande, **Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica**. Universidade Federal do Rio Grande, 229 p.
- 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*) post larvae in cages and pen enclosures. **Scientia Agricola**. vol.61. no.3. p. 332-335.
- WASIELESKY, W.J. 1999. Produção do camarão marinho *Penaeus paulensis* no sul do Brasil: cultivo em estruturas alternativas. In: **Oceanos: Fonte de Alimentos**. Prêmio Jovem Cientista 1997, CNPQ, Fundação Roberto Marinho, Grupo Gerdau, p.53-106.
- WASIELESKY, W.J. 2000. Cultivo do camarão rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: efeitos de parâmetros ambientais e manejo

de cultivo. Rio Grande, **Tese de doutorado em Oceanografia Biológica**, Universidade Federal do Rio Grande. 147 p.

WASIELESKY, W.; POERSCH, L.H.; JENSEN, L.V.; BIANCHINI, A. 2001. Effect of stocking density on growth of pen reared pink shimp *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Crustacea, Penaeidae). **Nauplius**. vol. 9, no. 2. p. 163-167.

WASIELESKY, W.; PEIXOTO, S.; JENSEN, L.; POERSCH, L.H. & BIANCHINI, A. 2004. Preliminary study of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in pen enclosures in Patos Lagoon estuary. **Boletim do Instituto de Pesca**. vol. 30. p. 63-70

CAPITULO II

**Berçário de *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille,1817)
(Crustacea:Decapoda) em sistema de bioflocos: densidade de
estocagem e alimentação**

Berçário de *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille,1817) (Crustacea:Decapoda) em sistema de bioflocos: densidade de estocagem e alimentação

Luciano Jensen ⁽¹⁾, José Roberto Verani ⁽¹⁾, Luís Henrique Poersch ⁽²⁾ e Wilson Wasielesky Jr. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Hidrobiologia - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

C. P. 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil. E-mail: jensenlv@yahoo.com.br, verani@power.ufscar.br

⁽²⁾ Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

C. P. 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: lpoersch@mikrus.com.br, manow@mikrus.com.br

Resumo - O trabalho teve como objetivo avaliar a melhor densidade de estocagem e o uso de rejeito de pesca (siri triturado) na alimentação de *F. brasiliensis* cultivados em sistema de bioflocos durante a fase de berçário. Para a realização do experimento, utilizou-se um viveiro onde foram instaladas 15 gaiolas de 2 m x 2 m x 1,4 m, onde foram estocadas pós-larvas de *F. brasiliensis* ($0,005 \pm 0,002$ g). Foram testadas três diferentes densidades de estocagem (50, 100 e 200 camarões/m²) e a influência de três tipos de alimentação: 100 % ração comercial, 100 % rejeito de pesca e uma mistura consistindo de 50 % de rejeito e 50 % de ração comercial. O peso médio final dos camarões nas três densidades testadas seguiu uma relação inversa com o aumento da densidade de estocagem (0,81; 0,68 e 0,46 g). Já os pesos médios finais dos camarões nos três tratamentos de alimentação foram (0,79; 0,73 e 0,68 g) nos tratamentos 50 % ração/rejeito, 100 % rejeito e 100 % ração, demonstrando assim a possibilidade da utilização de siri triturado como alimento alternativo a ração comercial e a necessidade do desenvolvimento de ração específica para a espécie *F. brasiliensis*.

Termos para indexação: camarão-rosa, cultivo, pós-larva, sobrevivência.

Nursery of *Farfantepenaeus brasiliensis* in biofloc system: stocking density and feeding

Abstract - This study aimed to determine optimal stocking densities for *Farfantepenaeus brasiliensis* reared in biofloc system and to evaluate the use of fishing discards (i.e. minced crab) to supplement feeds for *F. brasiliensis* during the nursery stage. The trial was carried out in a pond where 15 cages of 2 m x 2 m x 1.4 m were installed and stocked with *F. brasiliensis* post-larvae (mean initial weight of 0.005 ± 0.002 g). Three different stocking densities were assessed (50, 100 and 200 shrimp/m²) and three different diets were offered: 100% commercial feed, 100% minced crab and a mixture consisting of 50% commercial feed and 50% minced crab. An inverse relationship was observed between mean final weight (0.81, 0.68 and 0.46 g) and increasing stocking densities. Final weight of shrimp fed with 50% commercial feed/minced crab, 100% minced crab and 100% commercial feed were 0.79, 0.73 and 0.68 g, respectively. This result demonstrates the feasibility of using fishing discards as an additional food source and the importance of meeting the nutritional requirements of the pink shrimp *F. brasiliensis*.

Index terms: pink shrimp, post-larvae, cultivation, survival.

Introdução

Nos últimos anos, o cultivo de camarões tem apresentando um crescimento expressivo, e com este, alguns problemas relacionados à poluição de águas através da emissão de efluentes sem tratamento, a disseminação de doenças, a introdução de espécies exóticas, dentre outros (Boyd, 2003). Por outro lado, o recente desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo sem renovação de água “ZEAH” (Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems), também conhecidos mais recentemente como cultivos em meio à bioflocos (Biofloc Technology Systems - BFT) (Avnimelech, 2007) vem de encontro aos novos conceitos de uma aquicultura responsável e ambientalmente correta, já que é realizado praticamente sem renovação de água e com aproveitamento dos microorganismos como alimento natural, o que proporciona ainda, uma redução no uso de ração (Wasielesky et al., 2009).

Embora a tecnologia de produção de camarões em sistema de bioflocos já seja uma realidade para a espécie *Litopenaeus vannamei* (Wasielesky et al., 2006; Samocha et al. 2007; Vinatea et al., 2010; Krummenauer et al., 2011), para as espécies de camarões marinhos nativos do litoral brasileiro, como o camarão *Farfantepenaeus brasiliensis*, os estudos com este sistema ainda são bastante incipientes, principalmente durante a fase de berçário (Emerenciano, 2007; Emerenciano et al., 2012). Durante a fase de berçário, é comum a utilização de elevadas densidades de estocagem e fornecimento de alimento inerte, visando à produção de camarões maiores e mais resistentes, os quais geralmente atingem uma maior sobrevivência e um maior tamanho, proporcionando um menor período de cultivo (Apud et al., 1983). Portanto, um dos principais parâmetros que devem ser determinados é a densidade de estocagem, pois este fator pode ser limitante no crescimento e sobrevivência, influenciando a biomassa final do cultivo e conseqüentemente o lucro do aquicultor (Wyban & Sweeney, 1991).

Outro ponto importante a ser considerado, é que em sistemas semi-intensivos e intensivos de cultivos convencionais, o custo com a ração constitui mais de 50 % do custo total da produção (Shiau, 1998), sendo considerado um dos principais fatores que influenciam na viabilidade de qualquer empreendimento de cultivo semi-intensivo e intensivo. Apesar da produção crescente de camarões no país, o camarão *L. vannamei* é a única espécie cultivada que possui ração específica sendo produzida comercialmente. Sendo assim, as espécies nativas de camarões marinhos (*Farfantepenaeus brasiliensis*, *Farfantepenaeus subtilis*, *Farfantepenaeus paulensis* e *Litopenaeus schimitt*), ainda são cultivadas utilizando rações que não são específicas para as suas necessidades nutricionais (Wasielesky, 2000). Visando reduzir o problema do baixo desempenho apresentado pelas espécies nativas e dos elevados custos com a utilização da ração comercial disponível no mercado, alguns pesquisadores vêm desenvolvendo trabalhos em pequena escala utilizando resíduos ou rejeito de pesca na complementação da alimentação dos camarões nativos, os quais demonstraram uma melhora no desempenho se comparado com uso exclusivo de ração (Wasielesky, 2000; Santos, 2003, Peixoto et al., 2003).

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a melhor densidade de estocagem e o uso do rejeito de pesca (siri triturado) na alimentação de *F. brasiliensis* cultivados em sistema de bioflocos durante a fase de berçário.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido de dezembro de 2010 a janeiro de 2011, na Estação Marinha de Aquicultura da Universidade Federal do Rio Grande (EMA-FURG), município de Rio Grande-RS (32°12'S e 51°50 W). Para a realização do experimento foi utilizado um viveiro de 500 m², revestido com PEAD (polietileno de alta densidade), o qual já se encontrava em pleno funcionamento na manutenção de reprodutores em sistema de bioflocos. Neste viveiro foram instaladas 15 gaiolas (tanque-rede) de 2 m x 2 m x 1,4 m (comprimento x

largura x altura) com panagens de poliéster revestida de PVC com abertura de malha de 1,5 mm e área de fundo de 4 m², onde foram estocadas pós-larvas de *F. brasiliensis* com 25 dias (PL₂₅) com peso médio de 0,005 ± 0,002 g (balança de precisão de 0,0001 g).

O delineamento experimental consistiu de três diferentes densidades de estocagem (50, 100 e 200 camarões/m²) utilizando-se três repetições em cada tratamento, tratamentos denominados de 50 RÇ, 100 RÇ e 200 RÇ, onde os camarões foram alimentados somente com ração comercial. Além das diferentes densidades testadas, verificou-se a influência de três tipos de alimentação onde utilizou-se: 100 % ração comercial, 100 % rejeito de pesca (siri triturado - *Callinectes sapidus*) e uma mistura consistindo de 50% rejeito de pesca e 50 % ração comercial), denominados de 100 RÇ, 100 RJ e 100 RJ/RÇ, respectivamente. No teste de diferentes tipos de alimentação, utilizou-se a densidade de 100 camarões/m², utilizando-se também, três repetições em cada tratamento.

Devido à grande diferença no teor de água presente nos alimentos (Tabelas 2.1 e 2.2), realizou-se o ajuste da quantidade a ser fornecida através do peso seco utilizando a relação (90/20,8 = para cada grama de ração utilizou-se 4,32 g de rejeito).

Durante os 30 dias de experimento as pós-larvas de todos os tratamentos foram alimentados duas vezes ao dia (08:00 e 18:00 h), onde parte do alimento era fornecido a lanço e parte colocado em bandejas de alimentação para verificar as sobras de alimento entre as alimentações. A taxa de arraçoamento inicial foi de 50 % da biomassa total, sendo então ajustada conforme os dados de crescimento observados através das biometrias, até um percentual de 15 % ao final do trabalho (Wasielesky, 2000). Foi realizada uma biometria inicial, e outras duas, após 15 e 30 dias do início do experimento, onde 30 camarões eram capturados aleatoriamente de cada unidade experimental, pesados (balança de precisão de 0,001 g) e repostos às respectivas estruturas. A taxa de sobrevivência foi obtida através da contagem dos camarões em cada tanque no início e ao final do experimento.

Para estimular a formação dos bioflocos na água de cultivo do viveiro, foram realizadas fertilizações seguindo as metodologias descritas por Avnimelech (1999) e Ebeling et al., (2006), que consistem na adição de microalgas (*Thalassiosira weissflogii*), de melão de cana, farelo de trigo e a própria alimentação fornecida aos animais. Estas fertilizações foram realizadas visando manter a relação carbono e nitrogênio (C/N) na proporção vinte partes de carbono para cada parte de nitrogênio (20:1). Esta alta relação C/N beneficia o desenvolvimento de bactérias heterotróficas que utilizam os compostos nitrogenados inorgânicos, em especial a amônia, para a formação de biomassa bacteriana (Samocha et al., 2007).

O monitoramento da qualidade da água foi realizado diariamente entre 8:00 e 9:00 horas da manhã através da coleta de dados da temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH utilizando um multi-parâmetros YSI 556 (Yellow Springs Instruments, Yellow Springs, OH, EUA). A cada cinco dias foram coletadas amostras de água para análise das concentrações de amônia total (N-AT) ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) pelo método da UNESCO (1983), da alcalinidade pelo método de Baumgarten et al., (1996), do nitrito (N-NO_2^-) pelo método de Bendschneider & Robinson (1952) e determinada a turbidez da água, com um turbidímetro da marca Hach® modelo 2100P. Já o ortofosfato (P-PO_4^{3-}) e o nitrato (N-NO_3^{-2}) foram monitorados a cada 10 dias pelo método descrito por Aminot & Chaussepied (1983).

Após ser verificada a homocedasticidade e a normalidade dos dados, foi realizada a análise estatística dos valores dos pesos médios nos diferentes tratamentos através de ANOVA – uma via e subsequente teste “Newman-Keuls”. Os dados de sobrevivência final foram transformados através da aplicação do arco seno da raiz quadrada, e posteriormente analisados com ANOVA - uma via e subsequente teste de “Newman-Keuls”.

Resultados e Discussão

A manutenção dos parâmetros de qualidade da água dentro das faixas ideais ou no mínimo de tolerância para cada espécie é de fundamental importância já que os fatores físicos e químicos da água podem interferir diretamente no desempenho e sobrevivência dos organismos aquáticos (Barbieri & Ostrensky, 2002). Durante a realização do experimento, todos os parâmetros de qualidade da água monitorados estiveram dentro das faixas consideradas favoráveis para o cultivo de camarões (Brito et al., 2000; Campos et al., 2012; Van Wyk & Scarpa, 1999) (Tabela 2.3).

Além da manutenção da qualidade da água do cultivo, a determinação da densidade ideal de estocagem possui extrema importância nos estudos de gerenciamento das instalações de cultivo, pois representa um dos principais fatores que determinam a sobrevivência, o crescimento, a produtividade e também a quantidade de efluentes liberados em um sistema de cultivo (Wyban & Sweeney, 1989). A densidade de estocagem ideal pode variar em função da espécie, das estratégias de manejo de cultivo ou de parâmetros ambientais (Wasiolesky, 2000).

Correlações negativas entre a densidade de estocagem e o crescimento e sobrevivência dos camarões no cultivo de camarões já foram encontradas por diversos autores os quais relataram taxas de crescimento e sobrevivência menores em densidades de estocagem mais elevadas. Esta redução no desempenho dos camarões em altas densidades é resultado do aumento da competição por alimento e espaço, e também por eventos de canibalismo (Krummenauer et al., 2006). Preto et al., (2005) analisando o efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de pós-larvas de *F. paulensis* cultivadas em gaiolas em ambiente estuarino, observaram uma diminuição do peso médio final (1,12; 0,80; 0,66; 0,72 e 0,61) e na sobrevivência final (92,9; 86,5; 85,8; 81,1 e 60,9 %), conforme o aumento da densidade de estocagem (100, 200, 300, 400 e 500 PL₂₅/m²), respectivamente.

Estes autores recomendam para o cultivo de *F. paulensis* em gaiolas no ambiente estuarino, a utilização de até 400 camarões/m² para que não ocorra comprometimento no crescimento e sobrevivência ao final da fase de berçário.

Emerenciano (2007), comparando o desempenho das espécies *F. brasiliensis* e *F. paulensis* cultivados em sistema de bioflocos, na densidade de 500 PL₂₅/ m², observou um crescimento superior da ordem de 40,64 % no peso médio final de *F. brasiliensis* (0,218 g), em relação ao peso médio obtido por *F. paulensis* (0,155 g), com sobrevivência média final de 81,5 % para *F. brasiliensis* e 93,7 % para *F. paulensis*. Os resultados obtidos por este autor indicam que a densidade de 500 camarões/m² embora ainda apresente elevadas taxas de sobrevivência em ambas às espécies, influenciou negativamente os pesos médios finais obtidos ao final de 30 dias de cultivo em sistema de bioflocos.

No presente estudo, o peso médio final dos camarões nas três densidades testadas também seguiu uma relação inversa com o aumento da densidade de estocagem (0,81; 0,68 e 0,46 g) nos tratamentos 50 RÇ, 100 RÇ e 200 RÇ, respectivamente (Tabela 2.4). A densidade de 200 camarões/m² apresentou diferença significativa em relação às demais densidades testadas apresentando uma redução no peso médio final de 32,3 % em relação à densidade de 100 camarões/m² e de 43,2 % em relação à densidade de 50 camarões/m². Diferentemente do que foi observada para o peso médio final dos camarões nas diferentes densidades de estocagem, a sobrevivência final não apresentou uma relação inversa com o aumento da densidade de estocagem (68,0; 82,9 e 84,5 %) nos tratamentos 50 RÇ, 100 RÇ e 200 RÇ, respectivamente (Tabela 2.4).

Os valores de sobrevivência observados nas menores densidades de estocagem podem ser atribuídos a dificuldade durante o processo de captura dos camarões para a realização das biometrias, o qual pode ter causado mortalidades. Como o objetivo da fase de berçário é a obtenção de uma taxa de sobrevivência próxima a 90 % e camarões com peso médio de

aproximadamente 1,0 g ao final de cerca de 30 dias de cultivo, recomenda-se a utilização de no máximo 100 camarões/m², de modo que a densidade de estocagem não reduza as taxas de crescimento e com isso, aumente o período de cultivo na fase de berçário.

Além da manutenção da qualidade da água do cultivo e da escolha da densidade de estocagem correta, a alimentação é de fundamental importância para a viabilidade do cultivo. De acordo com Roubach et al., (2003) a principal restrição a produtividade das espécies nativas de camarão está relacionada com a falta de alimentos que atendam as suas exigências nutricionais. As rações comerciais utilizadas no mercado nacional apresentam um teor de proteína bruta de aproximadamente 40 % para a fase de berçário e de 35 % para a fase de engorda, ambas específicas para a espécie *L. vannamei*. Desta forma, tem sido recomendada a utilização de rações com teores mais elevados de proteína bruta (> 40 %) e/ou complemento alimentar com rejeito de pesca para o cultivo de espécies de *Farfantepenaeus* em cativeiro (Peixoto et al., 2003).

Esta necessidade de complementação da alimentação oferecida às espécies nativas pode ser observada no estudo realizado por Ferreira (2008), comparando a formação de flocos microbianos com as espécies *L. vannamei* e *F. paulensis*, na densidade de 300 PL/m² durante a fase de berçário, a qual observou ao final de 35 dias de experimento peso médio final de $1,03 \pm 0,37$ g para *L. vannamei* e $0,43 \pm 0,17$ g para *F. paulensis*, alimentados somente com ração comercial com 40 % de proteína bruta. Já no estudo realizado por Peixoto et al., (2003), ao longo de 102 dias de cultivo comparando o crescimento e a sobrevivência de juvenis de *F. paulensis* e *L. vannamei* em viveiros (15 camarões/m²) alimentados com uma mistura contendo 70 % de ração comercial (35 % de proteína bruta) e 30 % de rejeito de pesca (peixe e siri), pode se observar que embora *L. vannamei* tenha alcançado peso médio final superior (12,52 g) ao obtido por *F. paulensis* (11,17 g), a utilização do rejeito de pesca aparentemente contribuiu para diminuir a diferença no crescimento entre as espécies estudadas.

Esta contribuição do rejeito de pesca no crescimento pode ser observada no estudo realizado por Santos (2003), o qual comparando a utilização de alimentos alternativos (rejeitos e resíduos da pesca) e uma ração comercial com 35 % de proteína bruta na alimentação de juvenis de *F. paulensis* registrou aumento da ordem 125 %, no peso médio final com as dietas de cefalotórax de camarão (*Artemesia longinaris* e *Pleoticus muelleri*) e de 58 % com a utilização de tórax de siri (*Callinectes sapidus*), quando comparadas a utilização de ração comercial. Segundo o autor, esta resposta em crescimento, deve-se a proximidade da composição bioquímica do alimento e as necessidades nutricionais da espécie. Wasielesky (2000), analisando o crescimento e a sobrevivência de *F. paulensis* alimentados com resíduos de pesca (70 % de peixe e 30 % de siri) e ração comercial (35 % de proteína bruta), durante 90 dias, também observou peso médio final superior com a utilização de rejeito de pesca ($7,69 \pm 0,37$ g) em comparação a alimentação a base de ração comercial ($6,57 \pm 0,28$ g). Segundo o mesmo autor, a sobrevivência dos camarões nos dois tratamentos foi elevada (acima de 90 %), não sendo detectadas diferenças significativas entre os tratamentos.

No presente estudo, os resultados de sobrevivência não apresentaram diferença significativa entre os três tratamentos testados (100 RÇ, 100RJ e 100RJ/RÇ), apresentando valores médios acima de 82 %, considerados satisfatórios para a fase de berçário. Já os pesos médios finais, embora também não tenham apresentado diferença significativa entre os tratamentos, apresentaram os maiores valores nos tratamentos 100 RJ/RÇ (0,79 g) e 100 RJ (0,73 g), quando comparados ao peso médio final do tratamento utilizando-se somente ração comercial 100 RÇ (0,68 g), demonstrando assim a possibilidade da utilização de rejeito da pesca (siri triturado) como alimento alternativo ou como complemento a ração comercial e a necessidade de novos estudos para elaborar dietas específicas que supram as exigências nutricionais da espécie. Embora a utilização de siri triturado na complementação da alimentação de *F. brasiliensis* tenha apresentado resultados positivos, a utilização deste tipo

de alimento em grande escala torna-se inviável pelas dificuldades de manejo, custos de transporte e armazenagem (refrigeração).

Conclusões

1. O estudo demonstrou que o sistema de cultivo com bioflocos possui a capacidade de manter a qualidade de água favorável ao crescimento e sobrevivência de *F. brasiliensis*;

2. Os resultados demonstraram que o crescimento dos camarões é dependente da densidade de estocagem utilizada, sendo recomendada a utilização de 100 camarões/m² durante a fase de berçário;

3. Os resultados mostraram que é possível utilizar alimento de baixo custo como o siri triturado na alimentação de *F. brasiliensis* em pequena escala;

4. O baixo rendimento observado no tratamento onde foi utilizado somente ração comercial indica a necessidade da elaboração de uma ração que atenda as necessidades nutricionais da espécie;

5. Os resultados de crescimento e sobrevivência dos camarões obtidos no presente estudo indicaram que *F. brasiliensis* apresenta potencial para o cultivo em sistema de bioflocos, entretanto, este potencial ainda está limitado pela ausência de uma ração específica para a espécie.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e ao Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) pelo apoio financeiro. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida a JENSEN, L.V. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de produtividade em pesquisa concedidas a Wilson Wasielesky Junior, Luis Henrique Poersch e José Roberto Verani.

Referências

- AMINOT, A.E.; CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin.**
Brest: ANEXO. 1983. 395p.
- APUD, F.D.; PRIMAVERA, J.H.E.; TORRES, P.L. 1983. **Farming of prawns and shrimps.**
Extension Manual 5. Iloilo, Philippines: SEAFDEC Aquaculture Department, 1983. 67p.
- AVNIMELECH, Y. **Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems.**
Aquaculture, vol.176, p.227-235, 1999.
- AVNIMELECH, Y. **Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds.** Aquaculture, vol. 264, p.140–147, 2007.
- BARBIERI, R.C.J.; OSTRENSKY, A. **Camarões Marinhos: engorda.** Vol. 2. *Aprenda Fácil Editora.* Viçosa, MG. 2002. 370p.
- BAUMGARTEN, M.G.Z.; ROCHA, J.M.B.; NIENCHESKI, L.F. **Manual de Análises em Oceanografia Química.** Rio Grande, RS, FURG. 1996. p.39-42.
- BENDSCHNEIDER, K.; ROBINSON, R.J. **A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water.** Journal of Marine Research. vol.11, p.87-96, 1952.
- BOYD, C.E. **Guidelines for aquaculture effluent management at the farm level.**
Aquaculture, vol.226, p.101-112, 2003.
- BRITO, R.; CHIMAL, M-E.; ROSAS, C. **Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Decapoda:Penaeeidae).** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, vol.244, p.253-263. 2000.
- CAMPOS, B.R.; MIRANDA FILHO, K.C.; DINCAO, F.; POERSCH, L.H.; WASIELESKY, W. **Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis**

- de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (LATREILLE, 1817) (CRUSTACEA: DECAPODA).** Revista Atlântica. (*in press*).2012.
- EBELING, J.M.; TIMMONS, M.B.; BISOGNI, J.J. **Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in aquaculture production systems.** Aquaculture. vol.257, p.346-358, 2006.
- EMERENCIANO, M.G.C. **Flocos microbianos: aspectos zootécnicos do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e *Farfantepenaeus brasiliensis*.** 2007.49 p. Dissertação (Mestrado). Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- EMERENCIANO, M.; BALLESTER, E.L.C.; CAVALLI, R.O.; WASIELESKY, W.Jr. **Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817).** Aquaculture Research. vol.43, p. 447-457, 2012.
- FERREIRA, L.M.H. **Formação de flocos microbianos em cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e do camarão branco *Litopenaeus vannamei*.** 2008. 57 p. Dissertação (Mestrado). Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- KRUMMENAUER, D, WJ WASIELESKY, RO CAVALLI, S PEIXOTO & PR ZOGBI. **Viabilidade do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Crustácea: Decapoda) em gaiolas sob diferentes densidades durante o outono no sul do Brasil.** Ciência Rural, vol.36, p.252-257, 2006.
- KRUMMENAUER, D.; PEIXOTO, S.; CAVALLI, R.O.; POERSCH, L.H.; WASIELESKY, W. **Superintensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities.** Journal of the World Aquaculture Society, vol. 42, p.726-733, 2011.

- PEIXOTO, S.; WASIELESKY, W.; LOUZADA, L. **Comparative analysis of pink shrimp, *Farfantepenaeus paulensis*, and Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, culture in extreme southern Brazil.** Journal of Applied Aquaculture. vol.14, p.101-111, 2003.
- PRETO, A.; CAVALLI, R.O.; PISSETI, T.; ABREU, P.C.; WASIELESKY, W. Jr. **Efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivado em gaiolas.** Ciência Rural, vol.35, p.1417-1423, 2005.
- ROUBACH, R.; CORREIA, E.S.; ZAIDEN, S.; MARTINO, R.C.; CAVALLI, R.O. **Aquaculture in Brazil.** World Aquaculture. Vol.34, p.28-35, 2003.
- SAMOCHA, T.M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; ALI, A.; BURGER, J.M.; ALMEIDA, R.V.; AYUB, Z.; HARISANTO, M.; HOROWITZ, A.; BROCK, D.L. **Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*.** Aquacultural Engineering, vol.36, p.184-191, 2007.
- SANTOS, M. H. S. **Alimentação do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Decapoda, Penaeidae) cultivado.** 2003. 229p. Tese (Doutorado). Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- SHIAU, S.Y. **Nutrient requirements of penaeid shrimps.** Aquaculture. vol.164, p.77-93, 1998.
- UNESCO. **Chemical methods for use in marine environmental monitoring.** Paris, France: Intergovernmental Oceanographic Commission, 1983. (Manual and guides,12).
- VINATEA L.; GALVEZ, A.O.; BROWDY, C.L.; STOKES, A.; VENERO, J.; HAVEMAN, J.; LEWIS, B.L.; LAWSON, A.; SHULER, A.; LEFFLER, J.W. **Photosynthesis, water respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive**

- raceway culture with zero water exchange: Interaction of water quality variables.** Aquacultural Engineering. vol.42, p.17-24, 2010.
- VAN WYK, P.; SCARPA, J. Water quality requirements and management. *In: Van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K. L., Mountain, J., & Scarpa, J., (Eds.). Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems. Florida department of agriculture and consumer services, Tallahassee, 1999, p.144-162.*
- WASIELESKY, W.J. **Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: Efeitos de parâmetros ambientais e manejo de cultivo.** 2000. 199p. Tese (Doutorado). Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- WASIELESKY, W.J.; ATWOOD, H.I; STOKES, A.; BROWDY, C.L. **Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*.** Aquaculture. vol.258, p.396-403, 2006.
- WASIELESKY, W.J.; KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L.H. **Cultivo de camarões em sistema de bioflocos (biofloc technology).** Revista da Associação Brasileira de criadores de Camarão. Ano XI – Edição Nº 1, p.65-67, 2009.
- WYBAN, J.A.; SWEENEY, J.N.; KANNA, R.A.; KALAGAYAN, G.; GODIN, D.; HENANDEZ, D.; HAGINO, G. **Intensive shrimp culture management in round ponds.** *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, João Pessoa, PB. Anais.* vol. 1, p.189-202, 1989.
- WYBAN, J.A.; SWEENEY, J.N. **Intensive shrimp production technology.** Oceanic Institute Shrimp Manual. Honolulu, Hawaii, USA. The Oceanic Institute, 1991, 158p.

Tabela 2.1. – Composição básica da ração comercial utilizada na alimentação de *Farfantepenaeus brasiliensis* durante o experimento (dados do fabricante).

	Composição aproximada (%)
Umidade (máx.)	10,0
Proteína bruta (mín.)	40,0
Extrato etéreo (mín.)	7,5
Matéria fibrosa (máx.)	5,0
Matéria mineral (máx.)	13,0
Cálcio (máx.)	3,0
Fósforo (mín.)	1,4
Complexos minerais e vitamínicos	20,1

Tabela 2.2. - Composição centesimal (média \pm desvio padrão) do rejeito de pesca (siri) utilizado na alimentação de *Farfantepenaeus brasiliensis* durante o experimento (Santos, 2003).

	Composição centesimal
Umidade	79,20 \pm 0,96
Proteína Bruta	16,96 \pm 1,94
Lípídeos Totais	1,80 \pm 0,37
Carboidratos	0,37 \pm 0,16
Cinzas	1,68 \pm 0,16

Tabela 2.3. - Parâmetros físicos e químicos da qualidade da água de cultivo (média \pm desvio padrão) durante o período experimental (30 dias).

Parâmetros	Água do cultivo
Temperatura (°C)	26,4 \pm 1,90
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,28 \pm 1,21
pH	8,56 \pm 0,18
Salinidade	34,6 \pm 2,40
Alcalinidade (mg/L)	119,0 \pm 13,0
Amônia total (mg/L)	0,05 \pm 0,03
Nitrito (mg/L)	0,06 \pm 0,08
Nitrato (mg/L)	3,20 \pm 1,90
Ortofosfato (mg/L)	0,07 \pm 0,10
Turbidez	120,0 \pm 64,0

Tabela 2.4. - Valores (média \pm desvio padrão) do peso dos camarões ao longo do experimento e sobrevivência final.

	50 RÇ	100 RÇ	100 RJ	100 RJ/R	200 RÇ
	Ração	Ração	Rejeito	Rejeito/Ração	Ração
Peso inicial (g)	0,005 \pm 0,002	0,005 \pm 0,002	0,005 \pm 0,002	0,005 \pm 0,002	0,005 \pm 0,002
Peso 15 dias (g)	0,22 \pm 0,10 ^a	0,20 \pm 0,08 ^{ab}	0,19 \pm 0,07 ^b	0,21 \pm 0,07 ^{ab}	0,15 \pm 0,05 ^c
Peso 30 dias (g)	0,81 \pm 0,23 ^a	0,68 \pm 0,17 ^b	0,73 \pm 0,29 ^{ab}	0,79 \pm 0,29 ^{ab}	0,46 \pm 0,15 ^c
Sobrevivência (%)	68,0 \pm 3,5 ^a	82,9 \pm 5,2 ^b	82,9 \pm 5,9 ^b	86,1 \pm 2,6 ^b	84,5 \pm 4,8 ^b

(1) Médias seguidas de letras iguais sobrescritas não diferem entre si, pelo teste Newman-Keuls, a 5% de probabilidade.

CAPITULO III

**Produção do camarão *Farfantepenaeus brasiliensis*
(Latreille, 1817) (CRUSTACEA:DECAPODA) para isca viva
em sistema de bioflocos: efeito da densidade de estocagem**

PRODUCTION OF LIVE BAIT SHRIMP *Farfantepenaeus brasiliensis* IN BIOFLOC SYSTEM: EFFECTS OF STOCKING DENSITY

Luciano JENSEN Vaz ⁽¹⁾, José Roberto VERANI ⁽²⁾, Wilson WASIELESKY Jr. ⁽³⁾ e Luís Henrique POERSCH ⁽⁴⁾

¹ Oceanólogo, Pós-graduando em Ecologia e Recursos Naturais - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Correspondence to: C. P. 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil, e-mail: jensenlv@yahoo.com.br

² Agrônomo, Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, Docente - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). e-mail: verani@power.ufscar.br

³ Oceanólogo, Doutor em Oceanografia, Docente, Universidade Federal do Rio Grande (FURG). e-mail: mano@mikrus.com.br

⁴ Oceanólogo, Doutor em Oceanografia, Docente - Universidade Federal do Rio Grande (FURG). e-mail: lpoersch@mikrus.com.br

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate optimal stocking densities for *Farfantepenaeus brasiliensis* cultivated in biofloc system during the grow-out phase. The experiment was carried out in 12 cages of 2 m x 2 m x 1.4 m installed in a pond (500 m²), where *F. brasiliensis* juveniles were stocked (mean initial weight of 0.98 ± 0.37 g). The trial lasted 60 days and four different stocking densities were tested (25, 50, 75 and 100/m²). Shrimp were fed with a mixture of 50% fishing discards (i.e. minced crab) and 50% commercial feed. Survival and final weight of shrimp reared at 25, 50, 75 and 100/m² were 79.0, 84.6, 82.7 and 84.4 % and 5.07 ± 0.42, 4.56 ± 0.31, 4.16 ± 0.41 and 3.57 ± 0.62 g, respectively. Final weight was negatively related to density and survival was not significantly different among the different densities. The results indicate that *F. brasiliensis* can be reared with a stocking density of up to 75/m² in biofloc system during the grow-out phase in order to be used as live bait shrimp.

Keywords: pink shrimp, cultivation, growth, survival, grow-out.

RESUMO

PRODUÇÃO DO CAMARÃO *Farfantepenaeus brasiliensis* PARA ISCA VIVA EM SISTEMA DE BIOFLOCOS: EFEITO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM.

O trabalho teve como objetivo avaliar a melhor densidade de estocagem para a produção de *F. brasiliensis* cultivados em sistema de bioflocos durante a fase de engorda. Para a realização do experimento utilizou-se um viveiro (500 m²) onde foram instaladas 12 gaiolas de 2 m x 2 m x 1,4 m, onde foram estocadas juvenis de *F. brasiliensis* com peso médio inicial de 0,98 ± 0,37 g. Foram testadas quatro diferentes densidades de estocagem (25, 50, 75 e 100 camarões/m²). A alimentação consistiu de uma mistura de 50% rejeito de pesca (siri triturado) e 50 % ração comercial. O peso médio final dos camarões após 60 dias de cultivo apresentou diferença significativa entre os tratamentos (5,07 ± 0,42; 4,56 ± 0,31; 4,16 ± 0,41 e 3,57 ± 0,62 g) apresentando uma relação inversa com o aumento da densidade de estocagem. Já a sobrevivência final, não apresentou diferença significativa entre as diferentes densidades testadas (79,0; 84,6; 82,7 e 84,4 %). Os resultados indicam que *F. brasiliensis* apresenta potencial para ser utilizado na produção de isca viva em sistema de bioflocos podendo ser cultivado na densidade de estocagem de até 75 camarões/m² durante a fase de engorda.

Palavras-chave: camarão-rosa, cultivo, crescimento, sobrevivência, engorda.

Introdução

A pesca amadora no Brasil teve grande expansão desde o começo da década de 1990 e estima-se que existam aproximadamente 25 milhões de pescadores amadores no país (FABRI, 2006). Nesta modalidade de pesca, a utilização de camarões marinhos e de água doce como isca viva é muito comum principalmente entre os pescadores amadores no sul e sudeste do Brasil (SPERANDIO, 2004; VALENTI *et al.* 2008; PRETO *et al.* 2009; GIROTTO, 2010). No litoral sul de São Paulo, por exemplo, há uma intensa atividade pesqueira visando à captura de camarões que são comercializados na forma de isca viva a um custo que varia de R\$ 0,15 a R\$ 0,50 a unidade (BECCATO, 2009). Dentre as espécies utilizadas, destaca-se a espécie de camarão marinho *Farfantepenaeus brasiliensis*, amplamente comercializada como isca viva, gerando emprego e renda para as comunidades locais. Segundo, PEIXOTO *et al.*, (2008), o camarão *Farfantepenaeus brasiliensis* é uma espécie muito rústica e resistente ao manejo durante a captura, essas características o torna indicado para o uso como isca viva.

Na região sul de São Paulo, os camarões são capturados ao longo de todo o ano, entretanto, o período de maior captura e comercialização ocorre nos meses de janeiro e fevereiro (CHAGAS-SOARES *et al.* 1995). Este fato produz flutuações significativas na captura ocorrendo períodos do ano onde a captura de camarões apresenta valores extremamente baixos, acarretando a falta do produto no mercado e a redução do fluxo de pescadores amadores na região, com consequente queda de rendimento dos pescadores de isca viva. Em vista destes fatos, o cultivo de camarões para produção de iscas vivas pode vir a ser um importante instrumento para regular o mercado de isca viva na região, principalmente durante os meses de inverno, pois é nesta época do ano que os camarões se tornam mais escassos e apresentam maior valor de comercialização (BECCATO, 2009).

Entretanto, o cultivo de camarões realizado tradicionalmente em viveiros (com renovações diárias de água), apresenta alguns problemas relacionados à poluição da água

através da emissão de efluentes sem tratamento, a disseminação de doenças, a introdução de espécies exóticas, dentre outros (BALLESTER *et al.* 2010). Por outro lado, o recente desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo sem renovação de água “ZEAH” (Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems), também conhecidos mais recentemente como cultivos em meio à bioflocos (Biofloc Technology Systems - BFT) (AVNIMELECH, 2007) vem de encontro aos novos conceitos de uma aquicultura responsável e ambientalmente correta, já que é realizado praticamente sem renovação de água e com aproveitamento dos microorganismos como alimento natural, o que proporciona ainda, uma redução no uso de ração (WASIELESKY *et al.* 2009).

Os benefícios deste sistema de cultivo ao meio ambiente são consideráveis quando comparados ao sistema de produção de camarões tradicional em viveiros, com eficiência 40 vezes maior no uso da água e 5 vezes maior no uso da terra (OTOSHI *et al.* 2007). Embora a tecnologia de produção de camarões em sistema de bioflocos já seja uma realidade para a espécie *Litopenaeus vannamei* (WASIELESKY *et al.* 2006; SAMOCHA *et al.* 2007; VINATEA *et al.* 2010; KRUMMENAUER *et al.* 2011), para as espécies de camarões marinhos nativos do litoral brasileiro, como o camarão *Farfantepenaeus brasiliensis*, os estudos com este sistema ainda são bastante incipientes (EMERENCIANO, 2007; EMERENCIANO *et al.* 2012). Dentre os diversos aspectos a serem estudados neste novo sistema de produção, a densidade ideal de estocagem possui extrema importância para o gerenciamento das instalações de cultivo. Segundo WYBAN e SWEENEY (1989), a densidade de estocagem representa um dos principais fatores que determinam a sobrevivência, o crescimento, a produtividade e também a quantidade de efluentes liberados em um sistema de cultivo.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo determinar a melhor densidade de estocagem para a produção de *F. brasiliensis* cultivados em sistema de bioflocos.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido de janeiro a março de 2011, na Estação Marinha de Aquicultura da Universidade Federal do Rio Grande (FURG-EMA), município de Rio Grande-RS (32°12'S e 51°50 W). O delineamento experimental consistiu de quatro diferentes densidades de estocagem: 25, 50, 75 e 100 camarões m⁻², utilizando-se três repetições em cada tratamento. Para a realização do experimento, foi utilizado um viveiro de 500 m², revestido com PEAD (polietileno de alta densidade) onde foram instaladas 12 gaiolas (tanque-rede) de 2 m x 2 m x 1,4 m (comprimento x largura x altura) com panagens de poliéster revestida de PVC com abertura de malha de 4,5 mm e área de fundo de 4 m², onde foram estocados juvenis de *F. brasiliensis* com peso médio de 0,98 ± 0,37 g.

Os camarões foram alimentados duas vezes ao dia (08:00 e 18:00 h), onde parte do alimento era fornecido a lanço dentro das gaiolas e parte colocado em bandejas de alimentação para verificar as sobras de alimento entre as alimentações. A alimentação consistia de uma mistura de 50 % rejeito de pesca (siri triturado) e 50 % ração comercial. Devido à grande diferença no teor de água presente nos alimentos (10 %) na ração e (79,2 %) no rejeito de pesca, realizou-se o ajuste da quantidade a ser fornecida através do peso seco utilizando a relação (90/20,8 = para cada grama de ração utilizou-se 4,32 g de rejeito) (SANTOS, 2003).

A taxa de arraçoamento inicial foi de 15 % da biomassa total, sendo então ajustada conforme os dados de crescimento observados através das biometrias, até um percentual de 5 % ao final do trabalho (WASIELESKY, 2000). Foram realizadas biometrias a cada intervalo de 14 dias, com o objetivo de avaliar o crescimento dos camarões em peso úmido, onde 30 camarões eram capturados aleatoriamente de cada unidade experimental, pesados e repostos

às respectivas estruturas. A taxa de sobrevivência foi obtida através da contagem dos camarões em cada tanque no início e ao final do experimento.

O experimento iniciou com o meio de cultivo tradicional (água clara), sendo realizado no segundo dia de cultivo, uma fertilização orgânica baseada na metodologia descrita por AVNIMELECH (1999) e EBELING *et al.* (2006) para que ocorresse a formação dos bioflocos, através da adição de microalgas (*Thalassiosira weissflogii*), de melão de cana, farelo de trigo e a própria alimentação fornecida aos animais. As fertilizações foram feitas visando manter a relação carbono e nitrogênio (C/N) na proporção vinte partes de carbono para cada parte de nitrogênio (20:1). Esta alta relação C/N beneficia o desenvolvimento de bactérias heterotróficas que utilizam os compostos nitrogenados inorgânicos, em especial a amônia, para a formação de biomassa bacteriana (SAMOCHA *et al.* 2007).

O monitoramento da qualidade da água foi realizado diariamente entre 8:00 e 9:00 horas da manhã através da coleta de dados da temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH utilizando um multi-parâmetros YSI 556 (Yellow Springs Instruments, Yellow Springs, OH, EUA). A cada cinco dias foram coletadas amostras de água para análise das concentrações de amônia total (N-AT) ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) pelo método da UNESCO (1983), da alcalinidade pelo método de BAUMGARTEN *et al.* (1996), do nitrito (N- NO_2^-) pelo método de BENDSCHNEIDER e ROBINSON (1952) e determinada a turbidez da água, com um turbidímetro da marca Hach® modelo 2100P. Já o ortofosfato (P- PO_4^{-3}) e o nitrato (N- NO_3^-) foram monitorados a cada 10 dias pelo método descrito por AMINOT e CHAUSSEPIED (1983). Foi realizada apenas uma renovação de água (50 %) no trigésimo dia de experimento.

Após ser verificada a homocedasticidade e a normalidade dos dados, foi realizada a análise estatística dos valores dos pesos médios nos diferentes tratamentos através de ANOVA – uma via e subseqüente teste “Newman-Keuls”. Os dados de sobrevivência final

foram transformados através da aplicação do arco seno da raiz quadrada, e posteriormente analisados com ANOVA - uma via e subsequente teste de “Newman-Keuls”.

Resultados

Os parâmetros físicos e químicos de qualidade de água do cultivo durante os 60 dias do período experimental estão apresentados na **Tabela 3.1**.

Tabela 3.1. - Parâmetros físicos e químicos da qualidade da água do cultivo em sistema de bioflocos monitorados durante os 60 dias do período experimental.

Variáveis	Média ± DP	Mínimo	Máximo
Temperatura (° C)	23,55 ± 2,1	19,3	27,9
Salinidade	18,16 ± 3,4	12,0	28,0
pH	8,64 ± 0,38	7,93	9,42
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	7,87 ± 1,12	5,5	10,64
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	115,0 ± 12,0	100	145
Amônia total (mg L ⁻¹)	0,17 ± 0,21	0	0,78
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,04 ± 0,03	0,01	0,11
Nitrato (mg L ⁻¹)	3,38 ± 1,40	1,67	5,67
Ortofosfato (mg L ⁻¹)	0,10 ± 0,08	0,06	0,28
Turbidez (mg L ⁻¹)	107,2 ± 59,1	18,0	212,0

Os pesos médios dos camarões nos quinze primeiros dias de experimento já apresentavam diferença significativa entre as densidades mais baixas (25 e 50 camarões m⁻²) e as densidades mais elevadas (75 e 100 camarões m⁻²) (**Tabela 3.2**) e manteve-se nos quinze dias seguintes. A partir do 45º dia de cultivo, o tratamento com 25 camarões m⁻², já apresentava o maior peso médio entre as densidades testadas, apresentando diferença significativa em relação aos demais tratamentos. Os pesos médios dos camarões nas densidades 50 e 75 camarões m⁻² não apresentavam diferença entre si, bem como entre as densidades 75 e 100 camarões m⁻². Ao final do experimento, o peso médio final dos camarões apresentou diferença significativa entre todos os tratamentos testados e seguiu uma relação

inversa com o aumento da densidade de estocagem (**Tabela 3.2**). Não foram observadas diferenças significativas nas taxas de sobrevivência dos camarões entre os diferentes tratamentos (**Tabela 3.2**).

Tabela 3.2. - Valores (média \pm desvio padrão) do peso úmido dos camarões e da sobrevivência final de *F. brasiliensis* cultivados em sistema de bioflocos em diferentes densidades de estocagem para a produção de isca viva.

	Densidades (camarões m ⁻²)			
	25	50	75	100
Peso inicial (g)	0,98 \pm 0,37	0,98 \pm 0,37	0,98 \pm 0,37	0,98 \pm 0,37
Peso 15 dias (g)	1,67 \pm 0,44 ^a	1,64 \pm 0,41 ^a	1,47 \pm 0,42 ^b	1,49 \pm 0,40 ^b
Peso 30 dias (g)	2,73 \pm 0,49 ^a	2,74 \pm 0,55 ^a	2,34 \pm 0,50 ^b	2,28 \pm 0,46 ^b
Peso 45 dias (g)	3,81 \pm 0,73 ^a	3,44 \pm 0,79 ^b	3,23 \pm 0,71 ^{bc}	3,12 \pm 0,73 ^c
Peso 60 dias (g)	5,07 \pm 0,42 ^a	4,56 \pm 0,31 ^b	4,16 \pm 0,41 ^c	3,57 \pm 0,62 ^d
Sobrevivência (%)	79,0 \pm 1,4	84,6 \pm 1,5	82,7 \pm 9,2	84,4 \pm 8,5

Discussão

A manutenção dos parâmetros de qualidade da água dentro das faixas ideais ou no mínimo de tolerância para cada espécie é de fundamental importância, já que os fatores físicos e químicos da água podem interferir diretamente no desempenho e sobrevivência dos organismos aquáticos (BARBIERI e OSTRENSKY, 2002). Embora o sistema de bioflocos tenha como princípio a não renovação de água durante o cultivo, em virtude da detecção de um “bloom” de cianobactérias (*Nodularia* sp.) na água de cultivo, foi necessária a renovação de cerca de 50 % do volume do viveiro no trigésimo dia de experimento, afim de evitar a obstrução das brânquias dos camarões ou a liberação de toxinas prejudiciais aos camarões (ALONSO-RODRIGUEZ e PAEZ-OSUNA, 2003). Após a renovação, foram realizadas novamente fertilizações para que ocorresse o reestabelecimento da formação dos bioflocos. Entretanto, mesmo com a ocorrência do “bloom” durante a realização do experimento, todos

os parâmetros de qualidade da água monitorados estiveram dentro das faixas consideradas favoráveis para o cultivo de camarões durante os 60 dias de experimento (BRITO *et al.* 2000; CAMPOS *et al.* 2012; VAN WYK e SCARPA, 1999).

Além da manutenção da qualidade da água, é de fundamental importância determinar a densidade ideal de estocagem a ser utilizada durante o cultivo. Segundo WYBAN e SWEENEY (1991), a densidade de estocagem é um dos parâmetros mais importantes que afetam a sobrevivência e o crescimento dos camarões, apresentando influência direta na biomassa final e na produtividade. Embora a densidade de estocagem já tenha sido um parâmetro amplamente estudado em cultivos de diferentes espécies de camarões (ARAVINDAKSHAN *et al.*, 1980; ALLAN e MAGUIRE, 1992; KRUMMENAUER *et al.*, 2011), trabalhos específicos relatando densidades de estocagem utilizando espécies nativas do litoral brasileiro ainda são escassos, principalmente para a espécie *F. brasiliensis*. Dentre estes poucos trabalhos, a espécie *F. paulensis* é a que apresenta maior número de trabalhos.

Entretanto, segundo LOPES *et al.* (2009), *F. brasiliensis* é uma espécie com um desempenho zootécnico bastante semelhante ao apresentado por *F. paulensis*, o que permite a realização de algumas comparações. O autor ao comparar o desempenho de juvenis de *F. brasiliensis* ($1,15 \pm 0,34$ g) com juvenis de *F. paulensis* ($1,23 \pm 0,53$ g) em gaiolas na densidade de 20 camarões m^{-2} durante 65 dias de cultivo, não verificou diferença significativa na sobrevivência, biomassa e conversão alimentar aparente, entretanto, *F. brasiliensis* apresentou um peso médio final superior ($7,95 \pm 1,01$ g), quando comparado com *F. paulensis* ($6,96 \pm 1,12$ g). CAVALLI e WASIELESKY (2003) cultivando *F. paulensis* em gaiolas em uma região estuarina nas densidades 15, 30, 60 e 90 camarões m^{-2} relataram pesos médios finais de 5,11; 4,22; 3,56 e 3,43 g, respectivamente, após um período de 56 dias. Já PRETO *et al.* (2009), utilizando gaiolas com *F. paulensis* nas densidades de 50, 100 e 150 camarões m^{-2} , obteve peso médio final de 6,00, 5,00 e 4,73 g, respectivamente, em 42 dias de cultivo. No

presente trabalho, o peso médio final dos camarões nas quatro densidades testadas seguiu uma relação inversa com o aumento da densidade de estocagem (5,07; 4,56; 4,16 e 3,57 g) nos tratamentos 25, 50, 75 e 100 camarões m⁻², respectivamente e foram semelhantes aos obtidos por CAVALLI e WASIELSKY (2003) e por PRETO et al. (2009) que realizaram cultivos de curta duração (56 e 42 dias, respectivamente). Já WASIELESKY et al. (2001), cultivando juvenis de *F. paulensis* (0,7 ± 0,1 g) em cercados durante um período maior de cultivo (90 dias), nas densidades de 30, 60, 90 e 120 camarões m⁻² observaram pesos médios finais maiores (8,28; 6,57; 5,69 e 5,02 g, respectivamente), quando comparados aos obtidos no presente trabalho. No presente estudo, os resultados de sobrevivência não apresentaram diferença significativa entre as quatro densidades testadas (25, 50, 75 e 100 camarões m⁻²), apresentando valores médios acima de 79 %, considerados satisfatórios para a fase de engorda.

Como o objetivo da fase de engorda é a produção de camarões com cerca de 5,0 g ao final de aproximadamente 60 dias de cultivo, recomenda-se a utilização de no máximo 75 camarões m⁻², de modo que a densidade de estocagem não reduza as taxas de crescimento e com isso, aumente o período de cultivo. Recomenda-se ainda, a utilização simultânea de diferentes densidades de estocagem, para que se obtenha uma produção de forma escalonada, utilizando densidades mais baixas para obtenção de iscas vivas em um menor espaço de tempo, e densidades mais altas para obtenção de iscas vivas num prazo de tempo mais longo e, desta forma, obter camarões disponíveis para venda ao longo de um maior período. Embora exista viabilidade técnica para este escalonamento, a sua viabilidade econômica só pode ser confirmada após uma análise financeira.

Os resultados de sobrevivência e peso médio observado ao final de 60 dias de cultivo com *F. brasiliensis* demonstraram que a espécie tem potencial para ser cultivada em sistema de bioflocos para a produção de isca viva.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e ao Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) pelo apoio financeiro. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida a JENSEN, L.V. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de produtividade em pesquisa concedidas a Wilson Wasielesky Junior, Luis Henrique Poersch e José Roberto Verani.

Referências

- ALLAN, GL. and MAGUIRE, GB., 1992. **Effects of stocking density in production of *Penaeus monodon* Fabricius in model farming ponds.** Aquaculture, vol.107, no.1, p. 49-66.
- ALONSO-RODRIGUEZ; PAEZ-OSUNA. **Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California.** Aquaculture. vol.219, p.317-336, 2003.
- AMINOT, A.E.; CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin.** Brest: ANEXO. 1983. 395p.
- ARAVINDAKSHAN, PN., PAULINOSE, VT., BALASUBRAMANIAN, T., MENON, PG. and KRISHNANKUTTY, M., 1980. **On the growth of *Penaeus indicus* experimented in cages at different densities in a selected nursery ground.** Proceedings of the Symposium on Coastal Aquaculture, Part-1: Prawn-Culture. Marine Biological Association of India, Cochin, India. p. 398-402.
- AVNIMELECH, Y. **Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems.** Aquaculture, vol.176, p.227-235, 1999.
- AVNIMELECH, Y. **Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds.** Aquaculture, vol. 264, p.140–147, 2007.
- BALLESTER, E.L.C.; ABREU, P.C.; CAVALLI, R.O.; EMERENCIANO, M; ABREU, de L.; WASIELESKY, W. Jr. **Effect of practical diets with different protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system.** Aquaculture Nutrition, vol.16, p.163-172, 2010.

- BARBIERI, R.C.J.; OSTRENSKY, A. **Camarões Marinhos: engorda**. Vol. 2. *Aprenda Fácil Editora*. Viçosa, MG. 2002. 370p.
- BAUMGARTEN, M.G.Z.; ROCHA, J.M.B.; NIENCHESKI, L.F. **Manual de Análises em Oceanografia Química**. Rio Grande, RS, FURG. 1996. p.39-42.
- BECATTO, M.A.B. 2009. A pesca de iscas vivas na região estuarino-lagunar de Cananéia/SP: análise dos aspectos sociais, econômicos e ambientais como subsídio ao manejo dos recursos e ordenamento da atividade. São Carlos: Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos. 175 p.
- BENDSCHNEIDER, K.; ROBINSON, R.J. **A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water**. *Journal of Marine Research*. vol.11, p.87-96, 1952.
- BRITO, R.; CHIMAL, M-E.; ROSAS, C. **Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Decapoda:Penaeidae)**. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol.244, p.253-263. 2000.
- BUCKUP, L. and BOND-BUCKUP, G. 1999. Os Crustáceos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Ed.Universidade /UFRGS, 503p.
- CAMPOS, B.R.; MIRANDA FILHO, K.C.; DINCAO, F.; POERSCH, L.H.; WASIELESKY, W. **Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (LATREILLE, 1817) (CRUSTACEA: DECAPODA)**. *Revista Atlântica*.(in press).2012.
- CAVALLI, R. O.; WASIELESKY, W. J. Production of *Farfantepenaeus paulensis* as bait shrimp in cages: the influence of stocking density. In: The Annual Meetings of the World Aquaculture Society, 2003, Salvador. p. 164.

- CHAGAS-SOARES, F; PEREIRA, O.M. & SANTOS, E.P. 1995. Contribuição ao ciclo biológico de *Penaeus schmitti* (BURKENROAD, 1936), *Penaeus brasiliensis*, (LATREILLE, 1817) e *Penaeus paulensis* (PEREZ-FARFANTE, 1967), na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**. vol. 22. n° 1. p. 49-59.
- EBELING, J.M.; TIMMONS, M.B.; BISOGNI, J.J. **Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in aquaculture production systems**. *Aquaculture*. vol.257, p.346-358, 2006.
- EMERENCIANO, M.G.C. **Flocos microbianos: aspectos zootécnicos do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e *Farfantepenaeus brasiliensis***. 2007.49 p. Dissertação (Mestrado). Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- EMERENCIANO, M.; BALLESTER, E.L.C.; CAVALLI, R.O.; WASIELESKY, W.Jr. **Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817)**. *Aquaculture Research*. vol.43, p. 447-457, 2012.
- FABRI, J.B., 2006. Pesca. In: DACOSTA, L. (org.) *Atlas do Esporte no Brasil*. CONFEF, Rio de Janeiro, chap. 10; 9-12.
- GIROTTI, MVF., 2010. Efeitos da Amônia sobre Juvenis de *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD,1936) e de *Litopenaeus vannamei* (BOONE,1931): Excreção e Toxicidade. Curitiba. Universidade Federal do Paraná. 79p. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias.
- KRUMMENAUER, D.; PEIXOTO, S.; CAVALLI, R.O.; POERSCH, L.H.; WASIELESKY, W. **Superintensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc**

- Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities.** Journal of the World Aquaculture Society, vol. 42, p.726-733, 2011.
- LOPES, D.L.A.; PEIXOTO, S.; WASIELESKY, W.; BALLESTER, E.L.C. 2009. Análise comparativa do cultivo dos camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis* criados em gaiolas em ambientes estuarinos. Ciência Rural (UFSM. Impresso), vol. 39. p. 1540-1546.
- OTOSHI, C.A.; SCOTT, M.S.; NAGUWA, F.C. & MOSS, S.M. 2007. Production/Commercial-Scale RAS Trial Yields Record Shrimp Production for Oceanic Institute. **Global Aquaculture Advocate.** vol 10. n° 2. p. 74-76.
- PEIXOTO, S.; LOPES, D.L.A.; VITA, G.; SOARES, R.; CAVALLI, R.O. & WASIELESKY, W. 2008. Reprodução e produção do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Crustacea:Decapoda) no Sul do Brasil. In:José Cyrino, João Scorvo, Luis André Sampaio & Ronaldo Cavalli. (Ed.). *Tópicos especiais em biologia aquática e aqüicultura II. Jaboticabal, SP: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática.* p. 219-234.
- PRETO, AL., PISSETI, TL., WASIELESKY, W., POERSCH, LH. and CAVALLI, R.O. 2009. Production of live bait-shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) in cages at varying stocking densities. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, vol. 35, no. 1, p. 39-45.
- SAMOCHA, T.M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; ALI, A.; BURGER, J.M.; ALMEIDA, R.V.; AYUB, Z.; HARISANTO, M.; HOROWITZ, A.; BROCK, D.L. **Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*.** Aquacultural Engineering, vol.36, p.184-191, 2007.

- SANTOS, M. H. S. **Alimentação do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Decapoda, Penaeidae) cultivado.** 2003. 229p. Tese (Doutorado). Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- SPERANDIO, LM., 2004. Transporte de pós-larvas e juvenis de camarões de água doce. Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista. 43p. Dissertação de Mestrado em Aqüicultura.
- UNESCO. **Chemical methods for use in marine environmental monitoring.** Paris, France: Intergovernmental Oceanographic Commission, 1983. (Manual and guides,12).
- VALENTI, W.C.; HAYD, L.A.; VETORELLI, M.P. and MARTINS, M.I.E.G. 2008. Viabilidade econômica da produção de iscas e juvenis de *Macrobrachium amazonicum* no Pantanal. *In:* José Cyrino, João Scorvo, Luis André Sampaio & Ronaldo Cavalli. (Ed.). *Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura II. Jaboticabal, SP: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática*, p. 25-35.
- VINATEA L.; GALVEZ, A.O.; BROWDY, C.L.; STOKES, A.; VENERO, J.; HAVEMAN, J.; LEWIS, B.L.; LAWSON, A.; SHULER, A.; LEFFLER, J.W. **Photosynthesis, water respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive raceway culture with zero water exchange: Interaction of water quality variables.** *Aquacultural Engineering*. vol.42, p.17-24, 2010.
- VAN WYK, P.; SCARPA, J. Water quality requirements and management. *In:* Van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K. L., Mountain, J., & Scarpa, J., (Eds.). **Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems.** *Florida department of agriculture and consumer services*, Tallahassee, 1999, p.144-162.
- WASIELESKY, W.J. **Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: Efeitos de parâmetros**

- ambientais e manejo de cultivo.** 2000. 199p. Tese (Doutorado). Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- WASIELESKY, W.Jr, LH POERSH, L JENSEN & A BIANCHINI. 2001. Effect of stocking density on pen reared pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Decapoda, Penaeidae). *Nauplius*, 9 (2): 163-167.
- WASIELESKY, W.J.; ATWOOD, H.I; STOKES, A.; BROWDY, C.L. **Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*.** *Aquaculture*. vol.258, p.396-403, 2006.
- WASIELESKY, W.J.; KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L.H. **Cultivo de camarões em sistema de bioflocos (biofloc technology).** *Revista da Associação Brasileira de criadores de Camarão*. Ano XI – Edição Nº 1, p.65-67, 2009.
- WYBAN, J.A.; SWEENEY, J.N.; KANNA, R.A.; KALAGAYAN, G.; GODIN, D.; HENANDEZ, D.; HAGINO, G. **Intensive shrimp culture management in round ponds.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, João Pessoa, PB. **Anais**. vol. 1, p.189-202 ,1989.
- WYBAN, J.A.; SWEENEY, J.N. **Intensive shrimp production technology.** *Oceanic Institute Shrimp Manual*. Honolulu, Hawaii, USA. The Oceanic Institute, 1991, 158p.

CAPITULO IV

**Efeito da densidade de estocagem no transporte de juvenis de
Farfantepenaeus brasiliensis (Latreille, 1817) utilizados como isca
viva na pesca amadora**

THE EFFECT OF STOCKING DENSITY ON THE TRANSPORT OF *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) AS LIVE BAIT FOR SPORT FISHING

¹ Departamento de Hidrobiologia - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil.

² Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Instituto de Zootecnia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Correspondence: L. Jensen, Universidade Federal do Rio Grande, C. P. 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil.

E-mail: jensenlv@yahoo.com.br

ABSTRACT

The capture of juvenile shrimp as live bait for sport fishing has intensified, as has the trade of shrimp in different locations. The transport of shrimp to regions other than those in which they are captured is often performed poorly due to the lack of information regarding effective transport, resulting in high mortality of the transported animals. The aim of this study was to determine the optimum stocking density for the transport of juvenile *Farfantepenaeus brasiliensis* (weight: 5.53 ± 1.20 g) and to evaluate the effect of the addition of hydrated lime in the transport water. Four stocking densities were tested for transport (1, 2, 3 and 4 shrimp L^{-1}). Following the analysis of the results obtained in the density experiment, the addition of hydrated lime (0.15 g L^{-1}) in the transport water was also tested. Water quality and the final survival were negatively correlated with increasing stocking density. The use of hydrated lime in the transport water attenuated the observed effects on water quality parameters.

Keywords: pink-shrimp, juvenile, water quality, survival

RESUMO

Efeito da densidade de estocagem no transporte de juvenis de *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) utilizados como isca viva na pesca amadora

A captura de camarões juvenis destinados a pesca amadora como isca viva tem se intensificado assim como o comércio destes camarões entre diferentes localidades. O transporte destes camarões para outras regiões muitas vezes é realizado de forma precária ocasionando elevadas mortalidades, consequência da quase inexistência de informações sobre o assunto. O objetivo do trabalho foi determinar a melhor densidade de estocagem para o transporte de juvenis de *Farfantepenaeus brasiliensis* ($5,53 \pm 1,20$ g) e analisar o efeito da adição de cal hidratada na água de transporte. Foram testadas quatro densidades de estocagem para o transporte (1, 2, 3 e 4 camarões L^{-1}). Após a análise dos resultados obtidos no experimento de densidade testou-se a adição de $0,15$ g L^{-1} de cal hidratada na água de transporte. Os parâmetros da qualidade de água e a sobrevivência final apresentaram uma correlação negativa com o aumento da densidade. O uso de cal hidratada na água de transporte atenuou a variação dos parâmetros da qualidade de água.

Palavras-chave: camarão rosa, juvenis, qualidade de água, sobrevivência.

Introdução

Além de ser popular e crescente no mundo todo, a pesca amadora é considerada uma importante atividade recreativa, econômica e social que gera emprego e renda. Somente nos Estados Unidos, por exemplo, estima-se que cerca de 30 milhões de norte-americanos, de 16 anos ou mais, realizaram diferentes tipos de pesca sem finalidade comercial no ano de 2006, totalizando 42 bilhões de dólares investidos com a prática da pesca amadora (Kempthorne, *et al.*, 2006). No Brasil, o turismo de pesca amadora teve grande expansão desde o começo da década de 1990 e estima-se que hoje existam 25 milhões de pescadores amadores no país (Fabri, 2006).

Com o aumento do turismo de pesca nos últimos anos, a pesca amadora e a captura de iscas vivas para suprir esta atividade vêm sendo considerada uma ameaça em algumas regiões, principalmente pela falta de monitoramento e ordenamento adequados, contribuindo assim para a diminuição dos estoques naturais (Mendonça, 2007).

A captura de camarões juvenis para isca viva intensificou-se nos últimos anos e muitas regiões do Brasil atualmente não suprem mais as necessidades dos seus frequentadores (pescadores amadores), necessitando transportar camarões de outras regiões para suprir a demanda do mercado local de isca viva (Beccato, 2009). Muitas vezes, este transporte é realizado de forma precária, ocasionando elevadas mortalidades, consequência da quase inexistência de informações sobre o assunto. Uma das grandes dificuldades observadas para o transporte destas iscas vivas é a falta de informações acerca da densidade de estocagem a ser utilizada.

Embora a densidade de estocagem já tenha sido um parâmetro amplamente estudado em cultivos de diferentes espécies de camarões (Aravindakshan *et al.*, 1980; Allan & Maguire, 1992; Wasielesky *et al.*, 2001; Preto *et al.*, 2009; Fóes *et al.*, 2011; Krummenauer *et al.*,

2011), trabalhos específicos relatando densidades para o transporte de iscas vivas ainda são escassos, principalmente com espécies nativas do litoral brasileiro. Segundo, Peixoto *et al.*, (2008), o camarão *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) é uma espécie muito rústica e resistente ao manejo durante a captura, essas características o torna indicado para o uso como isca viva. Além disso, a espécie apresenta ampla distribuição, ocorrendo desde a Carolina do Norte (EUA) até a costa do Rio Grande do Sul (Buckup & Bond-Buckup, 1999).

Durante o transporte, os parâmetros da qualidade da água tendem a se alterar rapidamente, podendo muitas vezes atingir valores não apropriados a manutenção dos organismos vivos. De acordo com Barajas *et al.*, (2006), é importante controlar as condições ambientais durante o transporte de camarões, levando em consideração que essas condições mudam durante o tempo de transporte. Para tentar minimizar estas variações, algumas substâncias têm sido adicionadas á água de transporte com o objetivo de reduzir o estresse dos organismos aquáticos. Barbieri & Ostrensky (2002), citam que é altamente recomendável para o transporte de pós-larvas de peneídeos em sacos plásticos a adição de microalgas (80.000 cel ml⁻¹) e carvão ativado (0,3 g L⁻¹). Segundo os mesmos autores, pode ser utilizado também o TRIS (Hydroximetil Amino-Metano) para evitar a variação do pH durante o transporte (0,08 g L⁻¹).

Segundo Van Wyk & Scarpa (1999), a elevada alcalinidade atenua a oscilação dos valores de pH resultantes dos processos respiratórios, e respectiva liberação de dióxido de carbono (CO₂) no meio. Para esta finalidade, alguns produtos como o calcário calcítico (CaCO₃) e dolomítico (CaMg(CO₃)₂) são comumente utilizados em tanques e viveiros para a correção do pH e alcalinidade em cultivos de peixes e camarões, assim como a cal hidratada (Ca(OH)₂) a qual é mais empregada para a desinfecção de viveiros por causar uma elevação brusca de pH. Entretanto, a utilização de (Ca(OH)₂) para elevar o pH e alcalinidade da água de cultivo pode ser eficaz e sem levar risco de mortalidade aos organismos cultivados se a

dosagem for adequada (Furtado *et al.*, 2011), no entanto, no transporte de camarões os seus efeitos ainda não foram avaliados.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar a melhor densidade de estocagem para o transporte de juvenis de *F. brasiliensis* e analisar o efeito da adição de cal hidratada na água de transporte.

Material e Métodos

Juvenis de *F. brasiliensis* com peso médio de $5,53 \pm 1,20$ g, foram obtidos na Estação Marinha de Aquicultura - Universidade Federal do Rio Grande (EMA-FURG), Rio Grande-RS, Brasil. Os camarões foram transferidos de um viveiro de cultivo para um tanque com 4.000 litros com água filtrada (5 μ m), com temperatura de 22,0 °C e 22,0 de salinidade, onde passaram por um período de aclimação de 4 dias antes de serem utilizados no experimento. Após o período de aclimação, os animais foram submetidos a uma simulação de transporte de 12 horas, onde foram testadas diferentes densidades de estocagem (tratamentos 1, 2, 3 e 4 camarões L⁻¹), com três repetições cada.

As unidades experimentais consistiram de sacos plásticos transparentes com capacidade total de 50 L. Nestas unidades foram adicionados 10 L de água com temperatura de 22,0 °C e 22,0 de salinidade, os camarões e oxigênio puro de forma a inflar o saco mantendo a proporção de 1/3 do volume com água e 2/3 com oxigênio. Antes de lacrar cada saco plástico, foi inserida uma mangueira transparente com 1 m de comprimento e 0,3 cm de diâmetro interno, por onde eram extraídas amostras de água (60 mL) a cada 2 horas para o monitoramento da qualidade da água durante a simulação do transporte. As mangueiras continham um peso amarrado em uma das pontas, de modo que a mesma permanecesse dentro da água e a outra ponta, no lado externo, um pequeno registro para o controle da retirada das amostras de água. Para verificar a taxa de transferência do oxigênio puro inserido

nos sacos para a água de transporte, foram monitoradas as concentrações de oxigênio dissolvido em outras três unidades experimentais onde não foram inseridos camarões.

Após definir qual a melhor densidade de estocagem para o transporte, foi realizado um segundo experimento, utilizando outras três unidades experimentais (tratamento 3 camarões L^{-1} - cal hidratada) onde foi adicionado 0,15 g de $Ca(OH)_2 L^{-1}$ (Furtado *et al.*, 2011), para testar a possível minimização da variação da alcalinidade e do pH, elevando a alcalinidade da água de transporte de 125 mg $CaCO_3/L$ para 200 mg $CaCO_3 L^{-1}$. Esta adição foi realizada 15 minutos antes da estocagem dos camarões nos sacos de transporte, de modo que os camarões não passaram por nenhum tipo de aclimação a nova alcalinidade (200 mg $CaCO_3 L^{-1}$). Neste experimento, foram utilizados sacos plásticos transparentes com capacidade total de 15 L onde foram estocados 3 L de água, nas mesmas condições de salinidade e temperatura. Diferentemente do experimento onde se testou diferentes densidades de estocagem no qual os camarões permaneciam com acesso ao alimento, neste experimento, os camarões foram submetidos a um jejum de 12 h antes do início do experimento.

Para manter a temperatura semelhante em todas as unidades experimentais foi utilizada uma “water table” contendo cerca de 10 cm de água a qual era mantida aquecida por meio de aquecedores submersos com termostato. Para uma melhor homogeneização da temperatura da água da “water table” foi mantida uma aeração constante.

Os valores de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH foram monitorados utilizando um multi-parâmetros YSI 556 (Yellow Springs Instruments, Yellow Springs, OH, EUA). Os valores de amônia total ($N-NH_3 + N-NH_4^+$) foram monitorados através do método da UNESCO (1983), a alcalinidade pelo método de Baumgarten *et al.*, (1996) e a concentração de CO_2 determinada pelas equações de Summerfelt (1996), as quais utilizam os valores de pH e alcalinidade da água para a determinação da concentração do CO_2 .

A sobrevivência dos camarões foi monitorada a cada hora e ao final das 12 h do período da simulação do transporte foram retirados os camarões mortos e determinada a sobrevivência final para cada tratamento. Considerou-se como morto, os camarões que não respondiam mais a estímulos mecânicos.

Após a realização dos experimentos, os camarões foram submetidos a um teste de estresse salino por 24 h para verificar a influencia dos diferentes tratamentos na condição dos animais após a chegada dos mesmos ao seu destino final. Para a realização deste teste os camarões foram transferidos diretamente dos sacos para novas unidades experimentais (15 caixas plásticas retangulares de 0,32 x 0,65 x 0,40 m – C x L x A), sem nenhum tipo de aclimatação, onde permaneceram por 24 h. As caixas plásticas continham 30 L de água marinha com temperatura de 22 °C, aeração constante e previamente preparadas com 3 diferentes salinidades (12, 22 e 32). Foram utilizados 6 camarões por caixa (18 camarões por tratamento). A sobrevivência durante o teste de estresse salino foi verificada após 2, 12 e 24 h.

A análise estatística dos parâmetros de qualidade da água entre os tratamentos foi realizada através de ANOVA – uma via, e posteriormente submetidos ao teste “Newman-Keuls”. Os dados de sobrevivência final foram transformados através da aplicação do arco seno da raiz quadrada, e posteriormente analisados com ANOVA - uma via e subsequente teste de “Newman-Keuls”.

Resultados

Os resultados de sobrevivência e os parâmetros de qualidade de água monitorados durante o período experimental podem ser observados na Tabela 4.1 e Figura 4.1. A salinidade da água de transporte não variou ao longo das 12 h de experimento e a temperatura média no interior das unidades experimentais foi de $22,26 \pm 0,16$ °C.

As concentrações médias de oxigênio dissolvido ao final do período de 12 h apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos testados (Tab. 4.1) sendo observada uma diminuição nos níveis de oxigênio dissolvido nas primeiras 2 h nos tratamentos utilizando-se 2, 3 e 4 camarões L^{-1} (Fig. 4.1.A). No tratamento com 4 camarões L^{-1} , após 5 h do início do experimento, a concentração média de oxigênio dissolvido já era de $1,99 \text{ mg } L^{-1}$, e ao final de 12 h, a média era de $1,41 \text{ mg } L^{-1}$ (Fig. 4.1.A). No tratamento com 3 camarões/L, valores abaixo de $2 \text{ mg } L^{-1}$ de oxigênio dissolvido só foram detectados a partir da décima hora de transporte, onde duas das repetições apresentaram concentrações de $1,78$ e $1,97 \text{ mg } L^{-1}$ e uma média, ao final de 12 h, de $1,96 \text{ mg } L^{-1}$ (Fig. 4.1.A). Já nos demais tratamentos não foram detectados valores abaixo de $2 \text{ mg } L^{-1}$ durante o período experimental. Com relação à taxa de incorporação de oxigênio na água (densidade 0 camarões L^{-1}), foi observado uma média de $12,39 \pm 2,88 \text{ mg } L^{-1}$, com um mínimo inicial de $7,45 \text{ mg } L^{-1}$ e um máximo de $16,16 \pm 2,17 \text{ mg } L^{-1}$. Ao final da simulação do transporte houve um acréscimo médio de $8,71 \text{ mg/L}$ de oxigênio dissolvido, com uma taxa média de $0,72 \text{ mg } L^{-1} \text{ h}^{-1}$.

O pH apresentou um comportamento semelhante ao do oxigênio dissolvido, apresentando diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$) (Tab. 4.1.), decrescendo rapidamente no início do experimento. Nos tratamentos com 1, 2, 3 e 4 camarões L^{-1} verificou-se que da variação total do pH (1,2; 1,42; 1,58 e 1,59), durante as 12 h do experimento, 52,5; 73,24; 79,74 e 79,87 % ocorreram nas duas primeiras horas, respectivamente (Fig. 4.1.B). Já no tratamento (3 camarões L^{-1} – cal hidratada) a diminuição do pH não foi tão intensa, sendo observado uma variação de 19,13 %, após as duas primeiras horas de transporte (Fig. 4.1.B). Embora a variação do pH no tratamento (3 camarões L^{-1} – cal hidratada) ao longo do período de transporte tenha sido num ritmo menos estressante do ponto de vista fisiológico, se comparada aos tratamentos 1, 2, 3 e 4 camarões L^{-1} , ao final do experimento apresentou uma variação total semelhante (1,62) (Fig. 4.1.B).

Assim como o pH e o oxigênio dissolvido, a alcalinidade apresentou uma redução nos seus níveis nas duas primeiras horas nos tratamentos 1, 2, 3 e 4 camarões L⁻¹ onde verificou-se uma redução de 12,0; 13,6; 20,0 e 34,72 % sobre a alcalinidade inicial (125 mg CaCO₃ L⁻¹), e ao final do experimento uma redução de 22,0; 26,64; 34,64 e 42,64 %, respectivamente (Fig. 4.1.C). No tratamento (3 camarões L⁻¹ – cal hidratada) a redução dos níveis de alcalinidade nas duas primeiras horas foi de 14,2 %, e no final do experimento apresentava uma redução de 19,2 % (Fig. 4.1.C) em relação a alcalinidade inicial (200 mg CaCO₃ L⁻¹). As concentrações médias de alcalinidade ao final do período de 12 h apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos testados (Tab. 4.1).

O aumento das concentrações de dióxido de carbono deu-se mais intensamente nos tratamentos com as densidades mais elevadas (2, 3 e 4 camarões L⁻¹) as quais apresentaram um aumento nas primeiras duas horas se comparadas com a concentração de dióxido de carbono no tratamento com 1 camarão L⁻¹, que teve um menor aumento neste mesmo período (Fig. 4.1.D). Observa-se também, que para o tratamento onde foi adicionado cal hidratada, a concentração final de dióxido de carbono foi inferior ($5,20 \pm 1,68$ mg L⁻¹) se comparada com o tratamento com a mesma densidade onde não foi adicionado cal hidratada ($35,57 \pm 9,65$ mg L⁻¹) (Fig. 4.1.D). As concentrações médias de dióxido de carbono ao final do período de 12 h apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos testados (Tab. 4.1).

Assim como os demais parâmetros já comentados anteriormente, os valores de amônia total na água apresentaram variações importantes nas duas primeiras horas do experimento (Fig. 4.1.E). Não foram detectadas diferenças significativas ($p > 0,05$) nas concentrações de amônia total nos tratamentos com 2, 3 e 4 camarões L⁻¹ (Tab. 4.1), os quais apresentaram um aumento significativo nas primeiras horas, seguido por certa estabilidade na taxa de excreção dos animais, iniciando um segundo pico na concentração de amônia total somente após 10 h de experimento (Fig. 4.1.E). Embora no tratamento com 1 camarão L⁻¹ a concentração de

amônia total também tenha apresentado um pico nas duas primeiras horas, esta manteve-se subindo ao longo das demais horas do período experimental. Na densidade de 3 camarões L⁻¹ onde foi adicionada cal hidratada na água verificou-se valores de amônia total inferiores aos valores observados no tratamento na mesma densidade onde não foi adicionado cal hidratada, entretanto, os camarões do tratamento onde foi adicionado cal foram submetidos previamente a um período de jejum, antes da realização do experimento.

Com relação à sobrevivência durante o experimento, não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$) até a décima primeira hora. O tratamento 4 camarões L⁻¹, após 5 h de experimento, apresentava as primeiras mortalidades (2,5 %), obtendo ao final do experimento uma sobrevivência média de $85,0 \pm 7,50$ % ($p < 0,05$). Os tratamentos 1 e 2 camarões L⁻¹ bem como o tratamento 3 camarões L⁻¹ - cal hidratada apresentaram sobrevivência média final de 100 %. No tratamento 3 camarões L⁻¹, foi verificada mortalidade após 11 h de experimento (4,5 %), obtendo ao final do experimento uma sobrevivência média de $95,5 \pm 1,90$ %.

No teste de estresse salino não foi verificada nenhuma mortalidade em nenhum dos tratamentos nas duas primeiras horas, havendo uma morte na salinidade 12 após 12 h de experimento no tratamento com 3 camarões L⁻¹. No tratamento 4 camarões L⁻¹, nesta mesma salinidade, também ocorreu uma mortalidade após 12 h, obtendo 50 % de sobrevivência ao final das 24 h do teste.

Discussão

O transporte é um procedimento traumático que consiste de uma sucessão de estímulos adversos, incluindo a captura, o carregamento das unidades de transporte, o transporte em si, o descarregamento e a estocagem dos animais no seu destino final (Robertson *et al.*, 1988). Conforme Vadhyar *et al.*, (1992) a combinação da diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido, aumento do dióxido de carbono, amônia e população bacteriana dentro das

embalagens de transporte pode desempenhar papel importante na mortalidade dos camarões, mais do que o estresse causado por qualquer um destes parâmetros isoladamente.

A manutenção dos parâmetros de qualidade da água dentro das faixas ideais ou no mínimo de tolerância para cada espécie é de fundamental importância, já que os fatores físicos e químicos de qualidade da água podem interferir diretamente no desempenho e sobrevivência dos organismos aquáticos (Vinatea, 1997; Barbieri & Ostrensky, 2002), porém, existem poucas informações a respeito de aspectos biológicos e fisiológicos direcionados ao cultivo e transporte do camarão *F. brasiliensis*.

Um dos limitantes no transporte de animais vivos é a concentração de oxigênio dissolvido, a qual é considerada um dos fatores ambientais mais estressantes e limitantes dentro da aquicultura (Li *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2006; Rosas *et al.*, 1997). A respiração dos organismos aquáticos e acúmulo de matéria orgânica originada da decomposição dos resíduos de ração e das fezes podem provocar condições de hipoxia ou anoxia na água (Zhang *et al.*, 2006). Sperantio (2004), transportando juvenis de *Macrobrachium amazonicum* ($0,09 \pm 0,03$ g) durante 8 h em diferentes densidades (5,8; 11,6; 17,4 e 23,2 g L⁻¹), verificou uma diminuição nos valores de oxigênio dissolvido na água de transporte dos camarões (7,3; 6,2; 5,1 e 2,3 mg L⁻¹) e uma diminuição na sobrevivência dos animais com o aumento da densidade de estocagem (98,9; 99,2; 52,7 e 9,6 %), respectivamente.

Concentrações de oxigênio dissolvido inferiores a 2 mg L⁻¹ são classificadas como letais a camarões, principalmente se a exposição durar mais que algumas horas (Boyd, 1990). Desta forma, no presente trabalho, a exposição dos camarões a concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 2 mg L⁻¹ nas densidades de estocagem mais elevadas (3 e 4 camarões L⁻¹) podem ter influenciado negativamente na sobrevivência destes animais. Cabe salientar que no tratamento 4 camarões L⁻¹, após 5 h de experimento os níveis de oxigênio já se apresentavam abaixo de 2 mg L⁻¹. Verificou-se então que ocorreu uma variação nos valores de

oxigênio dissolvido da água de transporte influenciada pela densidade de estocagem e que a adição de cal hidratada, aparentemente, resulta em um menor consumo de oxigênio. Este menor consumo pode estar associado a uma condição de transporte menos estressante para os camarões, com níveis mais elevados de alcalinidade e pH se comparado aos níveis do tratamento onde se utilizou a mesma densidade de estocagem (3 camarões L⁻¹) sem a adição de cal.

O pH é outro parâmetro importante a ser considerado visto que possui efeito sobre o metabolismo e processos fisiológicos de todos os organismos aquáticos. Além disso, o pH também exerce uma forte influência sobre a toxicidade de certos parâmetros químicos, tais como a amônia não ionizada, que se torna mais abundante em pH alcalino, e o ácido sulfídrico (H₂S), que aumenta proporcionalmente em pH ácido (Vinatea, 1997). Alguns estudos demonstraram um aumento da sensibilidade dos animais quando expostos a baixos níveis de pH e a níveis reduzidos de oxigênio dissolvido (Allan & Maguire, 1991; Martínez *et al.*, 1998; Zhang *et al.*, 2006), o que confirma a importância do controle do pH dentro de níveis adequados durante o transporte de camarões. Van Wyk & Scarpa (1999), relatam que em sistemas de cultivo, os camarões marinhos apresentam seu melhor desenvolvimento com pH na faixa de 7,0 a 9,0 e que níveis abaixo de 6,5 e acima de 10,0 seriam prejudiciais as brânquias dos camarões.

Giroto (2010), analisando a excreção e a toxicidade da amônia no transporte de juvenis de *Litopenaeus vannamei* e *Litopenaeus schmitti*, verificou que após duas horas e meia de transporte, ocorreu uma diminuição dos níveis de pH com o aumento da densidade de estocagem, em ambas as espécies. Sperantio (2004), transportando juvenis de *M. amazonicum* (0,09 ± 0,03 g) durante 8 h em diferentes densidades de estocagem (5,8; 11,6; 17,4 e 23,2 g L⁻¹) verificou uma diminuição nos valores de pH da água de transporte de 7,8 para 6,5 nas densidades mais baixas e para 6,3 nas densidades mais elevadas com uma diminuição na

sobrevivência dos camarões a medida que a densidade de estocagem aumentou (92,3; 81,7; 34,0 e 7,5 %, respectivamente). Os valores de pH observados neste trabalho, apresentaram resultados similares de redução dos níveis de pH com o aumento da densidade. Todos os valores de pH obtidos nos diferentes tratamentos estiveram compreendidos na faixa considerada não prejudicial a peneídeos, entretanto, nos tratamentos 3 e 4 camarões L⁻¹ os valores médios de pH ao final do experimento (6,67 e 6,66, respectivamente), estiveram muito próximos ao limite prejudicial. Embora a sobrevivência no tratamento onde foi adicionada cal hidratada tenha sido de 100 % ao final do experimento, sugere-se uma previa aclimatação dos mesmos a um pH e a uma alcalinidade intermediária a realizada no transporte com adição de cal, para diminuir o estresse inicial no transporte.

Segundo Van Wyk & Scarpa (1999) o *L. vannamei* necessita valores de alcalinidade superiores a 100 mg CaCO₃ L⁻¹, para o seu bom desenvolvimento. Para Ebeling *et al.*, (2006), em sistemas com limitada troca de água, a alcalinidade deve estar entre 100-150 mg CaCO₃ L⁻¹, para que não ocorra queda nos níveis de pH e desempenho dos organismos. No presente trabalho, com exceção do tratamento 3 camarões L⁻¹ -cal hidratada, os níveis de alcalinidade em todos os demais tratamentos apresentaram uma diminuição com o aumento da densidade de estocagem, permanecendo abaixo do valor recomendado por Van Wyk & Scarpa (1999) a partir da oitava hora de experimento. A utilização de cal hidratada para elevar a alcalinidade aparentemente se mostrou eficiente, visto que ao final das 12 h do período de transporte ainda apresentava valores elevados e sem apresentar mortalidades.

Níveis de gás carbônico dissolvido inferiores a 5 mg L⁻¹ são considerados ideais e até 20 mg L⁻¹ de CO₂ na água são considerados aceitáveis para peneídeos (Van Wyk & Scarpa 1999). Já concentrações entre 20 e 60 mg L⁻¹ CO₂ não são letais mas causam interferências na troca de CO₂ nas brânquias e em concentrações superiores a 60 mg L⁻¹ podem ser fatais. O CO₂ se torna tóxico aos organismos aquáticos por reduzir a capacidade da hemolinfa em

transportar o oxigênio, acidificando a hemolinfa e gerando um estresse metabólico. Com o incremento da temperatura e da salinidade da água os níveis de CO₂ tendem a ser reduzidos, conforme a solubilidade dos gases, no entanto com o incremento da biomassa de organismos vivos respirando as concentrações tendem a se elevar. Uma das formas de minimizar o acúmulo de dióxido de carbono dissolvido é através das renovações de água, o que naturalmente não ocorrem em transportes de organismos vivos, outra forma de mitigar esse problema é através da aplicação de compostos alcalinizantes (bases) na água de transporte, de modo que esses compostos deslocam o equilíbrio do CO₂ para a formação dos bicarbonatos e esses para carbonatos ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \leftrightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$). No presente estudo verificou-se o incremento dos níveis de CO₂ dissolvido com o incremento da densidade, e redução dos níveis de alcalinidade e pH, no entanto os maiores níveis de dióxido de carbono encontrados se mantiveram numa faixa considerada prejudicial para peneídeos, porém não letal (Van Wyk & Scarpa, 1999). No tratamento onde foi aplicada a cal hidratada na água de transporte verificou-se menores níveis de CO₂, consequência dos valores de pH e alcalinidade mais elevados neste tratamento. Com isso, a proporção de CO₂ livre na água foi menor, resultando em valores dentro do intervalo considerado ideal para a peneídeos (Van Wyk & Scarpa, 1999).

Além da inclusão de cal hidratada para amenizar as alterações nos parâmetros de qualidade da água, outra ação importante que pode ser feita é o controle da temperatura da água de transporte dos animais. Kir *et al.*, (2004) encontraram um aumento da tolerância para níveis de amônia total em juvenis de *Penaeus semisulcatus* com redução da temperatura da água onde esses animais estavam de 26 °C para 14 °C. Segundo Barajas *et al.*, (2006), esse fato fisiológico pode ser explicado pelo aumento da excreção de amônia em crustáceos com a elevação da temperatura (Regnault, 1987) e pelo aumento da temperatura promover um aumento da concentração da forma não ionizada e mais tóxica da amônia (NH₃-N) (Bower & Bidwell, 1978).

A toxicidade da amônia para camarões está relacionada a vários processos metabólicos. A amônia diminui a absorção de sódio por parte dos camarões, inibindo o funcionamento da bomba de sódio/potássio que, por sua vez, é um mecanismo muito importante na regulação osmótica dos camarões. Além disso, ela altera o pH das células, afetando todo o metabolismo enzimático do animal (Barbieri & Ostrensky, 2002). Concentrações elevadas de amônia na água podem irritar as brânquias dos camarões e levar a hiperplasia branquial (inchaço dos filamentos branquiais), reduzindo a capacidade dos camarões de captar o oxigênio da água. Além disso, os níveis elevados de amônia na água podem levar a um aumento da concentração de amônia na hemolinfa reduzindo a afinidade da hemocianina (pigmento de transporte de oxigênio). Juntos, esses dois últimos efeitos podem reduzir a tolerância dos camarões às condições de baixo oxigênio (Van Wyk & Scarpa, 1999).

O efeito tóxico provocado pela concentração de amônia pode variar entre espécies e com a idade do animal, sendo já relatado um aumento de tolerância a exposição de amônia com o avanço da idade (Barajas *et al.*, 2006). Segundo Ostrensky & Wasielesky (1995), a concentração letal de amônia total (CL_{50-24h}) para pós-larva (PL_1), juvenis ($5,45 \pm 0,4$ g) e adultos ($31,43 \pm 1,3$ g) de *F. paulensis* são 24,19; 51,87 e 61,63 $mg L^{-1}$, respectivamente. Neste mesmo trabalho, os autores recomendam como nível de segurança a utilização de 10% da CL_{50} , para evitar mortalidades.

Giroto (2010), analisando a excreção e a toxicidade da amônia de juvenis de *L. vannamei* e *L. schmitti* após um período de duas horas e meia de transporte, verificou uma variação entre as espécies e um aumento da concentração de amônia total em relação à densidade de estocagem (2, 3 e 5 camarões L^{-1}), com valores médios de 0,77, 1,23 e 1,60 $mg L^{-1}$ de N-AT para *L. schmitti*, e de 0,47; 0,68 e 0,85 $mg L^{-1}$ de N-AT para *L. vannamei*, respectivamente. No presente estudo, os valores de amônia total foram considerados elevados se comparados aos resultados obtidos por Giroto (2010), chegando a valores de até 10,82 mg

L^{-1} na densidade 3 camarões L^{-1} , porém, em função do pH baixo (6,67) a porcentagem de amônia tóxica também apresentou valor baixo (0,05 mg L^{-1}). Acredita-se que estes elevados valores de amônia total, sejam consequência do manejo realizado antes da simulação de transporte, o qual permitia que os camarões tivessem acesso ao alimento. No tratamento onde foi adicionada cal hidratada, a concentração de amônia total apresentou valores semelhantes ao encontrado por Girotto (2010), o qual suspendeu a alimentação dos camarões antes do transporte. Embora não tenha sido o enfoque do trabalho, os dados sugerem que a realização de um período de jejum antes do transporte é importante para que ocorra uma diminuição da excreção dos camarões e a consequente produção de amônia.

Correlações negativas entre a densidade de estocagem e a sobrevivência no transporte já foram encontradas por diversos autores os quais relataram taxas de sobrevivência menores em densidades de estocagem mais elevadas. Cobo (2003) verificou que no transporte de pós-larvas de *L. vannamei* ocorre uma queda na sobrevivência com o aumento da densidade de estocagem e o tempo de transporte. Sperandio (2004), transportando pós-larvas e juvenis de *M. rosenbergii* e *M. amazonicum* em diferentes densidades também verificou a mesma correlação negativa. No presente estudo também foi observada esta correlação negativa entre a densidade de estocagem e a sobrevivência, entretanto, a mesma só pode ser verificada após a décima primeira hora de experimento, onde na densidade mais elevada (4 camarões L^{-1}) foi observado uma sobrevivência menor que nos demais tratamentos.

Durante o teste de estresse salino, os camarões provenientes dos tratamentos 3 e 4 camarões L^{-1} mostraram uma menor resistência do que os dos tratamentos onde foi utilizado densidades de transporte mais baixas, sendo observado uma maior mortalidade quando transferidos da salinidade (22) para a salinidade mais baixa (12). Brito *et al.*, (2006), ao estudarem o efeito de mudanças abruptas de salinidade sobre a sobrevivência de pós-larvas de *F. brasiliensis* observaram que essa não foi afetada quando as pós-larvas eram transferidas de

salinidade 37 para salinidades entre 15 e 35, ocorrendo mortalidades somente para salinidades abaixo de 15. Esses autores estimaram que a salinidade letal (SL_{50}) da pós-larva desta espécie para 96 h é igual a 10. Essa baixa tolerância a baixas salinidades pode ser explicada pela espécie ser considerada eurialina limitada com distribuição natural em regiões mais salinas (Brito *et al.*, 2006).

No presente trabalho, concluiu-se que pode ser utilizado até no máximo 3 camarões L^{-1} ou ($16,5\text{ g }L^{-1}$) por no máximo 10 horas de transporte para evitar mortalidades. A utilização de 4 camarões L^{-1} embora não tenha apresentado diferença significativa na mortalidade até a décima primeira hora de transporte, não é recomendada por expor os camarões a concentrações inferiores a $2\text{ mg }L^{-1}$ de oxigênio dissolvido na água a partir da quinta hora de experimento e por apresentar baixa sobrevivência (50 %) no teste de estresse salino.

O uso de cal hidratada na água de transporte mostrou-se eficiente na atenuação da variação dos parâmetros da qualidade de água (oxigênio, pH, alcalinidade e dióxido de carbono), sendo recomendada a sua utilização para elevar a alcalinidade e pH da água de transporte a fim de diminuir o estresse dos camarões e mortalidades ao longo do transporte.

Agradecimentos

À FAPERGS (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) e ao MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura) pelo apoio financeiro. À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Ministério da Educação) pela bolsa concedida a JENSEN, L.V. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelas bolsas de produtividade em pesquisa concedidas a Wilson Wasielesky Junior, Luis Poersch e José Roberto Verani.

Referências

- ALLAN, GL. and MAGUIRE, GB., 1991. Lethal levels of low dissolved oxygen and effects of short-term oxygen stress on subsequent growth of juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture*. vol. 94, no. 1, p. 27-37.
- ALLAN, GL. and MAGUIRE, GB., 1992. Effects of stocking density in production of *Penaeus monodon* Fabricius in model farming ponds. *Aquaculture*, vol.107, no.1, p. 49-66.
- ARAVINDAKSHAN, PN., PAULINOSE, VT., BALASUBRAMANIAN, T., MENON, PG. and KRISHNANKUTTY, M., 1980. On the growth of *Penaeus indicus* experimented in cages at different densities in a selected nursery ground. Proceedings of the Symposium on Coastal Aquaculture, Part-1: Prawn-Culture. Marine Biological Association of India, Cochin, India. p. 398-402.
- BARAJAS, FM., VILLEGAS, RS., CLARK, GP. and MORENO, BL., 2006. *Litopenaeus vannamei* (Boone) post-larval survival related to age, temperature, pH and ammonium concentration. *Aquaculture Research*, vol.37, p. 492-499.
- BARBIERI, RCJ. and OSTRENSKY, A., 2002. Camarões Marinhos: engorda. Vol. 2. *Aprenda Fácil Editora*. Viçosa, MG. 370p.
- BAUMGARTEN, MGZ., ROCHA, JMB. and NIENCHESKI, LF., 1996. *Manual de Análises em Oceanografia Química*. Rio Grande, RS, FURG. p. 39-42.
- BECCATO, MAB., 2009. A pesca de iscas vivas na região estuarino-lagunar de Cananéia/SP: análise dos aspectos sociais, econômicos e ambientais como subsídio ao manejo dos recursos e ordenamento da atividade. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 175p. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais.

- BOYD, C., 1990. Water quality in warmwater fish ponds. Agricultural Experiment Station. Auburn University. Opelika, Alabama, USA, 359p.
- BOYD, C. and TUCKER, C., 1998. Pond Aquaculture: Water Quality Management. Boston: *Kluwer Academic Publishers*. 700p.
- BOWER, CE. and BIDWELL, JP., 1978. Ionization of ammonia in seawater: effects of temperature, pH and salinity. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. vol. 35, p. 1012- 1016.
- BRITO, R., CHIMAL, M-E. and ROSAS, C., 2000. Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (decapoda:penaeidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol* , vol. 244, p. 253-263.
- BUCKUP, L. and BOND-BUCKUP, G., 1999. Os Crustáceos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Ed.Universidade /UFRGS, 503p.
- COBO, ML., 2003. CENAIM Study examines effects of transport on shrimp postlarvae survival. *Global Aquaculture Advocate*, December 2003, p.38.
- EBELING, JM., TIMMONS, MB. and BISOGNI, JJ., 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in aquaculture in aquaculture production systems. *Aquaculture*, vol. 257, no. 1-4, p. 346-358.
- FABRI, JB., 2006. Pesca. In: *DACOSTA, L. (org.) Atlas do Esporte no Brasil*. CONFEF, Rio de Janeiro, chap. 10; 9-12.
- FÓES, GK., FROES, C., KRUMMENAUER, D., POERSCH, LH. and WASIELESKY, W., 2011. Nursery of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in biofloc technology culture system: survival and growth at different stocking densities. *Journal of Shellfish Research*, vol. 30, no. 2, p. 1-7.

- FURTADO, PS., POERSCH, LH. and WASIELESKY, WJ., 2011. Effect of Calcium Hydroxide, Carbonate and Sodium Bicarbonate on Water Quality and Zootechnical Performance of Shrimp *Litopenaeus vannamei* Reared in Bio-Flocs Technology (BFT) Systems. *Aquaculture*. (in press). doi:10.1016/j.aquaculture.2011.08.034
- GIROTTO, MVF., 2010. Efeitos da Amônia sobre Juvenis de *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD,1936) e de *Litopenaeus vannamei* (BOONE,1931): Excreção e Toxicidade. Curitiba. Universidade Federal do Paraná. 79p. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias.
- KEMPTHORNE, D., GUTIERREZ, CM., HALL,HD., GLASSMAN, CA. and KINCANNON, CL. 2006. National Survey of Fishing, Hunting, and Wildlife-Associated Recreation. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, and U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau, 2006. <http://www.census.gov/prod/2008pubs/fhw06-nat.pdf>
- KIR, M., KUMLU, M. and EROLDGAN, OT., 2004. Effects of temperature on acute toxicity of ammonia to *Penaeus semisulcatus* juveniles. *Aquaculture*, vol. 241, no. 1-4, p. 479-489.
- KRUMMENAUER, D., PEIXOTO, S., CAVALLI, RO., POERSCH, LH. and WASIELESKY, W., 2011. Superintensive culture of white shrimp *Litopenaeus vannamei* in a biofloc technology system in southern Brazil at different stocking densities. . *J. World Aquacult. Soc.* Vol. 42, no. 5, p. 726-733.
- LI, Y., LI, J. and WANG, Q., 2006. The effects of dissolved oxygen concentration and stocking density on growth and non-specific immunity factors in Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*. *Aquaculture*, vol. 256, no. 1-4, p.608 – 616.
- MARTINEZ, E., AGUILAR, M., TREJO, L., HERNANDEZ, I., DIAZ-IGLESIA, E., SOTO, LA., SANCHEZ, A. and ROSAS, C., 1998. Lethal dissolved oxygen concentrations for

- postlarvae and early juveniles of *Penaeus setiferus* exposed to different salinities and pH. *J. World Aquacult. Soc.* Vol. 29, no. 2, p. 221–229.
- MENDONÇA, JT., 2007. Gestão dos recursos pesqueiros do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo, Brasil. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 383p. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais.
- OSTRENSKY, A. and WASIELESKY, WJ., 1995. Acute toxicity of ammonia to various life stages of the São Paulo shrimp, *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. *Aquaculture*, vol. 132, no. 3-4, p. 339-347.
- PEIXOTO, S., LOPES, DLA., VITA, G., SOARES, R., CAVALLI, RO. and WASIELESKY, W., 2008. Reprodução e produção do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Crustacea:Decapoda) no Sul do Brasil. In: José Cyrino, João Scorvo, Luis André Sampaio & Ronaldo Cavalli. (Ed.). Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura II. Jaboticabal, SP: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p. 219-234.
- PRETO, AL., PISSETI, TL., WASIELESKY, W., POERSCH, LH. and CAVALLI, RO., 2009. Production of live bait-shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) in cages at varying stocking densities. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, vol. 35, no. 1, p. 39-45.
- REGNAULT, M., 1987. Nitrogen excretion in marine and fresh water crustacean. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, vol. 62, p. 1-24.
- ROBERTSON, L., THOMAS, P. and ARNOLD, CR., 1988. Plasma cortisol and secondary stress responses of cultures red drum (*Sciaenops ocellatus*) to several transportation procedures. *Aquaculture*, vol.68, no. 2, p. 115-130.
- ROSAS, C., SINCHEZ, A., DIAZ-IGLESIA, E., BRITO, R., MARTINEZ, E. and SOTO, LA., 1997. Critical dissolved oxygen level to *Penaeus setiferus* and *Penaeus schmitti*

- postlarvae (PL¹⁰⁻¹⁸) exposed to salinity changes. *Aquaculture* , vol. 152, no. 1-4, p. 259-272.
- SPERANDIO, LM., 2004. Transporte de pós-larvas e juvenis de camarões de água doce. Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista. 43p. Dissertação de Mestrado em Aquicultura.
- SUMMERFELT, ST., 1996. Engineering design of a water reuse system. *In: R.C. Summerfelt (Ed), Walleye culture manual. Ames, IA, North Central Regional Aquaculture Center Publication Office, IOWA State University, p. 277-309.*
- UNESCO. 1983. Direct determination of ammonia with the indophenol blue method. *In: Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Manuals and Guides 12, Intergovernmental Oceanographic Commission. Paris, France, p. 29-36.*
- VADHYAR, KJ., NAIR, CM., SINGH, IS. and JOSHI, K., 1992. Effect of habitat materials on the safe duration of survival oxygen-packed seed of *Macrobrachium rosenbergii* at different packing densities. *In: SILAS, E. G. (ed.). Freshwater Prawns, Thrissur, India: Kerela Agriculture University, p. 159-164.*
- VAN WYK, P. and SCARPA, J., 1999. Water quality requirements and management. *In: Van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K. L., Mountain, J., & Scarpa, J.,(Eds.). Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems. Florida department of agriculture and consumer services, Tallahassee, p.144-162.*
- VINATEA, LA., 1997. Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 166p.
- WASIELESKY, W., POERSCH, LH., JENSEN, LV. and BIANCHINI, A., 2001. Effect of stocking density on pen reared pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Decapoda, Penaeidae). *Nauplius*, vol. 9, no. 2, p. 163-167.

ZHANG, P., ZHANG, X., LI, J. and HUANG, G., 2006. The effects of body weight, temperature, salinity, Ph, light intensity and feeding condition on lethal DO levels of white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture*, vol. 256, no. 1-4, p.579-587.

Tabela 4.1. - Parâmetros da qualidade de água e sobrevivência nos diferentes tratamentos. Os valores correspondem a média \pm desvio padrão de 3 repetições e entre parênteses consta a amplitude de variação dos dados da concentração de oxigênio, pH, alcalinidade, concentração de amônia total, concentração de dióxido de carbônico dissolvido na água e dados de sobrevivência final (não transformados).

Parâmetros	TRATAMENTOS				
	1cam L ⁻¹	2cam L ⁻¹	3cam L ⁻¹	3cam L ⁻¹ cal hidratada	4cam L ⁻¹
Oxigênio Dissolvido (mg L ⁻¹)	7,02 \pm 0,86 ^a (5,31 - 8,34)	4,55 \pm 1,50 ^b (2,35 - 7,50)	3,48 \pm 1,88 ^{bc} (1,75 - 7,50)	4,71 \pm 1,38 ^b (2,25 - 7,44)	2,65 \pm 2,06 ^c (1,23 - 7,50)
pH	7,40 \pm 0,41 ^a (7,00 - 8,25)	7,15 \pm 0,48 ^{ab} (6,78 - 8,25)	6,99 \pm 0,54 ^{ab} (6,59 - 8,25)	8,62 \pm 0,62 ^c (7,65 - 9,42)	6,97 \pm 0,54 ^b (6,61 - 8,25)
Alcalinidade (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	105,3 \pm 9,7 ^a (95 - 125)	103,3 \pm 11,4 ^{ab} (85 - 125)	95,4 \pm 14,4 ^b (75 - 125)	172,3 \pm 12,9 ^c (155 - 200)	80,3 \pm 19,1 ^d (70 - 125)
Dióxido de Carbono (mg L ⁻¹)	8,97 \pm 4,63 ^a (1,40 - 16,57)	19,01 \pm 9,02 ^b (1,40 - 29,80)	26,08 \pm 12,5 ^c (1,40 - 46,16)	1,65 \pm 2,01 ^d (0,15 - 7,15)	23,34 \pm 10,8 ^{bc} (1,40 - 35,73)
Amônia Total (mg L ⁻¹)	2,75 \pm 1,43 ^a (0,03 - 5,50)	4,53 \pm 2,33 ^b (0,03 - 8,56)	5,26 \pm 2,83 ^b (0,03 - 10,82)	0,95 \pm 1,26 ^c (0,03 - 5,14)	4,67 \pm 2,34 ^b (0,03 - 9,80)
Sobrevivência					
Final (%)	100 ^a	100 ^a	95,5 \pm 1,9 ^a	100 ^a	85,0 \pm 7,5 ^b

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença entre as médias dos tratamentos ($P \leq 0,05$).

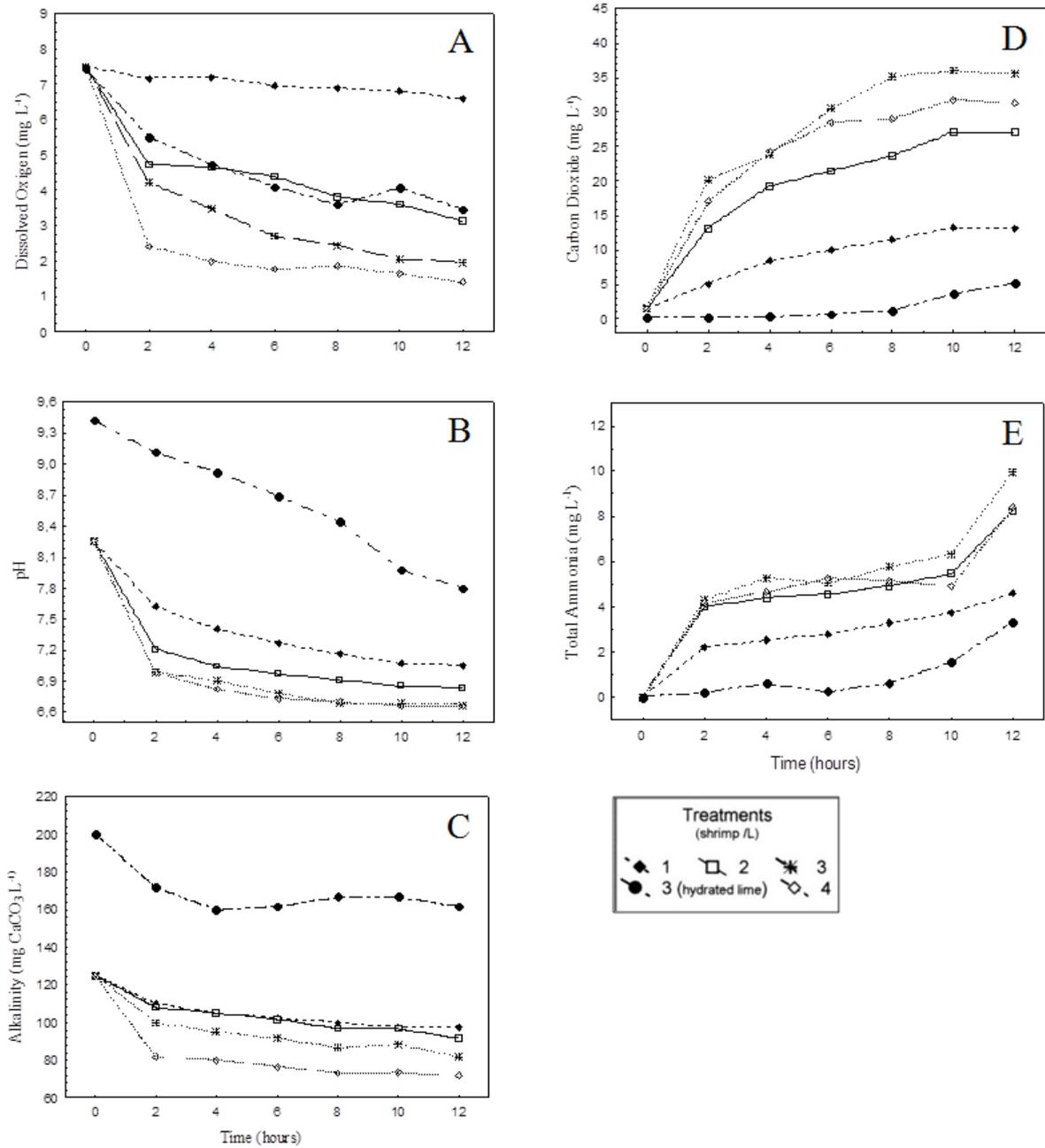


Figura 4.1. - Variação da concentração média de oxigênio dissolvido (A), alcalinidade (B), amônia total (C), dióxido de carbono dissolvido (D) e pH (E) na água de transporte nos diferentes tratamentos ao longo do tempo.

**Efeito da temperatura da água no transporte de juvenis de
Farfantepenaeus brasiliensis (Latreille, 1817) (CRUSTACEA:
DECAPODA) utilizados como isca viva na pesca amadora**

EFFECT OF WATER TEMPERATURE ON TRANSPORT OF JUVENILE *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) USED AS LIVE BAIT IN AMATEUR FISHING.

LUCIANO JENSEN VAZ ¹

Universidade Federal de São Carlos. C. P. 676, CEP 13565-905
São Carlos - Brazil

PLÍNIO SCHMIDT FURTADO

Universidade Federal do Rio Grande - Rio Grande - Brazil

MICHELLE MIDORI SENA FUGIMURA

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

LUCIANO OLIVEIRA GARCIA

Universidade Federal do Rio Grande - Rio Grande - Brazil

WILSON WASIELESKY

Universidade Federal do Rio Grande - Rio Grande - Brazil

JOSÉ ROBERTO VERANI

Universidade Federal de São Carlos

LUIS HENRIQUE POERSCH

Universidade Federal do Rio Grande - Rio Grande - Brazil

ABSTRACT

The demand for live bait shrimp by sport fisheries has been intensified and many locations are unable to provide sufficient shrimp production, which creates the need to transport shrimp from other locations to those places. The transportation of shrimp often happens under precarious conditions, causing mortalities, as a consequence of little knowledge about this issue by local fishermen. The objective of this study was to evaluate the oscillations of water quality parameters during the transportation of *Farfantepenaeus brasiliensis* juveniles and to determine the optimal transport temperature for this species. Five temperatures were assessed (16; 19; 22; 25 and 28 °C). The experimental units consisted of transparent plastic bags with total capacity of 50 L (filled with 10 L of water), where juveniles of *F. brasiliensis* were stocked (mean weight of 5.53 ± 1.20 g) with the density of 3 shrimp L⁻¹. At the end of the trial, the shrimp maintained at 28 °C showed the lowest survival rate (90.0 %) when compared to the other temperatures (mean survival of 98.9, 100, 98.9 and 100 % at the temperatures of 16, 19, 22 and 25 °C, respectively). In order to transport *F. brasiliensis* and avoid low concentrations of dissolved oxygen, it is recommended that the temperature of the water used in the transportation units does not exceed 22 °C.

Key words: Pink shrimp, management, quality of water, survival.

RESUMO

EFEITO DA TEMPERATURA DA ÁGUA NO TRANSPORTE DE JUVENIS DE *Farfantepenaeus brasiliensis* UTILIZADOS COMO ISCA VIVA NA PESCA AMADORA.

A captura de camarões juvenis para isca viva intensificou-se e muitas regiões atualmente não suprem mais a procura dos seus frequentadores (pescadores amadores), necessitando transportar camarões de outras regiões para abastecer o mercado local. Muitas vezes, este transporte é realizado de forma precária, ocasionando elevadas mortalidades, consequência da quase inexistência de informações sobre o assunto. O objetivo do presente estudo foi analisar as variações que ocorrem nos parâmetros da qualidade da água durante o transporte de juvenis de *Farfantepenaeus brasiliensis* acondicionados sob diferentes temperaturas e determinar a melhor temperatura para o transporte desta espécie. Foram testadas cinco temperaturas para o transporte (16; 19; 22; 25 e 28 °C). As unidades experimentais consistiram de sacos plásticos transparentes com capacidade total de 50 L (volume útil de 10 L), onde foram estocados juvenis de *F. brasiliensis* com peso médio de $5,53 \pm 1,20$ g na densidade de 3 camarões L⁻¹. Ao final do experimento, os camarões acondicionados a 28 °C apresentaram uma menor taxa de sobrevivência (90,0 %) em relação aos demais tratamentos, que apresentaram sobrevivência média de 98,9; 100; 98,9 e 100 % nas temperaturas de 16, 19, 22 e 25 °C, respectivamente. Para o transporte de *F. brasiliensis* recomenda-se que a temperatura da água utilizada nas unidades de transporte não ultrapasse os 22 °C evitando assim a exposição dos camarões a baixas concentrações de oxigênio dissolvido.

Palavras-chave: Camarão-rosa, manejo, qualidade de água, sobrevivência.

Introdução

A pesca amadora no Brasil teve grande expansão desde o começo da década de 1990 e estima-se que existam aproximadamente 25 milhões de pescadores amadores no país (FABRI, 2006). Nesta modalidade de pesca, a utilização de camarões marinhos e de água doce como isca viva é muito comum principalmente entre os pescadores amadores no sul e sudeste do Brasil (SPERANDIO, 2004; VALENTI et al. 2008; PRETO et al. 2009; GIROTTO, 2010). Dentre as espécies utilizadas, destaca-se a espécie de camarão marinho *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), amplamente comercializada como isca viva ao longo do litoral, gerando emprego e renda para as comunidades locais. Esta espécie apresenta uma ampla distribuição, a qual se estende desde a Carolina do Norte (EUA) até a costa do Rio Grande do Sul (BUCKUP e BOND-BUCKUP, 1999).

A captura destes organismos para utilização como isca viva intensificou-se nos últimos anos e o volume capturado, em algumas regiões, já não atende mais as necessidades dos pescadores amadores, sendo necessário o transporte de camarões vivos de outras regiões para suprir a demanda do mercado local de isca viva (BECCATO, 2009). Este transporte normalmente ocorre de forma precária, ocasionando muitas vezes, elevadas mortalidades. Segundo ROBERTSON et al. (1988), estas mortalidades decorrem do fato de o transporte ser um procedimento traumático que consiste de uma sucessão de estímulos adversos, incluindo a captura, o carregamento das unidades de transporte, o transporte em si, o descarregamento e a estocagem dos animais no seu destino final.

Uma das principais dificuldades observadas no transporte destas iscas vivas é a falta de informações a respeito da temperatura ideal da água, principalmente para longos períodos de transporte. Segundo BARBIERI e OSTRENSKY (2001), a temperatura da água de transporte deve ser ajustada com o tempo de transporte, de modo que estes autores recomendam para o transporte de pós-larvas (800 - 1500 PL₁₀/L) de *Litopenaeus vannamei* a

utilização de água a temperatura de 24 °C para transportes curtos de até 4 h, 22 °C para transporte com duração de até 12 h e 20 °C para transportes com durações superiores a 12 h. Entretanto, segundo os mesmos autores, o transporte de *nauplius* de *L. vannamei* realizado a baixo de 22 °C produz deformidades nas larvas levando-as a morte após o período de transporte. Segundo LESTER e PANTE (1992), em temperaturas muito baixas (letais) os processos metabólicos diminuem além dos níveis requeridos para a manutenção celular. Já em temperaturas muito elevadas, as proteínas desnaturam-se rapidamente e as membranas celulares tornam-se mais fluidas, resultando em disfunções metabólicas, o que em ambos os casos ocasiona a morte dos camarões.

SILVA e MATHIAS (1997), transportando larvas recém eclodidas (48 horas) de *Macrobrachium rosenbergii* citam que a diminuição da temperatura da água de transporte promove a redução da taxa respiratória e excreção das larvas promovendo uma maior duração da carga de oxigênio e uma melhoria na qualidade de água durante o transporte. De acordo com APEC (1999), a integridade dos camarões pode ser preservada durante o transporte através do resfriamento de forma lenta até uma temperatura de letargia, considerada um ponto de “pseudo hibernação”, o que torna o manuseio mais fácil e menos estressante para os camarões. Já um resfriamento muito rápido pode ocasionar a perda de membros ou mesmo levar a morte dos animais. SAMET et al. (1996) observaram em um estudo com *Penaeus japonicus* que o pré-resfriamento tem um efeito anestésico permitindo um maior tempo de transporte e um aumento na sobrevivência dos camarões.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar as variações que ocorrem nos parâmetros da qualidade da água durante o transporte de juvenis de *F. brasiliensis* acondicionados sob diferentes temperaturas para determinar a melhor temperatura para o transporte desta espécie.

Material e Métodos

Juvenis de *F. brasiliensis* com peso médio de $5,53 \pm 1,20$ g, foram obtidos na Estação Marinha de Aquacultura - Universidade Federal do Rio Grande (EMA-FURG), Rio Grande-RS, Brasil. Os camarões foram transferidos de um viveiro de cultivo de 500 m^2 para um tanque com 4.000 litros com água filtrada a $5\mu\text{m}$, com temperatura de $22 \text{ }^\circ\text{C}$ e 22 de salinidade, onde passaram por um período de aclimação de quatro dias antes de serem utilizados no experimento. A alimentação dos camarões foi suspensa 12 h antes do início do experimento. Após o período de aclimação, os animais foram submetidos a uma simulação de transporte em cinco diferentes temperaturas (16; 19; 22; 25 e $28 \text{ }^\circ\text{C}$), com três repetições cada, durante 12 horas.

Para a manutenção das diferentes temperaturas (16, 19, 22, 25 e $28 \text{ }^\circ\text{C}$) da água a ser usada na simulação de transporte, foram utilizados cinco tanques com volume útil de 200 L cada. A água dentro destes tanques foi mantida aquecida por meio de aquecedores submersos com termostato ou resfriada com a utilização de gelo. Para a homogeneização da temperatura da água dentro dos tanques foi mantida uma aeração forte e constante.

As unidades experimentais consistiram de sacos plásticos transparentes com capacidade total de 50 L (volume útil de 10 L), contendo água a $22 \text{ }^\circ\text{C}$ e salinidade 22. Nestas unidades foram adicionados os camarões na densidade de 3 camarões/L e inserido oxigênio puro na água de forma a inflar o saco mantendo a proporção de 1/3 do volume com água e 2/3 com oxigênio. Antes de lacrar cada saco plástico, foi inserida uma mangueira transparente com 1 m de comprimento e 0,3 cm de diâmetro interno, por onde foram extraídas amostras de água (60 mL), a cada 2 h, para o monitoramento da qualidade da água durante a simulação do transporte. As mangueiras continham um peso amarrado em uma das pontas, de modo que a mesma permanecesse dentro da água e a outra ponta, no lado externo, continha um pequeno registro para o controle da retirada das amostras de água. Após lacrar os sacos, estes foram

dispostos aleatoriamente nos diferentes tanques contendo água nas temperaturas de 16, 19, 22, 25 e 28 °C. Desta forma, a água inicialmente a temperatura de 22 °C foi lentamente ajustando-se a temperatura dos tanques.

Para verificar a taxa de transferência do oxigênio puro inserido nos sacos para a água de transporte, utilizou-se mais três unidades experimentais com água nas mesmas condições do período de aclimação, onde não foram inseridos camarões.

Os valores de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH foram monitorados utilizando um medidor multi-parâmetros (YSI 556 - Yellow Springs Instruments, Yellow Springs, OH, EUA). Os valores de amônia total ($\text{N-NH}_3 + \text{N-NH}_4^+$) foram determinados pelo método da UNESCO (1983), a alcalinidade pelo método de BAUMGARTEN et al. (1996) e a concentração de CO_2 determinada pelas equações de Summerfelt (1996), as quais utilizam os valores de pH e alcalinidade da água para a determinação da concentração do CO_2 .

A sobrevivência dos camarões foi monitorada a cada 2 h e ao final da simulação de transporte, foram retirados os camarões mortos e determinada a sobrevivência final para cada tratamento. Após a simulação de transporte, os camarões foram submetidos a um teste de estresse salino por 24 h, para verificar a eficiência do transporte (“saúde dos animais”) nas diferentes temperaturas. Para a realização deste teste os camarões foram transferidos diretamente para novas unidades experimentais (15 caixas plásticas retangulares de 0,32 x 0,65 x 0,40 m – C x L x A), sem nenhum tipo de aclimação, onde permaneceram por 24 h. As caixas plásticas continham 30 L de água marinha com aeração constante, previamente preparadas com a mesma temperatura de cada tratamento em 3 diferentes salinidades (12, 22 e 32). Foram utilizados 5 camarões por caixa (15 camarões por tratamento) e a sobrevivência durante o teste de estresse salino foi verificada após 2, 12 e 24 h.

A análise estatística dos parâmetros de qualidade da água entre os tratamentos foi realizada através de ANOVA uma via, e posteriormente submetidos ao teste “Newman-

Keuls”. Os dados de sobrevivência final foram transformados através da aplicação do arco seno da raiz quadrada, e posteriormente analisados com ANOVA uma via e subsequente teste de “Newman-Keuls”.

Resultados

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água monitorados durante o período experimental podem ser observados na Figura 5.1. A salinidade da água utilizada na simulação não variou ao longo das 12 h de experimento e as temperaturas nos diferentes tratamentos apresentaram os seguintes valores: 16 °C ($16,10 \pm 0,21$); 19 °C ($19,31 \pm 0,27$); 22 °C ($22,39 \pm 0,22$); 25 °C ($24,98 \pm 0,27$) e 28 °C ($27,98 \pm 0,43$).

Foi registrada uma redução acentuada nos valores de pH nas primeiras 2 h em todos os tratamentos (Fig. 5.1.A). Esta variação ocorrida nas duas primeiras horas correspondeu a 85,83; 85,31; 78,66; 82,58 e 81,33 %, da variação total do pH nos diferentes tratamentos (16; 19; 22; 25 e 28 °C), respectivamente (Fig. 5.1.A). No tratamento a 16 °C, a redução de pH em relação ao seu valor inicial (8,11) se deu de forma menos acentuada, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais tratamentos.

Assim como o pH, a alcalinidade da água de transporte apresentou uma redução acentuada nas suas concentrações nas duas primeira horas em todos os tratamentos. Esta diminuição foi mais acentuada na temperatura de 28 °C em relação aos demais tratamentos (Fig. 5.1.B), apresentando ao final do período de 12 h um valor mínimo de 60 mg/L, diferindo significativamente dos demais tratamentos testados ($p < 0,05$).

A concentração de dióxido de carbono também apresentou em todos os tratamentos uma alteração acentuada nas duas primeiras horas de experimento. No tratamento onde se utilizou a temperatura de 16 °C ocorreu um acréscimo de forma menos intensa (20,19 mg/L) na concentração de dióxido de carbono (Fig. 5.1.C), apresentando diferenças significativas ao

final do experimento ($p < 0,05$) em relação aos demais tratamentos que registraram valores mais elevados de até 43,08 mg/L.

Diferente dos demais parâmetros já comentados anteriormente, os valores de amônia total na água não apresentaram variações abruptas nas duas primeiras horas do período experimental variando de 0,61 a 1,13 mg/L nos diferentes tratamentos. O aumento deu-se de forma gradativo ao longo das 12 h de experimento, apresentando um valor máximo de 4,28 mg/L de amônia total, no tratamento a 28 °C. Somente após 10 h de experimento foram detectadas diferenças significativa ($p < 0,05$) nas concentrações de amônia total entre os tratamentos (Fig. 5.1.D).

Também foi observada uma diminuição nas concentrações de oxigênio dissolvido nas primeiras duas horas em todos os tratamentos, entretanto, nos tratamentos utilizando-se água a 25 e 28 °C houve uma redução mais acentuada, chegando a concentrações próximas a 2 mg/L. No tratamento onde os camarões foram acondicionados em água a 22 °C houve também uma queda com uma posterior estabilização das concentrações de oxigênio dissolvido em aproximadamente 3 mg/L. Já nos tratamentos onde foram utilizadas as temperaturas de 16 e 19 °C a diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido na água ocorreram de forma menos acentuada, nas duas primeiras horas, seguida por um aumento nas concentrações de oxigênio dissolvido a concentrações próximas a 8 mg/L (Fig. 5.1.E).

Com relação à taxa de incorporação de oxigênio na água, foi observado uma média de $12,39 \pm 2,88$ mg/L ao longo das 12 h de experimento, com um mínimo inicial de 7,45 mg/L e um máximo de $16,16 \pm 2,17$ mg/L. Ao final do experimento houve um acréscimo médio de $8,71 \text{ mg L}^{-1}$ de oxigênio, com uma taxa média de 0,72 mg/L/h.

Com relação à sobrevivência nos diferentes tratamentos, os camarões submetidos à temperatura de 28 °C apresentaram uma menor taxa de sobrevivência ($90,0 \pm 8,8$ %) em

relação aos demais tratamentos ($p < 0,05$), que apresentaram sobrevivência média de $98,9 \pm 1,9$ % a 16 °C; 100 % a 19 °C; $98,9 \pm 1,9$ % a 22 °C e 100 % a 25 °C.

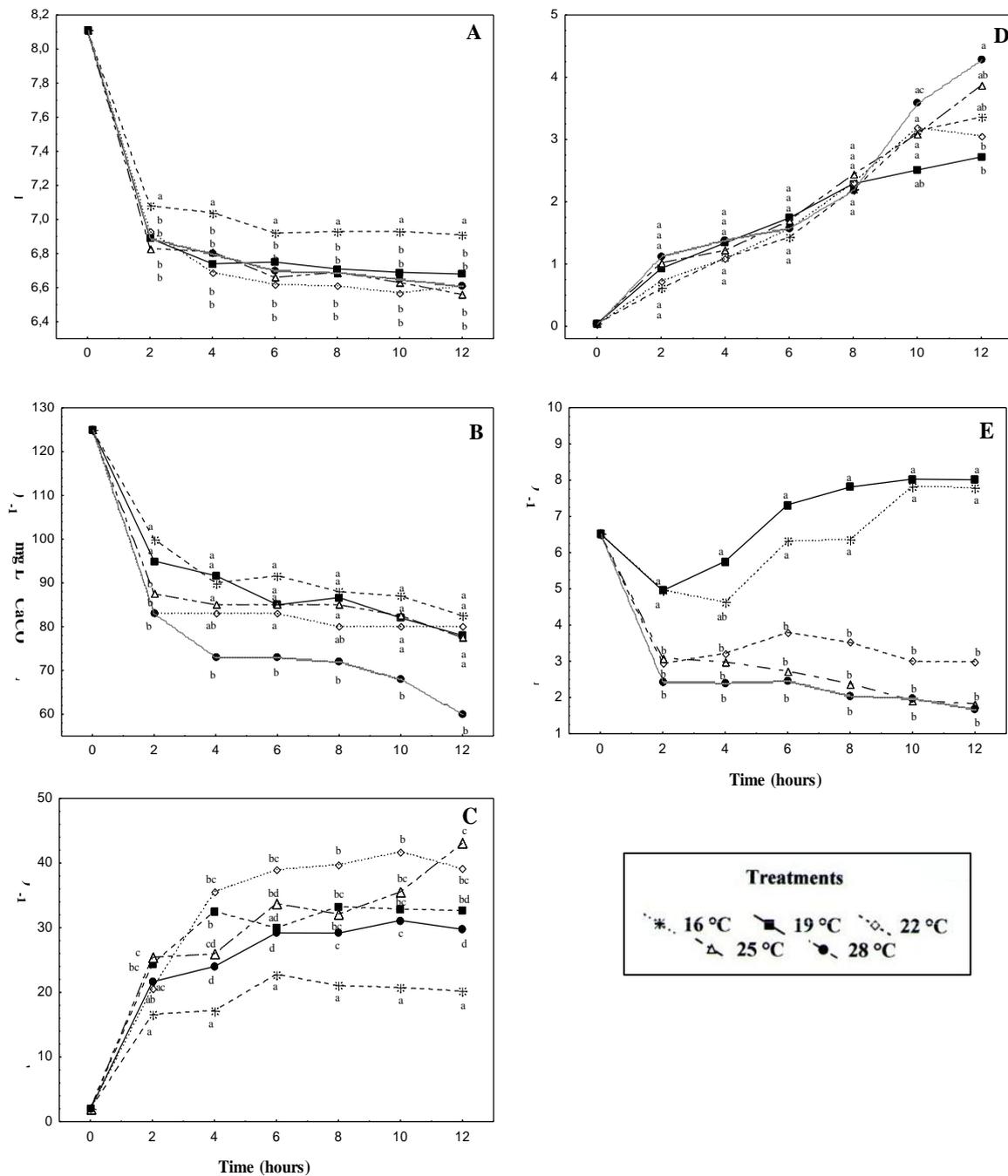


Figura 5.1. - Variação da concentração média do pH (A), alcalinidade (B), dióxido de carbono dissolvido (C), amônia total (D) e oxigênio dissolvido (E) na água de transporte de *Farfantepenaeus brasiliensis* nas diferentes temperaturas ao longo do estudo. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença entre as médias dos tratamentos ($p < 0,05$).

No tratamento onde os camarões foram submetidos à temperatura de 28 °C, após 8 h de experimento foi verificada a presença de 4 camarões mortos nas unidades experimentais, apresentando ao final das 12 horas, um total de 9 camarões mortos. Nos tratamentos utilizando se as temperaturas de 22 e 16 °C ocorreu apenas a mortalidade de um camarão em cada tratamento, detectada após 6 h e 10 h após o início do experimento, respectivamente.

No teste de estresse salino não foi observada mortalidade em nenhum dos tratamentos nas duas primeiras horas. Após 12 h de experimento, ocorreu apenas uma morte em cada unidade experimental onde foram colocados os camarões provenientes do transporte a 25 e 28 °C, ambas na salinidade 12, não sendo observadas novas mortalidades entre as 12 e 24 h de teste, em todos os tratamentos.

Discussão

O transporte é um procedimento traumático que consiste de uma sucessão de estímulos adversos, que causam uma série de disfunções causadas pelo estresse mecânico ou físico, resultante de injúrias físicas causadas durante a captura, confinamento para depuração, pesagem, carregamento e descarregamento dos organismos transportados; estresse fisiológico, que causam alterações nos processos metabólicos e osmorregulatórios dos organismos e estresse químico que pode ser induzido pela alteração nas propriedades químicas da água durante o transporte, como por exemplo, a redução dos valores de pH (KUBITZA, 1997).

O pH é um parâmetro importante a ser considerado na aquicultura por causar efeitos sobre o metabolismo e processos fisiológicos de todos os organismos aquáticos (VINATEA, 1997). VAN WYK e SCARPA (1999), relatam que em sistemas de cultivo, os camarões marinhos apresentam seu melhor desenvolvimento com pH na faixa de 7,0 a 9,0 e que níveis abaixo de 6,5 e acima de 10,0 seriam prejudiciais as brânquias, com consequências para o crescimento e sobrevivência dos camarões.

Alguns estudos demonstraram um aumento da sensibilidade dos animais quando expostos a baixos níveis de pH e a níveis reduzidos de oxigênio dissolvido (ALLAN e MAGUIRE, 1991; MARTÍNEZ et al. 1998; ZHANG et al. 2006), o que confirma a importância do controle do pH dentro de níveis adequados durante o transporte de camarões. SPERANTIO (2004), transportando juvenis de *Macrobrachium amazonicum* ($0,09 \pm 0,03$ g) durante 8 h em diferentes densidades de estocagem (5,8; 11,6; 17,4 e 23,2 g/L) verificou uma diminuição nos valores de pH da água de transporte de 7,8 para 6,5 nas densidades mais baixas e para 6,3 nas densidades mais elevadas com uma diminuição na sobrevivência dos camarões a medida que a densidade de estocagem aumentou (92,3; 81,7; 34,0 e 7,5 %), respectivamente. Esta diminuição dos valores de pH durante o período de transporte também foi observada no presente trabalho, variando de um valor inicial de 8,11 até 6,56 no tratamento com água a 25 °C, entretanto, não apresentando uma correlação com a sobrevivência conforme observado por SPERANDIO (2004).

No tratamento utilizando-se a temperatura de 16 °C ocorreu uma menor variação do pH ao longo das 12 h de experimento. Esta menor variação deve-se provavelmente a uma diminuição do metabolismo dos camarões pela redução da temperatura e consequente redução na produção de CO₂. Embora todos os tratamentos tenham apresentado valores de pH dentro dos limites recomendados por VAN WYK e SCARPA (1999), deve-se evitar transportes de longa duração com temperaturas acima de 19 °C, pois estes apresentavam valores de pH muito próximos ao limite considerado prejudicial as brânquias dos camarões já a partir da 6 h de experimento.

Segundo VAN WYK e SCARPA (1999), a alcalinidade elevada atenua a oscilação dos valores de pH resultantes dos processos respiratórios, e respectiva liberação de dióxido de carbono (CO₂) no meio. Além disso, a qualidade da água de cultivo e o desempenho zootécnico dos camarões são afetados negativamente quando os níveis de alcalinidade

permanecem por longos períodos abaixo de 100 mg CaCO₃/L e o pH abaixo de 7 (FURTADO et al. 2011). Para EBELING et al. (2006), em sistemas com limitada troca de água, a alcalinidade deve estar entre 100-150 mg CaCO₃/L, para que não ocorra queda nos níveis de pH e desempenho dos organismos. No presente trabalho os níveis de alcalinidade em todos os tratamentos apresentaram uma diminuição com o passar do tempo, principalmente nas duas primeiras horas, influenciada pela respiração dos camarões e respectiva liberação de dióxido de carbono associada à redução dos valores de pH. Com exceção do tratamento a 16 °C, todos os demais já apresentavam valores de alcalinidade abaixo do recomendado por EBELING et al. (2006) após as duas primeiras horas. Ao final do experimento, a diminuição da alcalinidade foi mais acentuada na temperatura de 28 °C do que nos demais tratamentos. O controle dos níveis de alcalinidade e pH através da aplicação de produtos alcalinizantes na água (cal hidratada, carbonatos e bicarbonatos) no início do transporte pode ser uma possibilidade interessante, entretanto, este procedimento deve ser realizado com cuidado para não potencializar os efeitos tóxicos da amônia não ionizada em pH elevado (FURTADO et al. 2011).

O acúmulo de dióxido de carbono (CO₂) na água torna-se tóxico aos organismos aquáticos por reduzir a capacidade de transportar o oxigênio em consequência da acidificação da hemolinfa o que gera um estresse metabólico no animal (VAN WYK e SCARPA, 1999). Concentrações de CO₂ inferiores a 5 mg/L são desejáveis em sistemas de cultivo e entre 5 e 20 mg/L de CO₂ na água são considerados aceitáveis para peneídeos. Já concentrações entre 20 e 60 mg/L CO₂ são sub-letais e já causam interferências na troca de CO₂ nas brânquias, sendo que concentrações superiores a 60 mg/L podem ser letais (VAN WYK e SCARPA, 1999). Conforme já mencionado, no presente estudo verificou-se um forte incremento dos níveis de CO₂ dissolvido nas duas primeiras horas de transporte em todos os tratamentos (Fig. 1C). No tratamento a 16 °C ocorreu um acréscimo de forma menos intensa na concentração

de CO₂ ao longo do experimento, apresentando na maior parte do tempo, valores abaixo de 20 mg/L CO₂, considerado aceitável para peneídeos (VAN WYK e SCARPA, 1999). Embora os demais tratamentos tenham apresentados níveis de CO₂ numa faixa considerada prejudicial para peneídeos, estes não atingiram o valor considerado letal (VAN WYK e SCARPA, 1999), portanto, possivelmente este parâmetro não teve influencia na mortalidade dos camarões, causando apenas um estresse metabólico.

A toxicidade da amônia para camarões está relacionada a vários processos metabólicos. Concentrações elevadas de amônia total na água podem irritar as brânquias dos camarões e levar a hiperplasia branquial (inchaço dos filamentos branquiais), reduzindo a capacidade dos camarões de captar o oxigênio da água (VAN WYK e Scarpa, 1999). Além disso, os níveis de amônia elevados na água podem levar a um aumento da concentração de amônia na hemolinfa reduzindo a afinidade da hemocianina (pigmento de transporte de oxigênio). Juntos, esses dois efeitos podem reduzir a tolerância dos camarões às condições de baixo oxigênio dissolvido na água (VAN WYK e SCARPA, 1999).

JIANG et al. (2000) trabalhando com juvenis de *L. vannamei* em diferentes temperaturas e salinidades, observaram um aumento da excreção de amônia dos animais com o aumento da temperatura de 24 °C para 32 °C. Por outro lado, KIR et al. (2004) encontraram um aumento da tolerância para níveis de amônia total em juvenis de *Penaeus semisulcatus* com a redução da temperatura de 26 °C para 14 °C. Segundo BARAJAS et al. (2006), esse fato fisiológico pode ser explicado pelo aumento da excreção de amônia em crustáceos com a elevação da temperatura (REGNAULT, 1987) e pelo aumento da temperatura promover um aumento da concentração da forma não ionizada e mais tóxica da amônia (NH₃-N) (BOWER e BIDWELL, 1978). Diferentemente dos demais parâmetros, os valores de amônia total observados no presente estudo não variaram tão intensamente nas duas primeiras horas, apresentando um acréscimo gradual em todos os tratamentos ao longo das 12 horas do experimento, não sendo detectada

diferença significativa entre os tratamentos até a oitava hora. Após este período a temperatura passou a influenciar diretamente os diferentes tratamentos conforme observado por JIANG et al. (2000), com exceção do tratamento onde os animais foram submetidos a temperatura de 16 °C.

O efeito tóxico provocado pela concentração de amônia pode ainda variar entre espécies e com a idade do animal, sendo já relatado um aumento da tolerância a exposição de amônia com o avanço da idade (BARAJAS et al. 2006). Segundo OSTRENSKY e WASIELESKY (1995), a concentração letal de amônia total (CL_{50-24h}) para pós-larva (PL_1), juvenis ($5,45 \pm 0,4$ g) e adultos ($31,43 \pm 1,3$ g) de *Farfantepenaeus paulensis* são 24,19; 51,87 e 61,63 mg/L, respectivamente. Neste mesmo trabalho, os autores recomendam como nível de segurança a utilização de 10 % da CL_{50} , para evitar mortalidades. JENSEN et al. (capítulo V – *submetido a Aquaculture Research*) trabalhando com *F. brasiliensis* (3 camarões/L) a 22 °C, observaram valores de amônia total entorno de 10 mg/L ao final de 12 h de experimento, valor este três vezes superior ao do presente trabalho. Segundo estes autores, os elevados valores de amônia total seriam consequência do manejo realizado antes dos experimentos o qual permitia que os camarões tivessem acesso ao alimento até o momento da captura para a simulação do transporte. Desta forma, salienta-se a necessidade da realização de um período prévio de jejum, a fim de evitar elevadas concentrações de amônia total na água durante o transporte.

Outro fator importante durante o transporte de animais vivos é a manutenção das concentrações adequadas de oxigênio dissolvido na água (LI et al. 2006; ZHANG et al. 2006; ROSAS et al. 1997). A respiração dos organismos aquáticos e acúmulo de matéria orgânica originada da decomposição dos resíduos de ração e das fezes podem provocar condições de hipoxia ou anoxia na água (ZHANG et al. 2006). Concentrações de oxigênio dissolvido

inferiores a 2 mg/L são classificadas como letais a camarões, principalmente se a exposição durar mais que algumas horas (BOYD, 1990).

Segundo KUBITZA, (1997), no transporte de peixes em caixas de transporte, as duas primeiras horas de transporte são consideradas críticas e, portanto, devem receber uma maior atenção. O consumo de oxigênio neste período é acelerado, demandando uma regulação alta no fluxo de oxigênio nos tanques de transporte. Após este período o metabolismo dos organismos desacelera e o consumo de oxigênio reduz significativamente. Segundo este mesmo autor, a demanda por oxigênio é maior (50 a 70 %) durante as primeiras horas do transporte devido a “Síndrome de Adaptação Geral”, em resposta ao estresse imposto pelo manuseio durante captura, pesagem, carregamento e confinamento nos tanques de transporte. Após a primeira hora do carregamento o consumo de oxigênio dos peixes começa a declinar até atingir um valor constante por volta de 4 horas de transporte. Este declínio do consumo de oxigênio pode ser explicado em parte pela atenuação da “Síndrome de Adaptação Geral”, bem como pelo efeito sedativo do gás carbônico que se acumula na água de transporte.

Semelhante ao descrito por KUBITZA, (1997), foi observado no presente estudo que houve um grande consumo de oxigênio dissolvido nas primeiras 2 horas de experimento em todos os tratamentos. Entretanto, em temperaturas entre 25 e 28 °C este consumo de oxigênio ocorreu de forma mais acentuada e manteve uma tendência de queda, enquanto que nos tratamentos onde os camarões foram transportados a 22 °C houve uma queda com uma posterior estabilização. Nos tratamentos com temperatura entre 16 e 19 °C, esta diminuição ocorreu de forma menos acentuada, seguida por um aumento nas concentrações de oxigênio dissolvido. Cabe salientar que no tratamento a 28 °C, após 2 h de experimento os níveis de oxigênio já se apresentavam muito próximos a 2 mg/L, limite considerado como letal para camarões (BOYD, 1990). Recomenda-se que o transporte por longos períodos deva ser

realizado preferencialmente com água entre 16 e 19 °C, para não expor os camarões a concentrações de oxigênio muito baixas.

De acordo com FOTEDAR e EVANS (2011), a morbidade e mortalidade durante o transporte e após este, no destino final, são respostas ao estresse causado por exposições a condições ambientais adversas ou pelo manuseio físico. Porém, camarões saudáveis e transportados com manejo adequado devem obrigatoriamente chegar ao seu destino final sem mortalidades e sem evidências de estresse. A simples constatação de ausência de mortalidade não garante o sucesso do transporte, visto que ainda assim os camarões podem encontrar-se debilitados e propensos a sofrer mortalidade nos dias subsequentes ao transporte, onde são submetidos a novas condições ambientais.

Ao final do experimento, os camarões acondicionados a 28 °C apresentaram uma menor taxa de sobrevivência (90,0 %) em relação aos demais tratamentos, que apresentaram sobrevivência média acima de 98,9 %. JENSEN et al. (capítulo V –*submetido a Aquaculture Research*), simulando o transporte de juvenis de *F. brasiliensis* ($5,53 \pm 1,20$ g) a 22 °C, durante 12 h, em diferentes densidades (1, 2, 3 e 4 camarões/L), verificaram uma diminuição nos valores de oxigênio dissolvido (5,31; 2,35; 1,75 e 1,23 mg/L) da água de transporte dos camarões e uma diminuição na sobrevivência com o aumento da densidade de estocagem (100; 100; 96,7 e 85,0 %), respectivamente. Os dados obtidos por estes autores, corroboram os resultados obtidos no presente trabalho, demonstrando que a queda da concentração do oxigênio dissolvido a valores inferiores a 2 mg/L, ocorre tanto pelo aumento da densidade como pelo aumento da temperatura, sendo determinantes na sobrevivência dos camarões.

Com relação ao teste de estresse salino não foi observada nenhuma mortalidade expressiva em nenhum dos tratamentos. Entretanto, nas simulações de transporte nas temperaturas de 25 e 28 °C, estes apresentaram mortalidades após 12 h quando transferidos diretamente da salinidade 22 (controle) para a salinidade 12. Este resultado sugere uma menor

capacidade de adaptação quando ocorre uma redução de salinidade do que quando ocorre um incremento na mesma. BRITO et al. (2000) ao estudarem o efeito de mudanças abruptas de salinidade sobre a sobrevivência de pós-larvas de *F. brasiliensis* observaram que essa não foi afetada quando as pós-larvas eram transferidas de salinidade 37 para salinidades entre 15 e 35, ocorrendo mortalidades somente para salinidades abaixo de 15. Esses autores estimaram que a salinidade letal (LS₅₀) da pós-larva desta espécie para 96 h é igual a 10. Essa baixa tolerância a baixas salinidades pode ser explicada pela espécie ser considerada eurialina limitada com distribuição natural em regiões mais salinas (BRITO et al. 2000).

Para o transporte de juvenis *F. brasiliensis* com maior segurança durante 12 h, recomenda-se um período prévio de jejum e a utilização de temperaturas de transporte entre 16 e 19 °C para não expor os camarões a concentrações de oxigênio muito baixas.

Agradecimentos

À FAPERGS (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) e ao MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura) pelo apoio financeiro. À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Ministério da Educação) pela bolsa concedida a Luciano JENSEN. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelas bolsas de produtividade em pesquisa concedidas a Wilson Wasielesky Junior, Luís Poersch e José Roberto Verani.

Referências

- ALLAN, G.L. and MAGUIRE, G.B. 1991. Lethal levels of low dissolved oxygen and effects of short-term oxygen stress on subsequent growth of juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture*. vol. 94, no. 1, p. 27-37.
- APEC Fisheries Working Group, 1999. Air shipment of Live and Fresh Fish and Seafood Guidelines. First Coastal Corporation, Singapore. Disponível em: <http://www.nmfs.noaa.gov/trade/APEC_Air.pdf>.
- BARAJAS, F.M.; VILLEGAS, R.S.; CLARK, G.P. and MORENO, B.L. 2006. *Litopenaeus vannamei* (Boone) post-larval survival related to age, temperature, pH and ammonium concentration. *Aquaculture Research*, vol.37, p. 492-499.
- BARBIERI, R.C.J. and OSTRENSKY, A. 2001. Camarões Marinhos: Reprodução, Maturação e Larvicultura . Vol. 1. *Aprenda Fácil Editora*. Viçosa, MG. 255p.
- BAUMGARTEN, M.G.Z.; ROCHA, J.M.B. and NIENCHESKI, L.F. 1996. *Manual de Análises em Oceanografia Química*. Rio Grande, RS, FURG. p. 39-42.
- BECCATO, M.A.B. 2009. A pesca de iscas vivas na região estuarino-lagunar de Cananéia/SP: análise dos aspectos sociais, econômicos e ambientais como subsídio ao manejo dos recursos e ordenamento da atividade. São Carlos. 175p. (Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais - UFScar). Disponível em: http://200.136.241.56/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2547
- BOYD, C. 1990. Water quality in warmwater fish ponds. Agricultural Experiment Station. Auburn University. Opelika, Alabama, USA, 359p.
- BOWER, C.E. and BIDWELL, J.P. 1978. Ionization of ammonia in seawater: effects of temperature, pH and salinity. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. vol. 35, p. 1012- 1016.

- BRITO, R.; CHIMAL, M-E. and ROSAS, C. 2000. Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (decapoda:penaeidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* , vol. 244, p. 253-263.
- BUCKUP, L. and BOND-BUCKUP, G. 1999. Os Crustáceos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Ed.Universidade /UFRGS, 503p.
- EBELING, J.M.; TIMMONS, M.B. and BISOGNI, J.J. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in aquaculture production systems. *Aquaculture*, vol. 257,no. 1-4, p. 346-358.
- FABRI, J.B., 2006. Pesca. In: DACOSTA, L. (org.) *Atlas do Esporte no Brasil*. CONFEF, Rio de Janeiro, chap. 10; 9-12. Disponível em: <http://www.atlasesportebrasil.org.br/textos/81.pdf>
- FOTEDAR, S. and EVANS, L. 2011. Health management during handling and live transport of crustaceans: a review. *Journal of Invertebrate Pathology*, vol. 106, p.143-152.
- FURTADO, P.S.; POERSCH, L.H. and WASIELESKY, W.J. 2011. Effect of Calcium Hydroxide, Carbonate and Sodium Bicarbonate on Water Quality and Zootechnical Performance of Shrimp *Litopenaeus vannamei* Reared in Bio-Flocs Technology (BFT) Systems. *Aquaculture*. (in press).
- GIROTTI, M.V.F. 2010. Efeitos da Amônia sobre Juvenis de *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD,1936) e de *Litopenaeus vannamei* (BOONE,1931): Excreção e Toxicidade. Curitiba. 79p. (Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias - UFP). Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/24058/Dissertacao%20marcus%20girotto.pdf?sequence=1>

- JENSEN, L. V.; FURTADO, P. S.; FUGIMURA, M. M. S.; GARCIA, L. O.; POERSCH, L. H.; VERANI, J. R. and WASIELESKY, W. 2012. Effect of stocking density on transport of juvenile *Farfantepenaeus brasiliensis* (CRUSTACEA: DECAPODA) used as live-bait in amateur fishing. *Aquaculture Research*. (submetido).
- JIANG, D-H.; LAWRENCE, L.A.; NEILL, W.H. and GONG, H. 2000. Effects of temperature and salinity on nitrogenous excretion by *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 253, p. 193-209.
- KIR, M.; KUMLU, M. and EROLDOGAN, O.T. 2004. Effects of temperature on acute toxicity of ammonia to *Penaeus semisulcatus* juveniles. *Aquaculture*, vol. 241, no. 1-4, p. 479-489.
- KUBITZA, F. 1997. Transporte de peixes vivos. Parte 1. *Panorama da Aquicultura*. Vol 7.no 43. p.20-26. Disponível em: http://www.acquaimagem.com.br/docs/Pan43_Kubitza.pdf
- LESTER, J.L. and PANTE, M.J.R. 1992. Penaeid temperature and salinity responses. In Fast, A.W. & Lester, L.J. eds. *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices*. Chap. 24, pp 515-534. Elsevier, Amsterdam, Holanda., 862 pp.
- LI, Y.; LI, J. and WANG, Q. 2006. The effects of dissolved oxygen concentration and stocking density on growth and non-specific immunity factors in Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*. *Aquaculture*, vol. 256, no. 1-4, p.608 – 616.
- MARTINEZ, E.; AGUILAR, M.; TREJO, L.; HERNANDEZ, I.; DIAZ-IGLESIA, E.; SOTO, L.A.; SANCHEZ, A. and ROSAS, C., 1998. Lethal dissolved oxygen concentrations for postlarvae and early juveniles of *Penaeus setiferus* exposed to different salinities and pH. *J. World Aquaculture Society*. Vol. 29, no. 2, p. 221–229.
- OSTRENSKY, A. and WASIELESKY, WJ., 1995. Acute toxicity of ammonia to various life stages of the São Paulo shrimp, *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. *Aquaculture*, vol. 132, no. 3-4, p. 339-347.

- PRETO, A.L.; PISSETI, T.L.; WASIELESKY, W.; POERSCH, L.H. and CAVALLI, R.O. 2009. Production of live bait-shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) in cages at varying stocking densities. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, vol. 35, no. 1, p. 39-45.
- REGNAULT, M. 1987. Nitrogen excretion in marine and fresh water crustacean. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, vol. 62, p. 1-24.
- ROBERTSON, L.; THOMAS, P. and ARNOLD, C.R. 1988. Plasma cortisol and secondary stress responses of cultures red drum (*Sciaenops ocellatus*) to several transportation procedures. *Aquaculture*, vol.68, no. 2, p. 115-130.
- ROSAS, C.; SINCHEZ, A.; DIAZ-IGLESIA, E.; BRITO, R.; MARTINEZ, E. and SOTO, LA. 1997. Critical dissolved oxygen level to *Penaeus setiferus* and *Penaeus schmitti* postlarvae (PL¹⁰⁻¹⁸) exposed to salinity changes. *Aquaculture* , vol. 152, no. 1-4, p. 259-272.
- SILVA, C.A. and MATHIAS, M.A. de C. 1997. Transporte de larvas recém eclodidas do camarão de água doce *Macrobrachium rosebergii* (De Man). *Boletim do Instituto de Pesca*. São Paulo, vol.24, p. 233-237.
- SAMET, M., NAKAMURA, K. AND NAGAYAMA, T., 1996. Tolerance and respiration of the prawn *Penaeus japonicus* under cold air conditions. *Aquaculture*, vol. 143, no. 2, p. 205–214.
- SPERANDIO, L. M. 2004. Transporte de pós-larvas e juvenis de camarões de água doce. Jaboticabal. 43p. (Dissertação de Mestrado em Aquicultura - Universidade Estadual Paulista). Disponível em:
http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/dissertacoes_teses/dissertacoes/Dissertacao%20Luciane%20Messias%20Sperandio.pdf

- SUMMERFELT, S.T. 1996. Engineering design of a water reuse system. *In: R.C. Summerfelt (Ed), Walleye culture manual. Ames, IA, North Central Regional Aquaculture Center Publication Office, IOWA State University, p. 277-309.*
- UNESCO. 1983. Direct determination of ammonia with the indophenol blue method. *In: Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Manuals and Guides 12, Intergovernmental Oceanographic Commission. Paris, France, p. 29-36. Disponível em : http://www.jodc.go.jp/info/ioc_doc/Manual/055950eo.pdf*
- VALENTI, W.C.; HAYD, L.A.; VETORELLI, M.P. and MARTINS, M.I.E.G. 2008. Viabilidade econômica da produção de iscas e juvenis de *Macrobrachium amazonicum* no Pantanal. *In: José Cyrino, João Scorvo, Luis André Sampaio & Ronaldo Cavalli. (Ed.). Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura II. Jaboticabal, SP: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p. 25-35.*
- VAN WYK, P. and SCARPA, J. 1999. Water quality requirements and management. *In: Van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K. L., Mountain, J., & Scarpa, J.,(Eds.). Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, p.144-162.*
- VINATEA, L.A. 1997. Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 166p.
- ZHANG, P.; ZHANG, X.; LI, J. and HUANG, G. 2006. The effects of body weight, temperature, salinity, pH, light intensity and feeding condition on lethal DO levels of white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture*, vol. 256, no. 1-4, p.579-587.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que a produção de iscas vivas se torne lucrativa, é indispensável que ocorra um fornecimento contínuo de pós-larvas para abastecer as estruturas de cultivo ao longo de todo o ano. A produção de pós-larvas da espécie *F. brasiliensis* embora já tenha seus procedimentos bem estabelecidos ainda ocorre em pequena escala, e é direcionada principalmente para pesquisa, programas de repovoamento ou para subsidiar pequenos cultivos pilotos desenvolvidos por órgãos de pesquisa ou extensão do governo. Atualmente a produção encontra-se restrita a um único laboratório no país, localizado no sul do Rio Grande do Sul, e que produz pós-larvas apenas durante alguns meses do ano, normalmente entre os meses de setembro a dezembro, o que sem dúvida passa a ser uma das principais limitações para o desenvolvimento da atividade.

Além disso, com a proibição do cultivo de camarões em unidades de conservação federais e suas zonas de amortecimento (Instrução Normativa MMA Nº 03, de 16 de abril de 2008), o principal “consumidor” de pós-larvas de espécies nativas que era o cultivo em estruturas alternativas (gaiolas e cercados) de baixo custo e baixo impacto ambiental, junto as comunidades de pescadores artesanais não existe mais, desestimulando ainda mais o surgimento de novos laboratórios de produção de espécies nativas.

Como forma de contornar esta proibição e promover uma produção de isca-viva de forma legal e sustentável para abastecer o mercado da pesca amadora, o cultivo de camarões no sistema de bioflocos demonstrou ser uma alternativa promissora. Cabe salientar que este sistema de produção não necessita propriamente ser construído em regiões estuarinas ou costeiras podendo ser desenvolvido até mesmo em regiões afastadas da costa. O estudo demonstrou que o sistema de cultivo com bioflocos foi capaz de manter a qualidade de água favorável ao crescimento e sobrevivência de *F. brasiliensis* tanto na fase de berçário quanto

na fase de engorda, mesmo com a ocorrência de um “bloom” indesejado de cianobactérias, mantendo todos os parâmetros de qualidade da água monitorados dentro das faixas consideradas favoráveis para o cultivo de camarões durante os 90 dias de experimento (berçário e engorda). Embora o sistema de bioflocos tenha como princípio a não renovação de água durante o cultivo, foi necessário uma renovação de 50 % do volume do viveiro, como forma de conter o desenvolvimento do “bloom” de cianobactéria. Entretanto, mesmo com a renovação, o consumo de água no sistema foi considerado pequeno se comparado ao sistema tradicional que costuma utilizar renovações diárias da ordem de 3 a 5 % ao dia.

Além de ser determinante na manutenção da qualidade da água, a escolha da densidade de estocagem correta durante as distintas fases do cultivo, é de fundamental importância para a viabilidade do cultivo. Como o objetivo da fase de berçário é a obtenção de uma taxa de sobrevivência próxima a 90 % e camarões com peso médio de aproximadamente 1,0 g ao final de cerca de 30 dias de cultivo, dentre as três densidades testadas (50, 100 e 200 camarões/m²), recomenda-se a utilização de no máximo 100 camarões/m², de modo que a densidade de estocagem não reduza as taxas de crescimento e com isso, aumente o período de cultivo na fase de berçário. Já para a fase de engorda, o objetivo é a produção de camarões com cerca de 5,0 g ao final de aproximadamente 60 dias de cultivo, portanto, recomenda-se a utilização de no máximo 75 camarões/m², para que também não ocorram reduções nas taxas de crescimento e com isso, aumente o tempo necessário para a produção das iscas vivas. Recomenda-se ainda, a utilização simultânea de diferentes densidades de estocagem, para que se obtenha uma produção de forma escalonada, utilizando densidades mais baixas para obtenção de iscas vivas em um menor espaço de tempo, e densidades mais altas para obtenção de iscas vivas num prazo de tempo mais longo e, desta forma, se obtenha camarões disponíveis para venda ao longo de um maior período de tempo.

Os resultados de crescimento e sobrevivência dos camarões obtidos após 90 dias de cultivo indicaram que *F. brasiliensis* apresenta potencial para a produção de isca viva em sistema de bioflocos, entretanto, este potencial ainda está limitado pela ausência de uma ração específica para a espécie que atenda as suas exigências nutricionais. De maneira geral, os resultados dos estudos demonstraram que a produção de camarão para isca viva em sistema de bioflocos apontou ser ambientalmente sustentável e viável do ponto zootécnico, entretanto, o seu custo de instalação e produção ainda não são compatíveis para pequenos produtores ou pescadores artesanais, com menor poder de investimento. Espera-se que nos próximos anos os esforços de pesquisa sejam direcionados para a redução dos custos de instalação e de produção para que essa tecnologia possa ser repassada para as comunidades que já vivem da captura e comércio de isca viva. Por se tratar de um nicho de mercado, antes da implantação um sistema de cultivo de camarão em sistema de bioflocos para isca viva, um criterioso estudo de mercado deve ser realizado para levantar a demanda local e se não há competição pelo mercado de isca viva com pescadores artesanais da região, de modo que o cultivo não venha a gerar mais desemprego do que emprego.

Além da produção dos camarões, o transporte de iscas vivas entre regiões é outro ponto chave na cadeia produtiva, pois amplia as possibilidades de comércio. Os resultados obtidos nos experimentos de simulação de transporte demonstraram que é possível transportar *F. brasiliensis* por longos períodos, desde que a temperatura da água esteja entre 16 e 19 °C e a densidade de estocagem não ultrapasse os 3 camarões/L ou (16,5 g/L), sendo recomendado o transporte por no máximo de 10 horas para evitar que ocorram mortalidades. Verificou-se também que as variações nos parâmetros físicos e químicos da água sofrem variações abruptas nas primeiras duas horas de transporte, e que este período necessita de uma maior atenção, principalmente no que tange ao consumo de oxigênio dissolvido presente na água de transporte.

Portanto, de acordo com os dados obtidos na presente tese, o cultivo em sistema de bioflocos demonstrou ser tecnicamente viável e ambientalmente sustentável para a produção de isca viva, e que a utilização de uma densidade de estocagem correta e uma temperatura adequada possibilitam elevadas taxas de sobrevivência durante o transporte de *F. brasiliensis* para os pontos de comercialização.