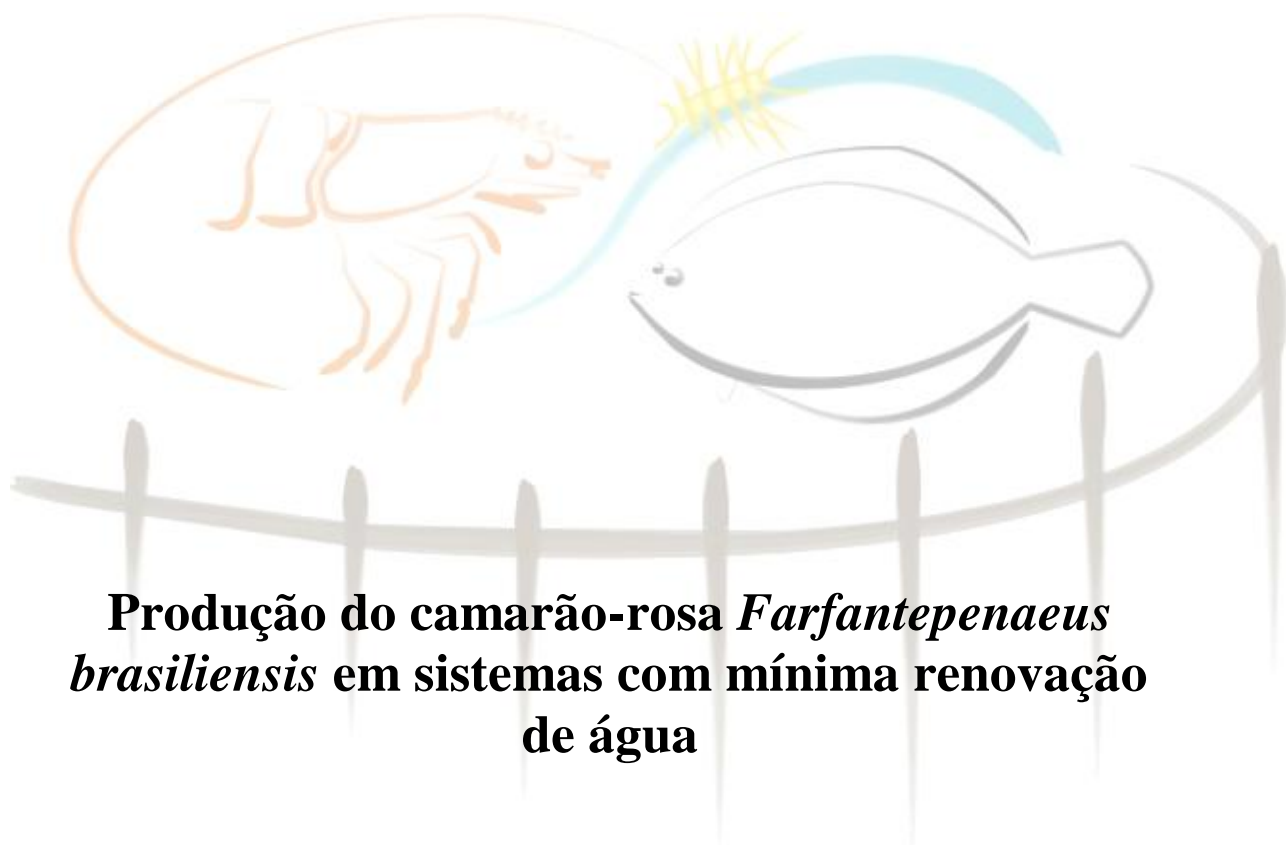




**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA**



**Produção do camarão-rosa *Farfantepenaeus  
brasilensis* em sistemas com mínima renovação  
de água**

**DIOGO LUIZ DE ALCANTARA LOPES**

**FURG  
RIO GRANDE, RS**

**2012**

Universidade Federal do Rio Grande  
Programa de Pós-Graduação em Aquicultura  
Tese de doutorado

**Produção do camarão-rosa *Farfantepenaeus  
brasilensis* em sistemas com mínima renovação  
de água**

**DIOGO LUIZ DE ALCANTARA LOPES**

Tese apresentada como parte dos  
requisitos para a obtenção do grau de  
doutor em Aquicultura no Programa de  
Pós-Graduação em Aquicultura da  
Universidade Federal do Rio Grande.

Orientador: Prof. Dr. Luis Henrique Poersch  
Coorientador: Prof. Dr. Wilson Wasielesky Jr.

Rio Grande - RS - Brasil  
Fevereiro, 2012

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	<b>V</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>VI</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>4</b>
<i>CARACTERÍSTICAS GERAIS DO <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i></i> .....	5
<i>PRODUÇÃO DO <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i></i> .....	7
<i>PRODUÇÃO DE <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> EM LABORATÓRIO</i> .....	9
<i>A REPRODUÇÃO</i> .....	9
<i>A PRODUÇÃO DE LARVAS</i> .....	10
<i>PRÉ-BERÇÁRIO E ENGORDA</i> .....	11
<i>IMPACTOS AMBIENTAIS</i> .....	12
<i>UTILIZAÇÃO DOS MICROORGANISMOS NA PRODUÇÃO DE CAMARÕES</i> .....	13
<i>SISTEMA DE BIOFLOCOS (BFT)</i> .....	13
<i>PROBIÓTICOS</i> .....	14
OBJETIVO.....	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
<b>CAPÍTULO II - USO DA TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS NA MANUTENÇÃO REPRODUTORES SELVAGENS DE CAMARÃO-ROSA <i>FARFANTEPENAEUS BRASILIENSIS</i> EM CATIVEIRO: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ESPERMÁTICA E DESEMPENHO ZOOTÉCNICO</b> .....	<b>26</b>
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	27
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	30
RESULTADOS.....	33
DISCUSSÃO.....	34
CONCLUSÃO.....	37
AGRADECIMENTOS.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
<b>CAPÍTULO III - USO DE PROBIÓTICOS NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-ROSA <i>FARFANTEPENAEUS BRASILIENSIS</i>: EFEITOS SOBRE A QUALIDADE DE ÁGUA, SOBREVIVÊNCIA E QUALIDADE DAS LARVAS</b> .....	<b>45</b>
RESUMO.....	46
ABSTRACT.....	46
INTRODUÇÃO.....	47
MATERIAL E MÉTODOS.....	49
RESULTADOS.....	54
DISCUSSÃO.....	56
CONCLUSÃO.....	59
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	59
<b>CAPÍTULO IV - DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM ÓTIMA DO CAMARÃO-ROSA <i>FARFANTEPENAEUS BRASILIENSIS</i> PRODUZIDO EM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS DURANTE A FASE DE BERÇÁRIO</b> .....	<b>65</b>
RESUMO.....	66
ABSTRACT.....	66
INTRODUÇÃO.....	67

MATERIAL E MÉTODOS .....	68
RESULTADOS .....	71
DISCUSSÃO.....	73
CONCLUSÃO.....	77
AGRADECIMENTOS.....	77
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	77
<b>CAPÍTULO V - PRODUÇÃO SUPERINTENSIVA DO CAMARÃO-ROSA FARFANTEPENAEUS BRASILIENSIS EM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM DURANTE A FASE INICIAL DE ENGORDA.....</b>	<b>83</b>
RESUMO .....	84
ABSTRACT .....	84
INTRODUÇÃO.....	85
MATERIAL E MÉTODOS .....	86
RESULTADOS .....	88
DISCUSSÃO.....	92
CONCLUSÃO.....	96
AGRADECIMENTOS.....	97
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	97
<b>CAPÍTULO IV - CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO III.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO IV.....</b>	<b>113</b>

## **DEDICATÓRIA**

**Dedico este trabalho a meus pais Luiz e Elvira, meus Irmãos Fábio, Débora e Ana e a minha noiva Luciana.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder a vida e ter escolhido tão bem minha família. Agradeço ao meu pai Luiz e minha mãe Elvira, por todos os dias de trabalho exercidos para que eu pudesse estudar, por se dedicarem com tanto amor e carinho em minha formação, dando-me um grande exemplo de vida e sempre indicando o caminho correto. Agradeço ao meu irmão Fábio, minhas irmãs Débora e Aninha e a minha noiva Luciana por terem me dado tanta força nas horas de dificuldades, por terem rezado por mim e torcido para que eu tivesse sucesso. Aos meus antigos amigos que mesmo a distancia estão torcendo por mim. A família Larus que me acolheu com tanto carinho e tornou minha estadia em Rio Grande mais divertida (Renato, Cris, Lula, Vivi, Cintia, Neve, Jonatas, Dedé, Tiago e demais companheiros...). E aos irmãos de república (Baila, Jonatas, Renatão e Shei).

Aos recentes amigos que fiz durante o doutorado agradeço pela amizade, pelo companheirismo e por compartilhar conhecimentos... Agradeço a equipe de trabalho da qual fiz parte, em especial ao André, Sabrina e Vita que foram fundamentais para execução desta tese.

Agradeço aos professores Wilson (Mano) e principalmente ao meu orientador Luis Poersch (mineiro), por terem me ajudado todas as vezes que solicitados, por sua paciência e pelo conhecimento compartilhado. Meu obrigado também a todos os professores e a todos os funcionários que me ajudaram.

Obrigado a banca examinadora deste trabalho, prof<sup>o</sup> Dr. Miguel Rodilla, prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup>.

D'Incao e ao Dr. Geraldo Fóes, pela contribuição para melhoria desta tese.

A todos que de alguma forma contribuíram com a realização deste trabalho, muito obrigado...

## RESUMO

No Brasil, a carcinocultura está fundamentada exclusivamente na espécie *Litopenaeus vannamei*. Porém, a liberação e/ou o escape acidental de espécies exóticas do sistema de criação para o ambiente podem acarretar em desequilíbrio ambiental. Além disso, o manejo alimentar durante a produção de camarões é marcado pelo uso intensivo de alimentos ricos em proteína de origem animal. Sendo que, do alimento utilizado, apenas 17% dos nutrientes são absorvidos pelos camarões, enquanto a parcela restante se acumula na água e no sedimento, sendo posteriormente liberados na forma de efluentes para o meio ambiente. Neste sentido, a presente tese teve como objetivo contribuir para o desenvolvimento da tecnologia de produção do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* em sistemas que estimulam a participação dos microorganismos no controle de qualidade de água e na redução da emissão de efluentes. Para isso, inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico (capítulo I desta tese) para determinar as características biológicas, situação da pesca e aquicultura, bem como para determinar os principais problemas enfrentados na produção de *F. brasiliensis*. No capítulo II, foi comparada a qualidade espermática dos reprodutores mantidos em tecnologia de bioflocos (BFT) e alimentados com ração comercial (38% PB), com os reprodutores mantidos em água clara e alimentados com alimento fresco e ração comercial para reprodutores. Os resultados observados neste estudo demonstram que a manutenção de reprodutores pode ser realizada em sistema BFT, com reduzida taxa de renovação de água e utilização de ração com baixo teor de proteína bruta (38%), sem afetar a qualidade espermática de *F. brasiliensis* e a qualidade da água. No capítulo III, foi comparada a qualidade de água e a qualidade das pós-larvas de *F. brasiliensis* produzida em sistema convencional (tratamento controle TC, sem a utilização de probióticos e renovação diária de água 70%), e em dois sistemas com reduzida taxa de renovação de água (20% de renovação diária) associado a aplicações diárias de probióticos (tratamento TA, composto por *Bacillus subtilis* e *Bacillus lecheniformis* e Tratamento TB composto por *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* e *Enterococcus sp.*). Os resultados demonstram que os probióticos testados foram eficientes no controle da qualidade de água, mesmo com a redução da taxa de renovação de água de 70 para 20% ao dia. Além disso, o probiótico composto por diferentes grupos de bactérias proporcionou maior sobrevivência das pós-larvas ao teste de estresse salino. No capítulo IV, foram avaliadas

diferentes densidades de estocagem de juvenis de *F. brasiliensis*, criados em sistema de berçário e em sistema BFT. Os resultados deste estudo demonstram que a produção de *F. brasiliensis*, em sistema de BFT durante a fase de berçário, pode ser realizada na densidade de 600 juvenis/m<sup>2</sup>, sem redução da sobrevivência e sem a necessidade de realizar renovações de água para manter a qualidade de água. No capítulo V, foram avaliadas diferentes densidades de estocagem de juvenis de *F. brasiliensis* criados em BFT durante a fase inicial de engorda. A partir dos resultados deste estudo, conclui-se que a produção de *F. brasiliensis* durante a fase inicial de engorda, pode ser realizada na densidade de 300 juvenis/m<sup>2</sup>, com pequena redução da taxa de sobrevivência e maior produção de biomassa, além de não ter sido realizada nenhuma renovação de água para manter a qualidade de água. Por fim, os resultados desta Tese destacam que a produção do camarão-rosa *F. brasiliensis* em tecnologia de bioflocos e aplicações de probióticos, possibilitaram a redução do uso dos recursos hídricos e da liberação de efluentes, o que acarreta em menores impactos ambientais, bem como possibilitaram melhorias na qualidade e na produtividade.

#### **ABSTRACT**

The Brazilian shrimp production is realized specifically on exotic species. However, the accidental animal release, or escape, from rearing system into the environment may result in an environmental impact for native's species. In addition, the feeding management usually applied in intensive production systems (broodstock, hatchery, nursery and growth) use diet with high protein diet content and only 17% of the diet's nutrients are absorbed by shrimp, while the remaining portion accumulates in the water which is released into the environment. Take into account the damage that shrimp production can cause in the environment (effluent discharge), the water microorganism manipulation has been used in order to reduce effluent emission apart from contribute with water quality maintenance. The pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* is a Brazilian native species with potential for use in aquaculture that might be reared in this kind of system considerable as environmentally friendly. In this way, this thesis aimed to contribute for develop technology for produce the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* in an ecologic system. The thesis is divided in six chapters. In the first chapter was made a literature review to raise the biological characteristics, fisheries and



aquaculture status, as well as to determine the main problems and possible technologies solutions for produce the *F. brasiliensis*. The chapter II compared the sperm quality among broodstocks kept in bioflocs technology (BFT system) and fed with commercial feed (38% CP), with broodstock kept in clear water and fed with fresh food and commercial diet for broodstock. The results of this study demonstrate that the broodstock maintenance can be performed in BFT system, with water-exchange reduced and use of fed with low protein content (38%), without affecting the spermatic quality *F. brasiliensis* and water quality. In Chapter III were compared to water quality and quality of post-larvae of *F. brasiliensis* produced in a conventional system (control treatment CT without the use of probiotics and water exchange daily 70%), and in two systems with low water exchange rate (20% water exchange daily) associated with daily applications of probiotics (TA treatment consisting of *Bacillus subtilis* and *Bacillus lecheniformis* and treatment TB consisting of *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp. and *Enterococcus* sp.). In this chapter, the results showed that the both probiotics were effective in water quality control. But the probiotic composed by different groups of bacteria increased the post-larvae survival after the salinity stress test. In chapter IV was evaluated different nursery stocking densities of juvenile *F. brasiliensis* reared in bioflocs technology. In this study, the results confirm that is possible to rear *F. brasiliensis* in BFT system during the nursery phase at 600 juveniles/m<sup>2</sup>, reaching high biomass production and survival rate, and without the need of water exchanges to keep water quality. In chapter V were evaluated different stocking densities of juvenile *F. brasiliensis* reared in BFT system during the initial growth. In this studies, was possible concluded that the *F. brasiliensis* production can be carried out at higher density (300 juveniles/m<sup>2</sup>), with a small reduction of the survival rate, highest biomass production and without the need to carry out the water exchange to maintain water quality. Thus, the results of this thesis, employing both technologies (production in BFT and probiotic use), showed that is possible to reductions the water use and the effluents emission, as well as and improvements the quality and productivity of the *F. brasiliensis* in captivity (chapter VI).

# CAPÍTULO I

---

## Introdução Geral

Diogo Luiz de Alcantara Lopes

Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

Cx. Postal 474, CEP: 96201-900 – Rio Grande – RS – Brasil.

[diogolalzo@hotmail.com](mailto:diogolalzo@hotmail.com)

## CARACTERÍSTICAS GERAIS DO *Farfantepenaeus brasiliensis*

No Brasil as espécies *Farfantepenaeus brasiliensis*, *Farfantepenaeus paulensis* e *Farfantepenaeus subtilis* (Fig.1) são chamados de camarão-rosa e não ocorre diferenciação entre elas em avaliações de estoques pesqueiros (Brisson 1986, Chagas-Soares *et al.* 1995, MPA 2010). O camarão-rosa pode ser encontrado desde as águas costeiras da província de Buenos Aires - Argentina até a Carolina do Norte - EUA (D’Incao, 1991). Porém, entre essas três espécies o *F. brasiliensis* é o mais cosmopolita e pode ser encontrado desde o sul do Rio Grande do Sul (Brasil) até a Carolina do Norte (EUA) (D’Incao 1999).

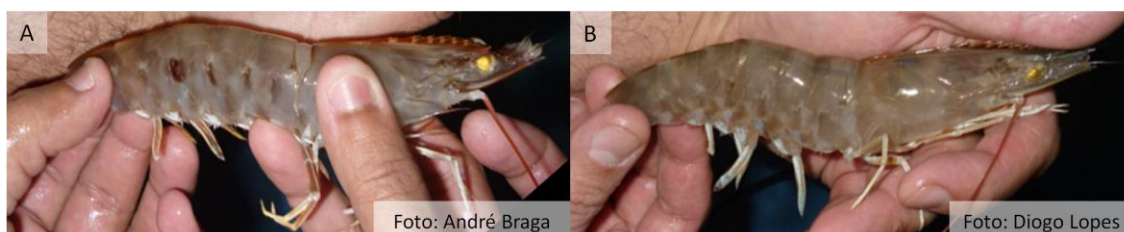


Figura 1 - (A) *Farfantepenaeus brasiliensis* e (B) *Farfantepenaeus paulensis*

No gênero *Farfantepenaeus*, o dimorfismo sexual é facilmente detectado. A estrutura reprodutiva das fêmeas (télico) é do tipo fechado (Dall *et al.* 1990) e composto por placas laterais, que formam um receptáculo seminal, onde o espermátóforo do macho é depositado no momento da cópula. Já a estrutura reprodutiva dos machos é composta por um par de testículos e canais deferentes. Os testículos apresentam em sua extremidade, uma ampola terminal (espermátóforo), onde os espermatozoides são armazenados (Dall *et al.* 1990, Bauer e Cash, 1991). Os machos apresentam ainda uma estrutura externa característica denominada de petasma (estrutura que une o primeiro par de pleopodes), a qual se acredita ser usada para conduzir o espermátóforo para o télico da fêmea no momento da cópula (Dall *et al.* 1990) (Fig. 2).



Figura 2 - Estrutura reprodutiva externa de camarões *Farfantepenaeus* (petasma).

O ciclo de vida do *Farfantepenaeus* apresenta duas fases distintas: uma marinha, marcada pela reprodução e desenvolvimento larval, e outra estuarina, onde ocorre o rápido crescimento dos juvenis (Iwai 1978). A reprodução ocorre na plataforma continental, em profundidades entre 40 e 100 metros (Boff & Marchiore 1984, D’Incao 1991). A cópula é realizada no período noturno, em fêmeas que recém sofreram a ecdise (muda), antes que as placas laterais do receptáculo seminal se consolidem. O espermátóforo transferido para a fêmea será utilizado para fertilizar todas as desovas realizadas em um período de intermuda, quando será eliminado juntamente com a carapaça (Brisson 1986, Marchiori & Boff 1983, Dall *et al.* 1990). Os ovos são bentônicos e após a eclosão das larvas observam-se três estádios larvais planctônicos (náuplios, protozoa e mísis), cada um com vários subestágios. As larvas são transportadas passivamente para áreas estuarinas, onde permanecem abrigadas contra predadores e com alimentação abundante por aproximadamente quatro meses, o que possibilita seu rápido crescimento. Após o crescimento, os juvenis e ou subadultos migram ativamente do estuário para águas oceânicas a fim de completar sua maturação

sexual e reproduzir-se, completando assim seu ciclo de vida (D'Incao & Dumont 2010) (Fig. 3).

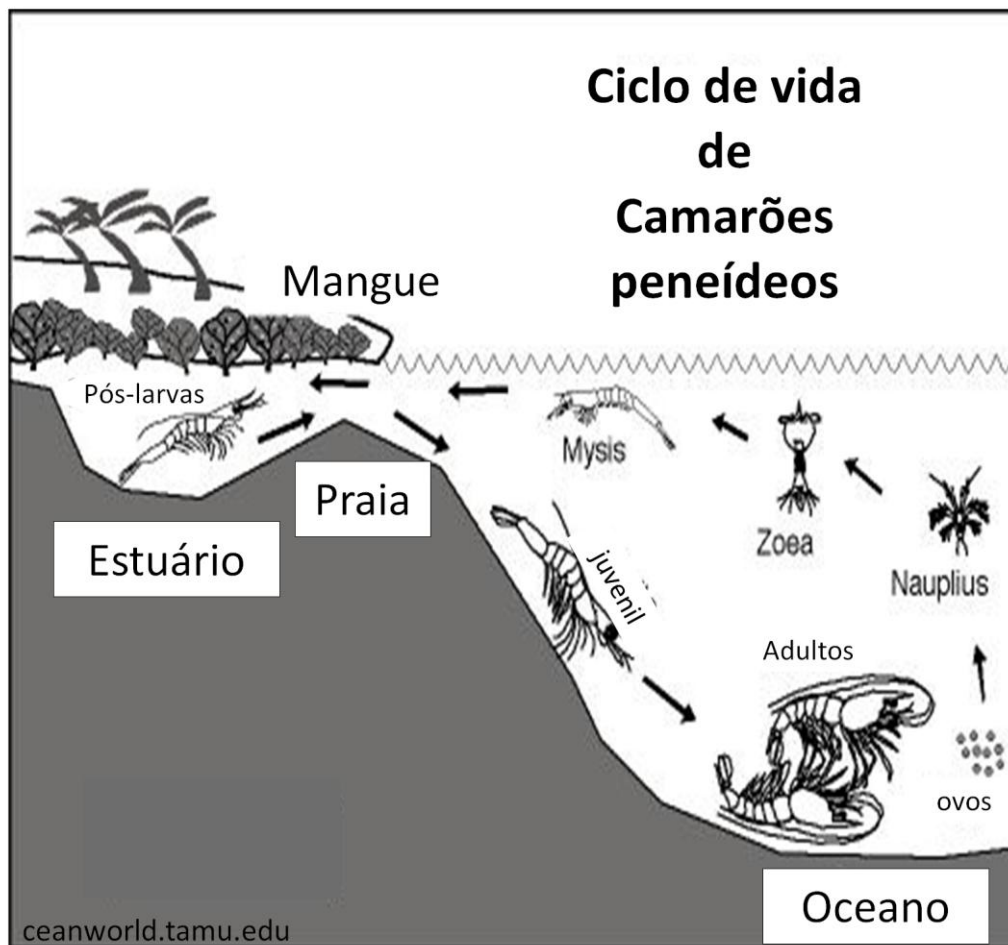


Figura 3. Ciclo de vida de camarões marinhos.

#### PRODUÇÃO DO *Farfantepenaeus brasiliensis*

A aquicultura é a atividade de produção animal com maior taxa de crescimento no mundo (8,3% ao ano), atingindo em 2008, uma produção de 68,3 milhões de toneladas de pescado e um valor financeiro estimado em 105,8 bilhões de dólares (FAO 2010). Entre os diferentes organismos produzidos pela aquicultura, os crustáceos representaram cerca de 9,5% do total de pescados (5 milhões de toneladas) e 23,1% da receita bruta, o que gerou um valor financeiro de aproximadamente 22,7 bilhões de dólares (FAO 2010). Entre os principais gêneros de crustáceos produzidos na aquicultura, destacam-se os *Farfantepenaeus*, *Fenneropenaeus*, *Litopenaeus*, *Marsupenaeus*, *Melicertus* e *Penaeus* (Pérez-Farfante & Kensley 1997), que agrupam

60 espécies, das quais 50 espécies já foram utilizadas para a produção em diferentes países (Arredondo-Figueroa 2002).

No Brasil, a carcinocultura está fundamentada exclusivamente na espécie *Litopenaeus vannamei* devido ao seu rápido crescimento, eficiente conversão alimentar, rusticidade, taxa de sobrevivência elevada e pacote tecnológico previamente estabelecido (Ostrensky 2002). Porém, muitos autores afirmam que a liberação e/ou o escape acidental de espécies exóticas dos sistemas de criação para o ambiente podem ocasionar desequilíbrios ambientais afetando as espécies nativas (Moyle & Leidy 1992, Hickley & Chare 2004, Clarkson *et al.* 2005, Vitule *et al.* 2006, Zimmerman & Vondracek 2006). Este fato está associado à competição por nicho ecológico e/ou a predação direta de ovos, larvas, organismos juvenis e adultos, alterando a dinâmica das populações e ocasionando efeitos negativos sobre a biodiversidade.

A utilização de espécies nativas é uma alternativa para diminuir os riscos ambientais causados pela utilização de espécies exóticas em ambientes costeiros. Neste sentido, a criação do camarão-rosa *F. brasiliensis* apresenta diversas vantagens que estimulam a sua produção, tais como: ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrado em quase toda a costa brasileira (Fig. 4); representa aproximadamente 18% do total de crustáceos capturados no Brasil (MPA 2010), havendo assim mercado consumidor pré-estabelecido; disponibilidade de reprodutores para captura no meio ambiente (D'Incao & Dumont 2010); e as larvas e os juvenis produzidos em cativeiro podem ser utilizados em ações mitigatórias, como por exemplo, o repovoamento de ambientes degradados.

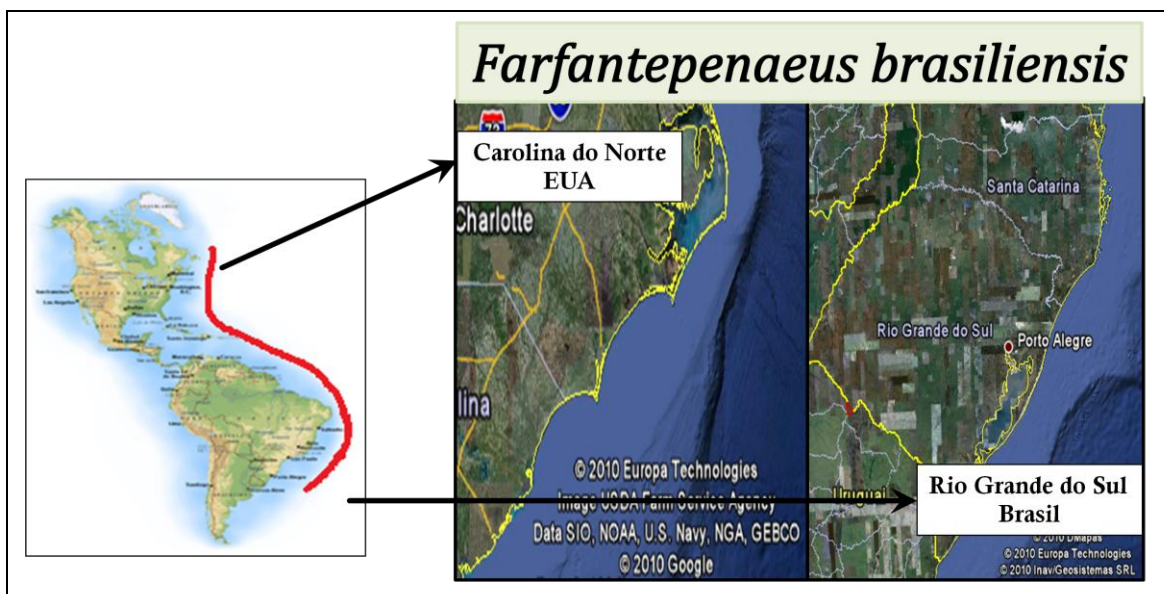


Figura 4. Distribuição geográfica do *Farfantepenaeus brasiliensis*.

Na tentativa de diversificar produção de crustáceos e viabilizar a criação do *F. brasiliensis*, em 2005, pesquisadores da Estação Marinha de Aquicultura, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande (EMA- IO - FURG), começaram a desenvolver estudos relacionados com a reprodução (Lopes 2007, Lopes *et al.* 2010, Braga *et al.* 2011), larvicultura (Lopes *et al.* 2009a), berçário e engorda em cativeiro (Lopes 2007, 2009b, Souza *et al.* 2012a, 2012b).

Até o presente momento, os resultados demonstram que *F. brasiliensis* é uma espécie promissora para a utilização na aquicultura, pois apresenta bom desempenho reprodutivo e resistência ao manejo em laboratório (Lopes 2007, Peixoto *et al.* 2008, Lopes *et al.* 2009b). Associado a isso, tanto o processo reprodutivo, quanto o desenvolvimento da larvicultura são semelhantes aos empregados na produção de *F. paulensis*, espécie esta que já possui um pacote tecnológico bem estabelecido. Porém, alguns problemas zootécnicos e ambientais ainda contribuem para o insucesso da produção comercial desta espécie.

## PRODUÇÃO DE *Farfantepenaeus brasiliensis* EM LABORATÓRIO

### A REPRODUÇÃO

A reprodução de *F. brasiliensis* selvagens recém-capturados é realizada com sucesso no Laboratório de Carcinicultura da EMA/IO-FURG. Entretanto, a dependência de plantéis de reprodutores selvagens recém-capturados, é apontada por diversos autores como uma das limitações para o desenvolvimento da produção de peneídeos (Menasveta *et al.* 1994, Makinouchi & Hirata 1995, Ramos *et al.* 1995). Este fato está associado a problemas nutricionais ocasionados pelo fornecimento de dietas inadequadas e ao manejo excessivo causado pela constante manipulação dos reprodutores, o que acarreta em perda da qualidade espermática.

Durante a manutenção de reprodutores em laboratório, os cuidados com a qualidade reprodutiva dos machos devem ser redobrados, uma vez que reduções na qualidade espermática podem acarretar perdas na fecundidade dos ovos em desovas sucessivas (Primavera & Posadas 1981, Brisson 1986, Dall *et al.* 1990), comprometendo o desempenho reprodutivo dos animais mantidos em laboratório.

## A PRODUÇÃO DE LARVAS

No que tange à produção de larvas e pós-larvas em laboratório, é importante ressaltar que a larvicultura é o período mais crítico da produção, já que durante esta etapa são observadas altas taxas de mortalidade, que podem variar normalmente entre 40 a 70%.

As larvas de camarões são organismos frágeis e sensíveis a mudanças ambientais bruscas e a manejo inadequado, bem como necessitam de alimento de alto valor nutricional e de boa qualidade (FAO 2004). Devidos aos fatos anteriormente mencionados, para obter êxito na larvicultura, a qualidade da água precisa ser constantemente monitorada. Durante o desenvolvimento larval, o rápido acúmulo de matéria orgânica e dos compostos nitrogenados é acarretado pelo fornecimento de rações com alto teor de proteína (aproximadamente 60% PB), pela perda de nutrientes por lixiviação e pela liberação de grande quantidade de excretas devido as elevadas densidades de estocagem utilizadas. Com objetivo de manter a qualidade da água em melhores condições, são realizadas taxas de renovação de até 100% ao dia (FAO 2004, Vinatea & Andreatal 1997), o que acarreta constante manipulação das larvas. Este excesso de manipulação pode levar ao estresse fisiológico e supressão do sistema imune, tornando-as suscetíveis a doenças, principalmente as causadas por bactérias (FAO 2004).

A adoção de técnicas de produção que possibilitem a redução das taxas de renovação, mantendo a qualidade da água em valores ideais ao desenvolvimento larval, pode reduzir o estresse durante a larvicultura e, por consequência, aumentar a sobrevivência dos camarões. Neste sentido, diferentes estudos vêm sendo realizados na tentativa de diminuir as taxas de renovação da água, sem afetar a sua qualidade. A utilização de probióticos, por exemplo, é realizada durante a produção de larvas para controlar a proliferação de organismos patogênicos (Souza *at al.* 2012a, 2012b) e o acúmulo de matéria orgânica. Neste sentido, a utilização de probióticos também pode ser uma alternativa no controle da qualidade da água sem a necessidade da realização de elevadas taxas de renovação, minimizando assim, o estresse durante a produção e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade das larvas.



## PRÉ-BERÇÁRIO E ENGORDA

A produção de camarão-rosa em cativeiro é marcada pelo baixo crescimento e reduzida sobrevivência (Lopes 2007, Peixoto *et al.* 2008). Este fato está associado a diversos fatores, tais como: hábito alimentar onívoro-detritívoro com tendência ao canibalismo, visto que essa espécie necessita de maior teor de proteína na dieta (Fróes *et al.* 2007); a inexistência de rações específicas para suprir suas exigências nutricionais; e a relação negativa entre o aumento da densidade de estocagem e sobrevivência durante a produção (Lopes 2007, Peixoto *et al.* 2008). A redução do crescimento e da sobrevivência com a elevação da densidade de estocagem já foi observada por outros autores (Moss & Moss 2004, Lopes 2007) e provavelmente está associada à competição por espaço (Arnold *et al.* 2006) e por alimento (Lemos *et al.* 2004, Fróes *et al.* 2007). Segundo Arnold *et al.* (2009), a elevação da densidade de estocagem está associada a alterações comportamentais que culminam no aumento do canibalismo.

Os estudos realizados na Estação Marinha de Aquicultura (IO- FURG) têm demonstrado bons resultados na produção do camarão-rosa em gaiolas instaladas na Lagoa dos Patos. Preto (2005), produzindo isca viva com o camarão-rosa *F. paulensis* em gaiolas instaladas no estuário da Lagoa dos Patos, porém alimentados com rejeito de pesca, observaram bons resultados de sobrevivência (variando entre 61 a 92%) e crescimento (variando entre 0,61 a 1,12 g). Lopes (2007), avaliando a produção de *F. brasiliensis* em gaiolas instaladas no estuário da Lagoa dos Patos, também observaram bom crescimento (variando entre 6,76 a 7,9 g) e sobrevivência (variando entre 92 a 96%), mesmo sendo utilizadas rações com baixo teor de proteína (38% PB). Segundo Lopes (2007) e Lopes *et al.* (2009b), esses resultados estão associados à participação do alimento natural como fonte nutricional suplementar e à manutenção da qualidade de água, que possibilitou o crescimento dos camarões e diminuiu a tendência ao canibalismo. Neste sentido, a utilização de tecnologia de produção que possibilite melhoria na qualidade da água e maior participação do alimento natural como fonte adicional aos camarões, pode proporcionar maior produtividade na criação de *F. brasiliensis*.

## IMPACTOS AMBIENTAIS

O manejo alimentar durante a manutenção de reprodutores, na larvicultura e em sistemas intensivos de produção (berçário e engorda) é marcado pelo uso de alimentos ricos em proteínas. Entretanto, apenas uma pequena parte dos nutrientes presentes na ração (aproximadamente 17%) é absorvida pelos camarões, enquanto a parcela restante se acumula na água e sedimento, sendo posteriormente liberado na forma de efluentes (Nunes & Parson 1998). Entre os principais efluentes gerados durante a produção de camarões destacam-se os compostos nitrogenados, o fósforo e o material particulado (Hopkins *et al.* 1993, McIntosh *et al.* 2001, Jackson *et al.* 2003, Cohen *et al.* 2005). O acúmulo de compostos nitrogenados na água pode proporcionar, por exemplo, o aumento da concentração da amônia total, que em concentrações superiores a 0,88 mg/L pode gerar risco à produção (Campos *et al.* 2012).

Na tentativa de reduzir o acúmulo dos compostos nitrogenados, os produtores realizam renovação de água, que varia entre 10 a 15% ao dia (Lin & Chen 2001). Frequentemente, os efluentes gerados são liberados no meio ambiente sem um tratamento prévio (Thakur & Lin 2003, Cohen *et al.* 2005, Maillard *et al.* 2005, Avnimelech 2009), provocando o acúmulo de nutrientes no meio ambiente a médio e/ou longo prazo (Wang 2003, Hargreaves 2006). Segundo Silva (2009) a produção de espécies nativas apresenta maior potencial poluidor, uma vez que para cada tonelada de camarão *F. paulensis* produzido são liberados no ambiente aproximadamente 90 kg de N e 13,5 kg de P, o que representa cerca de 4,5 vezes mais de N e 3,3 vezes mais de P do que é liberado na produção de *L. vannamei*.

O aumento da carga de nutrientes no sistema de produção pode ainda propiciar o desenvolvimento de organismos patogênicos (Naylor *et al.* 2000, Piedrahita 2003). Esses organismos patogênicos, quando liberados juntamente com os efluentes, podem contaminar o meio ambiente e disseminar doenças para fazendas que captarem esta água (Lotz & Lightner 2000). Neste sentido, faz-se necessário o uso de tecnologias de produção que possibilitem a redução do uso da água e da emissão de efluentes, assim como possibilitem maior biossegurança na produção.

## UTILIZAÇÃO DOS MICROORGANISMOS NA PRODUÇÃO DE CAMARÕES

### SISTEMA DE BIOFLOCOS (BFT)

As microalgas são responsáveis pelos principais processos de ciclagem dos nutrientes dissolvidos na água, e é através desse processo que ocorre a síntese da proteína que servirá de alimento para os demais níveis da cadeia trófica (Arredondo-Vega 1995, Derner 2006). Entretanto, em sistemas de produção aquícola, onde se utilizam elevadas densidades de estocagem e grande quantidade de ração, a manutenção da qualidade da água através das microalgas não é suficiente, ocorrendo acúmulo de nutrientes e obrigando a realização de renovações de água para eliminar estes compostos.

Na tentativa de aumentar a produtividade e melhorar o aproveitamento dos nutrientes presentes na água, no início dos anos 90, teve início o desenvolvimento da tecnologia de criação em meio aos agregados marinhos - tecnologia de bioflocos - BFT (Avnimelech 1993, Hopkins *et al.* 1993, Avnimelech *et al.* 1994) (Fig. 5). Neste sistema, o excesso de matéria orgânica e nutrientes dissolvidos na água, procedentes da decomposição da ração não ingerida e das excretas dos camarões, não é liberada como efluente permanecendo no sistema de produção. Associado a isso, à forte aeração da água e à manipulação da relação carbono:nitrogênio, através do fornecimento de uma fonte de carbono para manutenção de uma relação aproximada de 10:1, favorecem a proliferação das bactérias aeróbicas e heterotróficas (Ebeling *et al.* 2006, Avnimelech 2009). Essas bactérias, por serem mais eficientes que as microalgas na ciclagem dos nutrientes, possibilitam o controle dos compostos nitrogenados, reduzindo a emissão de efluentes para o meio ambiente (Wasielesky *et al.* 2006, Avnimelech 2009, Krummenauer *et al.* 2011). Outra vantagem associada à produção em BFT é que essas bactérias, além de incrementar a produtividade primária e promoverem a manutenção de uma comunidade microbiana variada, podem se agregar a outros micro-organismos (bactérias, fitoplancton, ciliados e flagelados) e a detritos, formando os bioflocos (Wasielesky *et al.* 2006, Emerenciano *et al.* 2007, Schryver *et al.* 2008). A ingestão dos bioflocos pelos camarões possibilita a redução dos níveis de proteína utilizados na dieta (Burford *et al.* 2003, Ebeling *et al.* 2006, Wasielesky *et al.* 2006, Avnimelech 2007, 2009, Ballester *et al.* 2010, Crab *et al.* 2010), bem como possibilita o aporte nutricional

de minerais (cálcio, sódio, potássio, magnésio e fósforo) (Tacon 2000), vitaminas (Velasco *et al.* 1998) e ácidos graxos poli-insaturados (Zhukova & Kharlamenko 1999).



Figura 5: Sistema e produção em meio aos bioflocos (Estação Marinha de Aquacultura - EMA/ FURG).

Diversos estudos comprovam o potencial do sistema de bioflocos na manutenção da qualidade de água, na redução da emissão de efluentes e na ampliação da produtividade. Neste sentido a produção em sistema de bioflocos pode ser uma alternativa para melhorar os índices zootécnicos durante a produção do camarão-rosa *F. brasiliensis* em cativeiro.

## PROBIÓTICOS

A palavra *Probiótico* deriva da língua grega que significa “para a vida”. Entre as inúmeras definições para probiótico, a internacionalmente aceita é que "probiótico são microorganismos vivos que proporcionam benefícios à saúde do hospedeiro quando administrados em quantidades adequadas" (FAO 2001). Os probióticos utilizados na aquicultura são provenientes de bactérias não patogênicas, geralmente *Bacillus* sp., que podem ser associadas a outros grupos de bactérias (Austin *et al.* 1995). Esses microorganismos podem atuar de forma indireta e/ou direta na saúde do hospedeiro, inibindo organismos patogênicos por competição exclusiva, colonizando o trato

digestório, produzindo e liberando substâncias bactericidas e bacteriostáticas, fornecendo enzimas capazes de auxiliar o processo de digestão e estimulando o sistema imune do hospedeiro (Galdeano & Perdigon 2006, Utiswannakul *et al.* 2011). O uso de probióticos no controle de organismos patogênicos, tais como vibrios, já foi verificado por diversos autores. Além disso, a utilização dos probióticos como biorremediadores no tratamento de água e efluentes pode ser uma alternativa para melhorar produção de *F. brasiliensis* em cativeiro.

## **HIPÓTESE**

Como base no que foi até então discutido, o presente trabalho busca determinar se a utilização de microorganismos (através do sistema de produção em bioflocos ou da utilização de probióticos) possibilita a redução do uso da água, a redução da emissão de efluentes e o aumento da produtividade durante a criação de *F. brasiliensis*.

## **OBJETIVO**

### **Objetivo Geral**

A presente tese tem como objetivo contribuir para o desenvolvimento da tecnologia de produção do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* em sistemas que estimulam a participação dos microorganismos no controle de qualidade de água, na redução da emissão de efluentes e na redução da utilização de recursos hídricos.

### **Objetivos Específicos**

- Avaliar o desempenho zootécnico e a qualidade reprodutiva de machos selvagens do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis*, mantidos em sistema de água clara e em tecnologia de bioflocos e submetidos a diferentes estratégias nutricionais;
- Avaliar o efeito da utilização de probióticos no desempenho zootécnico e na qualidade das pós-larvas do camarão-rosa *F. brasiliensis* produzidas em laboratório;
- Avaliar a produção do camarão-rosa *F. brasiliensis* em tecnologia de bioflocos, em diferentes densidades de estocagem, durante a fase de berçário;
- Avaliar a produção do camarão-rosa *F. brasiliensis* em tecnologia de bioflocos, em diferentes densidades de estocagem, durante a fase inicial de engorda.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOLD, SJ, MJ SELLARS, P CROCOS & GJ COMAN. 2006. An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*). *Aquaculture*, 256: 174–179.
- ARNOLD SJ, FE COMAN, CJ JACKSON & SA GROVES. 2009. High-intensity, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: An evaluation of artificial substrates and stocking density. *Aquaculture*, 293: 42–48.
- ARREDONDO–FIGUEROA, JL. 2002. El cultivo de camarón en Mexico, actualidades y perspectivas. *Contactos*, 43: 41-54.
- ARREDONDO-VEGA, BO. 1995. Crecimiento autotrófico y mixotrófico de la microalga marina *Porphyridium cruentum*. Tese (Doutorado em Microbiologia) - Facultad de Farmácia, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela. 138p.
- AUSTIN, B, LF STUCKEY, PAW ROBERTSON, I EFFENDI & DRW GRIFFITH. 1995. A probiotic strain of *Vibrio alginolyticus* effective in reducing diseases caused by *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio anguillarum* and *Vibrio ordalii*. *J. Fish Dis.*, 18: 93-96.
- AVNIMELECH, Y 1993. Control of microbial activity in aquaculture systems: active suspension ponds. *World Aquacult. Soc.*, 34: 19-21.
- AVNIMELECH, Y, M KOCHVA & S DIAB. 1994. Development of controlled intensive aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. *Isr. J. Aquacult.* (Bamidgeh), 46: 119-131.
- AVNIMELECH, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264: 140–147.
- AVNIMELECH, Y. 2009. Biofloc technology - A practical guide book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana.
- BALLESTER, ELC, PC ABREU, RO CAVALLI, M EMERENCIANO, L ABREU & WJ WASIELESKY. 2010. Effect of practical diets with different protein levels on *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. *Aquacult. Nutr.*, 16: 163-172.

- BAUER, RT & CASH. 1991, Spermatophore structure and anatomy of ejaculatory duct in *Penaeus setiferus*, *P. dourarum* and *P. aztecus* (Crustacea: Decapoda): homologies and functional significance. *Trans. Am. Microsc. Soc.* 110: 144 - 162.
- BOFF, MH & MA MARCHIORI. 1984. The effect of temperature on larval development on the pink shrimp *Penaeus paulensis*. *Atlântica*, 7: 7-13.
- BRAGA, A, DAL LOPES, D KRUMMENAUER, LH POERSCH & W WASIELESKY. 2011. A Comparison of the Reproductive Performance of the Wild Pink Shrimp Species *Farfantepenaeus paulensis* and *Farfantepenaeus brasiliensis* in Captivity. *J. Shellfish Research*, 30 (3): 63–967.
- BRISSON, S. 1986. Estudo da população de peneídeos da área de Cabo Frio. IV - Limite de penetração das pós-larvas de camarões-rosa na laguna de Araruama. *Publicações do Instituto Pesqueiro da Marinha*, RJ. 141: 1-11.
- BURFORD, MA, PJ THOMPSON, RP MCINTOSH, RH BAUMAN & DC PEARSON. 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, 219: 393–411.
- CAMPOS, BR, KC MIRANDA, F D'INCAO, LH POERSCH & W WASIELESKY. 2012. Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Crustacea: Decapoda). *Atlântica*, (prelo).
- CHAGAS-SOARES, F, OM PEREIRA & EP SANTOS. 1995. Contribuição ao ciclo biológico de *Penaeus schimitti* (Burkenroad, 1936), *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *Penaeus paulensis* (Pèrez Farfante, 1967), na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*. SP. 22 (1): 49-59.
- CLARKSON, RW, PC MARSH, SE STEFFERUD & JA STEFFERUD. 2005. Conflicts between native fish and nonnative sport fish management in the southwestern United States. *Fisheries*, 30: 20–27.
- COHEN, J, TM SAMOCHA, JM FOX, RL GANDY & AL LAWRENCE. 2005. Characterization of water quality factors during intensive raceway production of juvenile *L. vannamei* using limited discharge and biosecure management tools. *Aquacult. Eng.*, 32: 425-442.



- CRAB, R, B CHIELENS, M WILLE, P BOSSIER & W VERSTRAETE. 2010. The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. *Aquacult Res.*, 41: 559–567.
- DALL, W, BJ HILL, PC ROTH LISBERG & DJ STAPLES. 1990. The Biology of the Penaeidae. *Advances in Marine Biology Academic Press, London, UK.* 489p.
- D'INCAO, F. 1999. Subordem dendrobranchiata (camarões marinhos). In: Buckup, L.; Bond-Buckup, G. 1999. “O Crustáceos do Rio Grande do Sul” Ed. Universidade/ UFRGS, Porto Alegre. 275-299p.
- D'INCAO, F. 1991. Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos Patos, RS. *Atlântica*, 12: 31-51.
- D'INCAO F & LF DUMONT. 2010. A comunidade de crustáceos decápodes. In: U. Seeliger; C. Odebrecht. (Org.). O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações. O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações. 1ed .Rio Grande: FURG, 2010, v. , p. 117-122.
- DERNER, RB. 2006. Efeito de fontes de carbono no crescimento e na composição bioquímica das microalgas *Chaetoceros muelleri* e *Thalassiosira fluviatilis*, com ênfase no teor de ácidos graxos poli-insaturados. Tese (Curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos– Mestrado e Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 158 p.
- EBELING, JM, MB TIMMONS & JJ BISOGNI. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in aquaculture in aquaculture production systems. *Aquaculture*, 257: 346–358.
- EMERENCIANO, MGC, JW WASIELESKY, RB SOARES, EC BALLESTER, EM IZEPPI & RO CAVALLI. 2007. Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico. *Acta Sci.*, 29 (1): 1–7.
- FAO. 2001. Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria, October 2001.
- FAO. 2004. World review of fisheries and aquaculture – fisheries resources: trends in production, utilization and trade.

- FAO. 2010. SOFIA – The State of World Fisheries and Aquaculture. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf> acessado em 27/05/2012
- FRÓES, CN, MP ABE, WJ WASIELESKY, C PRENTICE & RO CAVALLI. 2007. Efeitos de dietas práticas com diferentes níveis de proteína bruta na sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pères-Farfante, 1967). *Atlântica*, 29: 25-34.
- GALDEANO, CM & G PERDIGON. 2006. The probiotic bacterium *Lactobacillus casei* induces activation of the gut mucosal immune system through innate immunity. *Clin Vacc Immunol.*, 13:219-26.
- JACKSON, C, N PRESTON, PJ THOMPSON & M BURFORD. 2003. Nitrogen budget and effluent nitrogen components at an intensive shrimp farm. *Aquaculture*, 218: 397-411.
- HARGREAVES, JA. 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in Aquaculture. *Aquacul. Eng.*, 34:, 344–363.
- HICKLEY, P & CHARE S. 2004. Fisheries for non-native species in England and Wales: angling or the environment? *Fisheries Management and Ecology*, 11: 203–212.
- HOPKINS, JS, II RD HAMILTON, PA SANDIFER, CL BROWDY & AD STOKES. 1993. Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets in intensive shrimp ponds. *J. World Aquacult. Soc.*, v. 24, p. 304-320.
- IWAI, M. 1978. Desenvolvimento larval e pós-larval de *Penaeus* (Melicertus) *paulensis* Pérez Farfante, 1967 (Crustacea: Decapoda) e o ciclo de vida dos camarões do gênero *Penaeus* da região centro sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 137p.
- KRUMMENAUER, D, S PEIXOTO, RO CAVALLI, LH POERSCH & W WASIELESKY. 2011. Superintensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities. *J. World Aquacult. Soc.*, 42: 726–733.
- LEMONS, D, ADT NAVARRETE, JH CÓRDOVA-MURUETA & F GARCIA-CARREÑO. 2004. Testing feeds and feed ingredients for juvenile pink shrimp

- Farfantepenaeus paulensis*: *in vitro* determination of protein digestibility and proteinase inhibition. *Aquaculture*, 239: 307-321.
- LIN, Y & J CHEN. 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 259: 109–119.
- LOPES, DLA. 2007. Criação do Camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (CRUSTACEA: DECAPODA) em gaiolas no estuário da Lagoa dos Patos, RS. Dissertação de mestrado em Aquicultura no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande, RS, 50p.
- LOPES, DLA, DM SOUZA, P FURTADO, CR BUENO, CN FRÓES & ELB BALLESTER. 2009a. Efeito da temperatura na larvicultura do camarão-rosa. *In: Mostra da Produção Universitárias – FURG. 2009.*
- LOPES, DLA, WJ WASIELESKY, ELC BALLESTER & S PEIXOTO. 2009b. Análise comparativa da criação dos camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis* criados em gaiolas em ambiente estuarino. *Ciência Rural*, 39: 1540-1546.
- LOPES, DLA, EC BALLESTER, W WASIELESKY & S PEIXOTO. 2010. Avaliação da performance reprodutiva de fêmeas selvagens do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Crustácea: Decapoda) em laboratório. *Atlântica*, 32: 177–182.
- LOTZ, JM & DV LIGHTNER. 2000. Shrimp biosecurity: Pathogens and pathogen exclusion. *In: Bullis, RA & GD Pruder. (Eds.), Controlled and Biosecure Production Systems. Proceedings of a Special Session – Integration of Shrimp and Chicken Models. The Oceanic Institute, Waimanalo, Hawaii, USA. pp. 67-74.*
- MAILLARD, VM, GD BOARDMAN, JE NYLAND & DD KUHN. 2005. Water quality and sludge characterization at raceway-system trout farms. *Aquacult. Eng.*, 33: 271–284.
- MAKINOCHI, S & H HIRATA. 1995. Studies on maturation and reproduction of pond reared *Penaeus monodon* for developing a closed life-cycle culture system. *Isr. J. Aquacult. (Bamidgeh)*, 47 (2): 68-77.

- MARCHIORI, MA & M H BOFF. 1983. Induced maturation, spawning and larvae culture of the pink shrimp *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. *Memorias Asociación Latinoamericana Acuicultura*, 5: 331-337.
- MCINTOSH, D, TM SAMOCHA, ER JONES, AL LAWRENCE, S HOROWITZ & A HOROWITZ. 2001. Effects of two commercially available low-protein diets (21% and 31%) on water and sediment quality, and on the production of *Litopenaeus vannamei* in an outdoor tank system with limited water discharge. *Aquacult. Eng.*, 25: 69-82.
- MENASVETA, P, S SANGPRADUB, S PIYATIRATITIVORAKUL & AW FAST. 1994. Effects of broodstock size and source on ovarian maturation and spawning of *Penaeus monodon* Fabricius from the Gulf of Thailand. *J. World Aquacult. Soc.*, 25: 41-49.
- MOSS KRK & SM MOSS. 2004. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *J. World Aquacult. Soc.*, 35 (4), 536 -542.
- MOYLE, PB & RA LEIDY. 1992. Loss of biodiversity in aquatic ecosystems; evidence from fish fauna. *In: P.L. Fielder and S.K. Jain (Eds.). Conservation Biology: The Theory and Practice of Nature Conservation*. Chapman and Hall, London, pp. 129–161.
- MPA. 2010. Produção pesqueira e aquícola. Estatística 2008-2009. Ministério do Meio Ambiente Disponível:  
<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/dados/2010/Docs/Caderno%20Consolida%C3%A7%C3%A3o%20dos%20dados%20estaticos%20final%20curvas%20-%20complet o.pdf>. Acessado em 11/04/2012
- NAYLOR, RL, RJ GOLDBURG, JH PRIMAVERA, N KAUTSKY, MCM BEVERIDGE, J CLAY, C FOLKE, J LUBCHENCO, H MOONEY & M TROELL. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405: 1017-1024.
- NUNES, AJP & GJ PARSONS. 1998. Food handling efficiency and particle size selectivity by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* fed a dry pelleted feed. *Mar. Behav. Physiol.* 31, 193–213. OSTRENSKY, AN. 2002.

- Aquicultura brasileira e sua sustentabilidade. XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura. Anais. pp. 4-10.
- OSTRENSKY, AN. 2002. Aquicultura brasileira e sua sustentabilidade. XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura. Anais. pp. 4-10.
- PEIXOTO, S, DLA LOPES, GQL VITA, RB SOARES, RO CAVALLI & W WASIELESKY. 2008. Reprodução e Produção do Camarão-Rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Crustacea: Decapoda) no Sul do Brasil. In: José Cyrino, João Scorvo, Luis André Sampaio e Ronaldo Cavalli. (Org.). Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura II. Jaboticabal, SP: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 219-234.
- PÉREZ-FARFANTE, I & B KENSLEY. 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. Éditions du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.
- PIEDRAHITA, RH. 2003. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*, 226: 35–44.
- PRIMAVERA, JH & RA POSADAS. 1981. Studies on the egg quality of *Penaeus monodon* Fabricius, based on morphology and hatching rates. *Aquaculture*, 22: 269-277.
- PRETO, AL. 2005. Efeito da densidade de estocagem e do biofilme sobre o desempenho do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivados em gaiolas nas fases de berçário e de produção de iscas vivas. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande.
- RAMOS, L, M ESPEJO, S SAMADA & L PEREZ. 1995. Maturation and Reproduction of Pond- Reared *Penaeus schmitti*. *J. World Aquacult. Soc.*. 26(2): 183-187.
- SILVA, KR. 2009. Dinâmica do nitrogênio e do fósforo no cultivo super-intensivo dos camarões *Litopenaeus vannamei* e *Farfantepenaeus paulensis* sem renovação de água. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Rio Grande. Rio Grande do Sul, Brasil. 68p.
- SOUZA, DM, SM SUITA, FPL LEIVAS, L ROMANO, W WASIELESKY & ELC BALLESTER. 2012a. The use of probiotics during the nursery rearing of the

- pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) in a zero exchange system. *Aquacult. Res.*, 1–10. doi:10.1111/j.1365-2109.2011.02992.x
- SOUZA, DM, SM SUITA, FPL LEIVAS, L ROMANO, W WASIELESKY & ELC BALLESTER. 2012b. Use of molasses as a carbon source during the nursery rearing of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) in a Biofloc technology system. *Aquacult. Res. (prelo)*
- SCHRYVER, PD, R CRAB, T DEFOIRDT, N BOON & W VERSTRAETE. 2008. The basics of bioflocs technology: The added value for Aquaculture, *Aquaculture*, 277: 125-137.
- TACON, AGJ. 2000. Shrimp feeds and feeding regimes in zero-exchange outdoor tanks. *Global Aquaculture Alliance*, April: 15-16.
- THAKUR, DP & CK LIN. 2003. Water quality and nutrient budget in closed shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems. *Aquacult. Eng.*, 27: 159–176.
- UTISWANNAKUL, P, S SANGCHAI & S RENGPIPAT. 2011. Enhanced growth of black tiger shrimp *Penaeus monodon* by dietary supplementation with *Bacillus* (BP11) as a probiotic. *J. Aquac. Res. Development*, S1:006. doi:10.4172/2155-9546.S1-006
- VELASCO, M, AL LAWRENCE & WH NEILL. 1998. Effects of dietary phosphorus level and inorganic source on survival and growth of *Penaeus vannamei* post-larvae in zero-water exchange culture tanks. *Aquat. Living Resour.*, 11: 29- 33.
- VINATEA, L & ER ANDREATTA. 1997. Comparative study of continuous and static water renewal strategies in the larviculture of *Penaeus paulensis* Perez Farfante, 1967 associated with high stocking densities and different water renewal rates. *Aquaculture*, 154: 247–259.
- VITULE, JRS, SC UMBRIA & JMR ARANHA. 2006 Introduction of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) into southern Brazil. *Biological Invasions*, 8: 677–681.
- ZIMMERMAN, JKH & B VONDRACEK. 2006 Interactions of slimy sculpin (*Cottus cognatus*) with native and nonnative trout: consequences for growth. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63: 1526– 1535.
- ZHUKOVA, NV & KHARLAMENKO. 1999. Sources of essential fatty acids in the marine microbial loop. *Aquatic. Microbial. Ecology*, 17: 153-157.

WANG, JK. 2003. Conceptual design of a microalgae-based recirculating oyster and shrimp system. *Aquacult. Eng.* 28: 37–46.

WASIELESKY, W, H ATWOOD, A STOKES & CL BROWDY. 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture

## CAPÍTULO II

---

### **Uso da tecnologia de bioflocos na manutenção reprodutores selvagens de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* em cativeiro: Avaliação da qualidade espermática e desempenho zootécnico**

Diogo Luiz de Alcantara Lopes<sup>1</sup>, André Braga<sup>1</sup>, Wilson Wasielesky Jr.<sup>1</sup> e Luís H. Poersch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

Cx. Postal 474, CEP: 96201-900 – Rio Grande – RS – Brasil.

[diogolalzo@hotmail.com](mailto:diogolalzo@hotmail.com)



## RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade reprodutiva de machos selvagens de *Farfantepenaeus brasiliensis* mantidos em diferentes condições em laboratórios. Para isto, 27 machos ( $26,25 \pm 2,81$  g) foram aclimatados por 7 dias a temperatura de 25°C, fotoperíodo de 14 horas luz. A alimentação foi composta por ração para reprodutores Breed's (Inve Aquaculture, Bélgica), siri (*Callinectes sapidus*), lula (*Illex argentinus*) e peixe (*Macrodon ancylodon*), ofertados alternadamente em quatro refeições diárias. Após a aclimação, os machos foram extrusados (primeira extrusão) e distribuídos em dois sistemas de manutenção de reprodutores. No tratamento AC, os reprodutores (n=14) foram mantidos em sistema de água clara, com renovações diárias de água de 100% e alimentação fornecida conforme período de aclimação. No tratamento B os reprodutores (n=13) foram mantidos em sistema com bioflocos e alimentados com ração comercial com 38% PB (Potimar 38 active Grupo Guabi<sup>®</sup>). Ao longo do estudo apenas duas renovações de água de 50% foram realizadas no tratamento B. Após 45 dias de manutenção nos sistemas de manutenção dos reprodutores, os machos foram extrusados novamente para determinar a qualidade espermática final (segunda extrusão). Os parâmetros de qualidade de água avaliados (temperatura, oxigênio, pH, amônia, nitrito, nitrato, fósforo e volume dos bioflocos) permaneceram dentro dos padrões recomendados para o *F. brasiliensis*. A sobrevivência dos reprodutores, assim como os parâmetros de qualidade espermática avaliados no início e no final do estudo (presença de espermatóforo e de melanização no trato reprodutivo, peso médio do espermatóforo, número total de espermatozoides, índice de normalidade e índice de mortalidade), não variaram entre os tratamentos e nem ao longo do tempo ( $p < 0,05$ ). Desta forma, a manutenção de reprodutores pode ser realizada em sistema BFT, com reduzida taxa de renovação de água e com fornecimento de ração com baixo teor de proteína bruta (38%) sem alteração da qualidade espermática de *F. brasiliensis*.

**Palavras-chaves:** *Farfantepenaeus brasiliensis*, qualidade espermática, bioflocos, manutenção de reprodutores

## ABSTRACT

This study aimed to assess the reproductive quality of wild male *Farfantepenaeus brasiliensis* maintained in different laboratories conditions. For this, 28 males ( $26.25 \pm$

2.81 g) were acclimated for 7 days at 25°C, photoperiod of 14 hours light and feeding with commercial diet breeders (Breed's - Inve Aquaculture, Belgium) and fresh food crab (*Callinectes sapidus*), squid (*Illex argentinus*), and fish (*Macrodon ancylodon*), offered four times during the day. After acclimation, males were extruded (first extruded) and divided in two treatments, where they remained for 45 days in different systems of broodstock maintenance. In treatment AC, the shrimps (n = 14) were maintained in clear water, with water exchanges of 100% by day and feeding equal to acclimation period. In treatment B, the shrimps (n = 13) were maintained in the bioflocs system, with fortnightly water exchange (50%) and fed a commercial ration (38% CP - 38 Potimar active Guabi Group © 2005). After the broodstock maintenance other extruded (second extruded) were realized for determined the end sperm quality. The water quality parameters (temperature, oxygen, pH, ammonia, nitrite, nitrate, phosphorus and volume of bioflocs) were within the recommended standards for *F. brasiliensis*. The shrimp survival, as well as the spermatophore quality was (spermatophore weight, sperm count, melanization, spermatophore absence rates, total number of spermatozoa and index of normality and mortality), did not differ between treatments and over the time (p<0.05). Thus, the broodstocks maintenance in bioflocs system with water exchange reduction and with commercial diet (crude protein-38%) did not changing the quality of sperm *F. brasiliensis*.

Keywords: *Farfantepenaeus brasiliensis*, sperm quality, bioflocs, maintenance breeding.

## INTRODUÇÃO

O camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis*, possui distribuição geográfica ampla e pode ser encontrado desde a Carolina do Norte - EUA, até o sul do Rio Grande do Sul - Brasil (D'Incao 1999). No Brasil, a pesca de *F. brasiliensis* juntamente com a de *F. paulensis* e *F. subtilis* representa aproximadamente 18% do total de crustáceos capturados (MPA 2010). Apesar da importância comercial, do mercado consumidor já estabelecido e da redução dos estoques pesqueiros, poucos são os estudos para viabilizar a reprodução de *F. brasiliensis* em cativeiro. Martino (1981) induziu o desenvolvimento gonadal através da ablação unilateral do pedúnculo ocular das fêmeas; Quintero & Garcia (1998) avaliaram os estágios ovarianos; Lopes *et al.* (2010) avaliaram a

reprodução de camarões selvagens recém-capturados do ambiente; e Braga *et al.* (2011) avaliaram a qualidade espermática de reprodutores selvagens.

Segundo Browdy (1998) para se alcançar o sucesso na reprodução é necessário conhecer a biologia reprodutiva, os hábitos alimentares, as exigências nutricionais, entre outras características da espécie. Nos machos, os espermatozoides são armazenados em uma estrutura denominada de espermatóforos (Dall *et al.* 1990, Bauer & Cash 1991). O espermatóforo, quando transferido para a fêmea, é utilizado para fertilizar todas as desovas realizadas no período de intermuda até que a fêmea realize a ecdise e o espermatóforo seja eliminado (Marchiori & Boff 1983, Marchiori 1996). A redução da qualidade espermática pode acarretar não apenas perdas em uma desova, mas em desovas sucessivas (Primavera 1981, Brisson 1986, Dall *et al.* 1990), comprometendo o desempenho reprodutivo em laboratório.

Um dos principais fatores que afetam a qualidade espermática dos reprodutores é o estresse devido à permanência em cativeiro (Nakayama *et al.* 2008a, Braga *et al.* 2010) e este pode ser influenciado pela temperatura, deficiências nutricionais e manejo inadequado. Durante a manutenção dos reprodutores, a temperatura deve ser mantida estável e entre 26 e 28 °C (Marchiori & Boff 1983, Peixoto *et al.* 2005). A dieta também tem grande influência na qualidade reprodutiva, (Harrison 1990, Browdy 1992, Meunpol *et al.* 2005). O desequilíbrio dos nutrientes pode acarretar redução da qualidade espermática ou inibir o processo reprodutivo (Bray & Lawrence 1992, Wouters *et al.* 2001, Velazquez *et al.* 2003). Dietas compostas por alimentos frescos (lulas, mariscos, mexilhões, siri, biomassa de artêmia, peixes, etc), associadas ou não a ração comercial tem sido usada para aumentar as chances de satisfazer as exigências nutricionais dos reprodutores (Bray & Lawrence 1992, Browdy 1992, 1998, Peixoto *et al.* 2005). Porém, esta prática alimentar pode acarretar acúmulo acentuado de compostos nitrogenados, principalmente amônia, obrigando a realização de altas taxas de renovação de água.

Na tentativa de proporcionar aporte nutricional suplementar, melhorar a qualidade da água, reduzir a taxa de renovação e proporcionar maior biossegurança, a tecnologia de produção em meio aos bioflocos (BFT) vem sendo desenvolvida (Avnimelech 1999, McIntosh *et al.* 2000, Burford *et al.* 2003, Ebeling *et al.* 2006, Ju *et al.* 2008, Ballester *et al.* 2010).

No sistema BFT os nutrientes dissolvidos na água, principalmente a amônia são convertidos em biomassa bacteriana através da manipulação da relação carbono: nitrogênio que favorece a proliferação de bactérias heterotróficas (Avnimelech 2009). Estas, por sua vez, agregam-se a detritos e a microorganismos (bactérias, fitoplâncton, ciliados e flagelados) formando os bioflocos, os quais quando consumidos servem como suplemento alimentar aos camarões (Burford *et al.* 2003, Ebeling *et al.* 2006, Wasielesky *et al.* 2006, Avnimelech 2007, Azim & Little 2008, Avnimelech 2009, Ballester *et al.* 2010, Crab *et al.* 2010). Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico e a qualidade reprodutiva de machos selvagens de *Farfantepenaeus brasiliensis* mantidos em sistema de água clara e em tecnologia de bioflocos, submetidos a diferentes estratégias nutricionais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Delineamento experimental**

Os reprodutores selvagens de *F. brasiliensis* foram capturados no litoral de Santa Catarina e trazidos por via rodoviária para a Estação Marinha de Aquacultura, do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande, onde foram mantidos em tanques circulares de 3,6 m de diâmetro e volume útil de 5000 L. Os animais foram aclimatados às condições de laboratório por sete dias antes do início do estudo. Neste período, a alimentação foi fornecida *ad libitum* em quatro refeições diárias (9:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h), sendo os itens alimentares compostos por lula (*Illex* sp.), filé de peixe (*Macrodon ancylodon*), siri azul (*Callinectes sapidus*) e ração comercial específica para reprodutores de camarões peneídeos (Breed-S Inve<sup>®</sup>-Inve Aquaculture Nutrition). A temperatura de aclimação foi de 25°C, fotoperíodo de 14h de luz e 10h de escuro e a aeração foi fornecida constantemente.

Após a aclimação, todos os machos (n=27) tiveram seus espermatóforos extrusados, sendo 15 espermatóforos aleatoriamente selecionados e avaliados para a determinação da qualidade espermática inicial. Em seguida a extrusão inicial, 14 machos foram transferidos para o sistema de água clara (AC) e 13 foram transferidos para o sistema de bioflocos (B) onde permaneceram por um período de 45 dias. Os camarões do tratamento AC foram alimentados com os mesmos itens alimentares utilizados no período de aclimação, ofertados na proporção de 5% da biomassa total

presente no tanque e a taxa de renovação de água utilizada foi de 100% ao dia. No tratamento B, a alimentação foi composta por ração comercial (38% de PB - Potimar 38 active - Guabi<sup>®</sup>), também ofertada na proporção de 5% da biomassa e apenas duas renovações de 50% do volume dos tanques foram realizadas ao longo do estudo. (Anexo I - Fig. 1. Delineamento experimental)

Para determinar a composição da dieta utilizada em cada tratamento, foram levados em consideração os valores da composição das rações comerciais fornecidas pelos fabricantes e a determinação da composição proximal (proteínas, lipídios e cinzas) da lula, do siri e do peixe obtida através da metodologia descrita no AOAC (1995). O extrato livre de nitrogênio (ELN) foi determinado através da equação:

$$(\text{ELN}) = 100 - \text{P} - \text{L} - \text{C}, \text{ onde; P} = \text{proteínas, L} = \text{lipídios e C} = \text{cinzas.}$$

Para estimular a formação dos bioflocos, 50% do volume útil do tanque (2500 L) foi preenchido com água de um tanque (70 mil litros de volume útil) produzindo camarão em sistema de bioflocos (densidade de estocagem de 400 camarões/ m<sup>2</sup>, peso médio de 3,09 ± 0,88) e estabelecido a mais de 45 dias (valor médio de amônia (0,18 mg/L) e volume de biofoco de (25 mL/L). O restante do volume foi preenchido com água marinha (salinidade 35) filtrada em filtro cuno (5 µm). A manutenção dos bioflocos foi realizada segundo a metodologia proposta por Avnimelech (1999) e Ebeling *et al.* (2006). As fertilizações de carbono na forma de melaço foram realizadas quando observado valores de amônia próximos a 1mg/L, para manter uma relação de carbono:nitrogênio de 6:1.

#### Qualidade de água

Diariamente foram monitorados o oxigênio dissolvido e a temperatura (digital DO meter model Handylab/OXI/set ± 0.01 mg/L e ± 0.01°C de precisão, Schott<sup>®</sup>). A cada dois dias foi analisada a amônia total (mg/L - 0,02 valor mínimo identificável) (UNESCO 1983) e a cada quatro dias o pH (digital pH meter model Handylab 2 BNC, ± 0.01 precisão, Schott<sup>®</sup>, Hattenbergstr, Germany). Semanalmente foi verificada a salinidade (utilizando a um refratômetro ± 1,0 - AOScientific Instruments Warnner - Lamber) e o volume dos bioflocos (mL/L) por meio de Cone de Inhoff (Avnimelech 2007). Quinzenalmente foram verificadas as concentrações de nitrito, nitrato e fósforo total (utilizando a metodologia de Strickland & Parsons 1972).

### Qualidade espermática e desempenho zootécnico

A avaliação da qualidade espermática foi realizada no início do estudo (qualidade reprodutiva inicial) e após 45 dias de manutenção nos tratamentos AC e B. Para isso, machos no estado de intermuda foram avaliados quanto à presença ou ausência de espermátóforos e melanização do aparelho reprodutivo (melanização da ampola terminal localizada no quinto par de pereópodes) (Anexo I - Fig. 2). Quando verificada a presença de espermátóforos, estes foram extrusados manualmente (Petersen *et al.* 1996) e pesados (precisão 0,0001 g). Posteriormente, o espermátóforo foi macerado e homogeneizado em 2 mL de solução salina livre de cálcio e 0,01 mL de solução de azul de trypan

Para estimar o total de espermatozoides e determinar os índices de normalidade (porcentagem de células sem com malformação do corpo principal ou ausência do espinho, Anexo I - Fig. 3) e mortalidade (porcentagem de células coradas pelo azul de trypan, Anexo I - Fig. 3), uma alíquota da solução com o espermátóforo macerado foi transferida para um hematocitômetro (câmara de Neubauer) para verificação e contagem em microscópio óptico de acordo com método proposto por Leung-Trijillo & Lawrence (1987a).

### Análise estatística

Depois de verificada as premissas para a análise estatística, os dados de qualidade de espermática (peso dos espermátóforos, total de espermatozoides e índice de normalidade) foram submetidos à análise de variância (ANOVA - duas vias), seguido do teste post-hoc de Uniquel N HSD com 5% de significância. Valores em porcentagens foram transformados para o arco seno da raiz quadrada antes da análise estatística, porém os resultados estão apresentados em sua forma original. Os resultados de qualidade de água foram submetidos a análise de variância (ANOVA uma via) e subsequente teste “t” de Student. A análise não paramétrica (Kruskal-Wallis) foi realizada para avaliar o índice de espermatozoides mortos.

## RESULTADOS

### Composição Proximal das Dietas e Qualidade de Água

Os valores de proteína, lipídios, cinzas e ELN presentes nos itens alimentares e na dieta ofertada nos tratamentos estão demonstrados na tabela 1. A dieta ofertada no tratamento água clara apresentou 38,96% de proteína a mais que a ofertada no tratamento biofloco.

Tabela 1. Composição proximal (%) dos alimentos ofertados ao camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* durante o período experimental.

	Proteína	Lipídios	Cinzas	ELN
Ração comercial <sup>(1)</sup>	≥60,00	≥11	≤11	≤18
Ração comercial <sup>(2)</sup>	≥38,00	≥7,5	≤22,05 <sup>(*)</sup>	
Lula	86,23	4,74	5,53	3,5
Peixe	89,20	3,39	5,68	1,73
Siri	40,47	4,99	39,30	15,24
Dieta tratamento água clara	≥68,96	≥6,01	≥15,38	≥9,62
Dieta tratamento bioflocos	≥38,00	≥7,5	≤22,05 <sup>(*)</sup>	

Ração comercial <sup>(1)</sup> - (Ração comercial fornecida no tratamento água clara - Breed S Inve<sup>®</sup>-Inve Aquaculture Nutrition);

Ração comercial <sup>(2)</sup> - (Ração comercial fornecida no tratamento biofloco - 38% PB, Potimar 38 active © 2005 Grupo Guabi);

<sup>(\*)</sup> = somatória de cinzas e ELN.

Os resultados de qualidade de água nos respectivos tratamentos avaliados estão demonstrados na tabela 2. Diferenças estatísticas entre os tratamentos foram observadas nos valores de amônia, nitrito, nitrato e no volume do biofloco, sendo os maiores valores observados no tratamento B. Para a manutenção da qualidade de água durante todo o período experimental foram utilizados 215000 L de água no tratamento AC e 5000 L de água no tratamento B. Qualidade espermática e desempenho zootécnico

Após o período de manutenção, o peso médio dos camarões foi de  $26,57 \pm 3,13$  g. Não foi observada diferença estatística no peso dos camarões mantidos nos diferentes sistemas e nem ao longo do tempo ( $p < 0,05$ ). A sobrevivência final no tratamento AC foi de 85,71% e no tratamento B foi de 76,92%. No início do estudo, todos os camarões avaliados apresentaram espermátóforos formados. Ao término do estudo 91,67% dos camarões no tratamento AC e 80% dos camarões do tratamento B apresentavam espermátóforos formados. A porcentagem de melanização inicial foi de 6,67%. Ao

término do estudo a porcentagem de melanização no tratamento AC foi de 8,33%, já no tratamento B não foram observadas melanizações. Os demais resultados de qualidade espermática não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ) e estão demonstrados na tabela 3.

Tabela 2. Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) e valores máximos e mínimos dos parâmetros de qualidade de água avaliados durante os 45 dias de manutenção dos reprodutores de *Farfantepenaeus brasiliensis* em água clara ou em bioflocos

	Tratamento	
	Água clara	Biofoco
Temperatura (°C)	25,02 $\pm$ 0,96 (23,4 - 27,1)	25,05 $\pm$ 0,95 (23,1 - 27)
Oxigênio (mg/L)	6,48 $\pm$ 0,4 (5,76 - 7,52)	6,6 $\pm$ 0,41 (5,82 - 7,48)
pH	7,85 $\pm$ 0,24 (7,00 - 8,15)	7,99 $\pm$ 0,11 (7,78 - 8,19)
Amônia (mg/L)	0,19 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup> (ND - 1,90)	0,75 $\pm$ 0,73 <sup>b</sup> (ND - 2,45)
Nitrito (mg/L)	0,08 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup> (ND - 0,30)	4,27 $\pm$ 7,75 <sup>b</sup> (ND - 23,73)
Nitrato (mg/L)	0,00 <sup>a</sup>	1,03 $\pm$ 2,00 <sup>b</sup> (ND - 1,2)
Fósforo (mg/L)	0,14 $\pm$ 0,16 (ND - 0,27)	0,14 $\pm$ 0,16 (ND - 0,3)
Volume dos bioflocos (mL/L)	0,00 <sup>a</sup>	18,59 $\pm$ 26,41 <sup>b</sup> (ND - 60,0)
QAU ( $\times 10^3$ L)	215	10

Letras diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ).

QAU = quantidade de água utilizada, ND = valores na detectáveis.

Tabela 3. Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros de qualidade espermática do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* submetidos a diferentes sistemas de manutenção de reprodutores por 45 dias.

	Inicial (n=15)	Final	
		Água clara (n=13)	Biofoco (n=11)
Peso do espermatóforo (mg)	29,42 $\pm$ 7,79	24,39 $\pm$ 8,81	32,64 $\pm$ 12,30
Total de Espermatozoides ( $10^6$ )	7,96 $\pm$ 5,33	6,74 $\pm$ 5,31	6,87 $\pm$ 6,35
Índice de normalidade (%)	68,80 $\pm$ 12,75	67,11 $\pm$ 18,88	82,19 $\pm$ 8,26
Índice de mortalidade (%)	0,38 $\pm$ 1,04	0,14 $\pm$ 0,45	0,12 $\pm$ 0,27

## DISCUSSÃO

Parâmetros de qualidade de água



A temperatura é um dos principais fatores modificadores das respostas fisiológicas dos organismos aquáticos. Oscilações de temperatura podem acarretar redução no consumo alimentar, aumento no consumo de oxigênio, surgimento de síndromes degenerativas do trato reprodutivo e até mesmo a morte dos camarões (Wyban *et al.* 1995, Pascual *et al.* 1998, Perez-Velazquez *et al.* 2001, Sánchez *et al.* 2001, Pascual *et al.* 2003, Wasielesky *et al.* 2003). Pascual *et al.* (1998) observaram bons resultados reprodutivos em camarões *Penaeus setiferus* machos mantidos em temperatura entre 25 e 27 °C. Nakayama *et al.* (2008b) avaliando diferentes temperaturas sobre o desempenho espermático de *F. paulensis* obtiveram melhores resultados na temperatura de 26 °C. No presente estudo, a temperatura média da água esteve dentro da faixa ideal para a reprodução de camarões em cativeiro (Marchiori & Boff 1983). Assim como, as variações do oxigênio (5,76 a 7,52 mg/L) e do pH (7,0 a 8,19) também estiveram dentro da faixa ideal de produção de camarões marinhos (Marchiori & Boff 1983, Ostrensky & Wasielesky 1995, Peixoto *et al.* 2005), não afetando a qualidade espermática dos camarões.

Os valores de amônia, nitrito, nitrato e sólidos suspensos nos tratamentos AC e B encontraram-se dentro da faixa ideal para a produção de camarões marinhos (Cavalli *et al.* 1998, Campos *et al.* 2012, Avnimelech 2009), não afetando a sobrevivência, o ganho de peso e a qualidade reprodutiva dos camarões. As baixas concentrações destes compostos no tratamento AC são decorrentes da alta taxa de renovação diária de água. Já no tratamento B, a manutenção da qualidade da água foi realizada pelas bactérias heterotróficas presentes nos sistema de bioflocos, uma vez que neste tratamento apenas duas renovações de água de 50% foram realizadas ao longo do experimento. A eficiência do sistema BFT na manutenção da qualidade da água durante a produção de camarões marinhos foi observada anteriormente durante a produção de *F. brasiliensis* em sistema de berçário (Emerenciano *et al.* 2011, Lopes *et al.* 2012, Souza *et al.* 2012a, 2012b), e durante o período de engordas de outras espécies (Wasielesky *et al.* 2006, Avnimelech 2007, Krumenauer *et al.* 2012, Xu *et al.* 2012).

#### Qualidade espermática

A manutenção de reprodutores em cativeiro é realizada com o fornecimento de dietas ricas em proteínas constituídas por misturas de alimentos frescos (normalmente

siri, músculo de peixe e lula) e rações específicas para reprodutores com alto valor proteico (Wouters *et al.* 2000, Peixoto *et al.* 2005, Braga *et al.* 2010). Variações no teor de proteína e lipídios da dieta podem acarretar redução no desempenho reprodutivo (Samuel *et al.* 1999, Wouters *et al.* 2002, Perez-Velazquez *et al.* 2003, Meunpol *et al.* 2005, Coman *et al.* 2007). Segundo Perez-Velazquez *et al.* (2003) e Braga *et al.* (2010), o fornecimento exclusivo de rações comerciais durante a manutenção em laboratório afeta negativamente a qualidade espermática. Neste estudo, conforme demonstrado na tabela 1, o valor de proteína do alimento ofertado aos camarões do tratamento B (38% PB) apresentava aproximadamente 30% de proteína bruta a menos que o ofertado no tratamento AC. Porém, mesmo quando alimentados exclusivamente com ração comercial com menor teor de proteína os camarões mantidos em bioflocos mantiveram sua qualidade espermática. Provavelmente, o aporte nutricional suplementar acarretado pelo consumo dos bioflocos, juntamente com a ração, atenderam as exigências nutricionais dos reprodutores. A participação dos bioflocos como complemento alimentar a camarões já foi comprovada anteriormente por diversos autores. Além disso, os microrganismos presentes nos bioflocos são reconhecidos como excelentes fontes adicionais de vitaminas, minerais e lipídios, bem como podem disponibilizar enzimas endógenas que ajudam na digestão e absorção dos nutrientes (Decamp *et al.* 2002, Moss 2002, Thompson *et al.* 2002, Moss *et al.* 2006).

A ocorrência de melanização no trato reprodutivo, a redução no número total de células espermáticas e no peso do espermatóforo e alterações nos índices de mortalidade e normalidade podem ser decorrentes do estresse acarretado pela permanência em cativeiros (Leung-Trujillo & Lawrence 1987b, Alfaro 1993, Ceballos-Vázquez *et al.* 2004, Nakayama *et al.* 2008a, Braga *et al.* 2010, 2011). Por exemplo, Braga *et al.* (2010) avaliando a qualidade espermática inicial e final (primeira e segunda extrusão) do camarão-rosa *F. paulensis* submetidos por 40 dias a diferentes dietas e Nakayama *et al.* (2008a) avaliando o efeito de dois métodos de extrusão do espermatóforo (manual e elétrico) sobre a qualidade espermática inicial e final de *F. paulensis* extrusados em um intervalo de 43 dias, observaram que o peso do espermatóforo pode ser afetado pela realização de sucessivas extrusões. Entretanto, no presente estudo o peso dos espermatóforos, assim como os demais parâmetros de qualidade espermática, não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos e

nem ao longo do tempo (entre a primeira e segunda extrusão). Provavelmente, estes resultados estão associados a maior rusticidade *F. brasiliensis* (Lopes *et al.* 2010) que amortizou os efeitos negativos da permanência dos reprodutores em cativeiro e possibilitou a manutenção da qualidade reprodutiva dos machos durante o período experimental de 45 dias.

## **CONCLUSÃO**

A manutenção de reprodutores selvagens *F. brasiliensis* em sistema de bioflocos, pode ser realizada por 45 dias, com ração comercial de 38% PB e com renovações de água quinzenais de 50%, sem afetar a qualidade espermática entre a 1ª e 2ª extrusão.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e Universidade Federal do Rio Grande, pelo apoio financeiro a pesquisa e as bolsas. D. Lopes é bolsista REUNI e W. Wasielesky e L. Poersch são pesquisadores do CNPq.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALFARO, JM & X LOZANO. 1993. Development and deterioration of spermatophores in pond-reared *Penaeus vannamei*. *J. World Aquacult. Soc.*, 24: 522–529.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2000. Official Methods of Analysis of AOAC, 16ed., Patricia Cunniff (editora), Washington, DC.
- AVNIMELECH, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176: 227–235.
- AVNIMELECH, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264:140–147.
- AVNIMELECH, Y & K MALKA. 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using 15 N tracing. *Aquaculture*, 287: 163-168.
- AZIM ME & DC LITTLE. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283: 29–35.
- BALLESTER, ELC, PC ABREU, RO CAVALLI, M EMERENCIANO & WJ WASIELESKY. 2010. Effect of practical diets with different protein levels on

- Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. *Aquacul. Nutr.*, 16: 163-172.
- BRAGA, AL, CL NAKAYAMA, JG MARTINS, EP COLARES & W WASIELESKY. 2010. Spermatophore quality of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* broodstock fed with different maturation diets. *Aquaculture*, 307: 44–48.
- BRAGA, A, DAL LOPES, D KRUMMENAUER, LH POERSCH & W WASIELESKY. 2011. A Comparison of the Reproductive Performance of the Wild Pink Shrimp Species *Farfantepenaeus paulensis* and *Farfantepenaeus brasiliensis* in Captivity. *J. of Shellfish Research*, 30 (3): 63–967.
- BRAY, WA & AL LAWRENCE. 1992. Reproduction *Penaeus* species in captivity. In: Marine shrimp culture: principles and practices (ed. by Fast, A & J Lester). Elsevier Science Publishers. The Netherlands, 93-170.
- BRISSON, S. 1986. Observations on the courtship of *Penaeus brasiliensis*. *Aquaculture*, 53: 75–78.
- BROWDY, C. 1992. A review of the reproductive biology of *Penaeus* species: perspectives on controlled shrimp maturation systems for high quality nauplii production. *J. World Aquacult. Soc.*, Baton Rouge, LA USA
- BROWDY, CL. 1998. Recent developments in penaeid broodstock and seed production technologies: improving the outlook for superior captive stocks. *Aquaculture*, 16: 3–21.
- BURFORD, MA, PJ THOMPSON, RP MCINTOSH, RH BAUMAN & DC PEARSON. 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, 219: 393–411.
- CAVALLI, RO, SM PEIXOTO & W WASIELESKY. 1998. Performance of *Penaeus paulensis* (Perez-Farfante) broodstock under long-term exposure to ammonia. *Aquacult. Res.*, 29: 815-822.
- CAMPOS, BR, KC MIRANDA, F D'INCAO, LH POERSCH & W WASIELESKY. 2011. Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Crustacea: Decapoda). *Atlântica*, (prelo).
- CEBALLOS-VÁZQUEZ, BP, B APARICIO-SIMÓN, E PALACIOS & IS RACOTTA. 2004. Sperm quality over consecutive spermatophore regeneration in the

- Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *J. World Aquacult. Soc.*, 35: 178–188.
- COMAN, GJ, SJ ARNOLD, TR CALLAGHAN & NP PRESTON. 2007. Effect of two maturation diet combinations on reproductive performance of domesticated *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 263: 75–83.
- CRAB, R, B CHIELENS, M WILLE, P BOSSIER & W VERSTRAETE. 2010. The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. *Aquacult Res.*, 41: 559–567.
- DALL, W, BJ HILL, PC ROTH LISBERG & DJ STAPLES. 1990. The Biology of the Penaeidae. *Advances in Marine Biology Academic Press, London, UK.* 489p.
- D'INCAO, F. 1999. Subordem dendrobranchiata (camarões marinhos). *In: Buckup, L; G Bond-Buckup.* 1999. “O Crustáceos do Rio Grande do Sul” Ed. Universidade/ UFRGS, Porto Alegre. 275-299.
- DECAMP, L CONQUEST, I FORSTER & AGJ TACON. 2002. The nutrition and feeding of marine shrimp within zero-water exchange aquaculture production system: role of Eukaryotic microorganisms CS Lee & P O'Bryen (Eds.), *Microbial Approaches to Aquatic Nutrition within Environmentally Sound Aquaculture Production Systems*, World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, pp. 79–86
- EBELING, JM, MB TIMMON & JJ BISOGNI. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257: 346–358.
- EMERENCIANO, M, ELC BALLESTER, RO CAVALLI & WJ WASIELESKY. 2011. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Aquacult. Res.*, 43 (3): 447-457.
- HARRISON, KE. 1990. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: review. *J. of Shellfish Research*, 9: 1-28.
- JU, ZY, I FORSTER, L CONQUEST & W DOMINY. 2008. Enhanced growth effects on shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from inclusion of whole shrimp floc or floc fractions to a formulated diet. *Aquac. Nutr.*, 14: 533–543.

- KRUMMENAUER, D, SEIFERT CAJ, LH POERSCH, GF FÓES, GR LARA & WJ WASIELESKY. 2012. Cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos: análise da reutilização da água. *Atlântica*, (prelo).
- LEUNG-TRUJILLO, JR & AL LAWRENCE. 1987a. Spermatophore generation times in *Penaeus setiferus*, *P. vannamei*, and *P. stylirostris*. *J. World Aquac. Soc.*, 22 (4): 244–251.
- LEUNG-TRUJILLO, JR & AL LAWRENCE. 1987b. Observations on the decline in sperm quality of *Penaeus setiferus* under laboratory conditions. *Aquaculture*, 65: 363-370.
- LOPES, DLA, EC BALLESTER, W WASIELESKY & S PEIXOTO. 2010. Avaliação da performance reprodutiva de fêmeas selvagens do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Crustácea: Decapoda) em laboratório. *Atlântica*, 32: 177–182.
- LOPES, DLA, S SUITA, C BUENO, W WASIELESKY & LH POERSCH. 2012. Determinação da densidade de estocagem ótima do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* produzindo em tecnologia de bioflocos durante a fase de berçário. *Atlântica* (prelo).
- MARCHIORI, MA & MH BOFF. 1983. Induced maturation, spawning and larvae culture of the pink shrimp *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante. *Mem. Asoc. Latinoam. Acuicult.*, 5, 331–337.
- MARCHIORI, AM. 1996. Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. Editora FURG. Rio Grande-RS. 79p.
- MARTINO, RC. 1981. Indução a maturação em *Penaeus (Farfantepenaeus) paulensis* e *Penaeus (Farfantepenaeus) brasiliensis* através da ablação do pedúnculo ocular. Comunicado Técnico. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro.
- MEUNPOL, O, P MEEJING & S PIYATIRATITIVORAKUL. 2005. Maturation diet based on fatty acid content for male *Penaeus monodon* (Fabricius) broodstock. *Aquacult. Res.*, 36: 1216–1225.
- MCINTOSH D, TM SAMOCHA, ER JONES, AL LAWRENCE, DA MCKEE, S HOROWITZ & A HOROWITZ. 2000. The effect of a commercial bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with a low-

- protein diet in an outdoor tank system and no water exchange. *Aquacult. Eng.*, 21: 215–227.
- MOSS, SM. 2002. Dietary importance of microbes and detritus in Penaeid shrimp Aquaculture, *In: Microbial Approaches to Aquatic Nutrition within Environmentally Sound Aquaculture Production Systems* (Lee, CS & P O Bryen, eds), pp. 1–18. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.
- MOSS, SM, IP FORSTER & AGJ TACON. 2006. Sparing effect of pond water on vitamins in shrimp diets. *Aquaculture*, 258: 388-395.
- MPA 2010. Produção pesqueira e aquícola. Estatística 2008-2009. Ministério do Meio Ambiente Disponível: <http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/dados/2010/Docs/Caderno%20Consolida%C3%A7%C3%A3o%20dos%20dados%20estaticos%20final%20curvas%20-%20complet o.pdf>. Acessado em 11/04/2012.
- NAKAYAMA, CL, S PEIXOTO, D LOPES, G VITA, D KRUMMENAUER, G FÓES, RO CAVALLI & W WASIELESKY. 2008a. Métodos de extrusão manual e elétrica dos espermatóforos de reprodutores selvagens do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda: Penaeidae). *Ciênc. Rural*, 38 (7): 2018–2022.
- NAKAYAMA CL, DLA LOPES & R CAVALLI. 2008b. Qualidade espermática do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* selvagem em diferentes temperaturas de água e sucessivas extrusões de espermatóforo. *In: Aquaciência 2008*. Maringá. Anais do Aquaciência 2008.
- OSTRENSKY, A & WJ WASIELESKY. 1995. Acute toxicity of ammonia to various life stages of the São Paulo shrimp, *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. *Aquaculture* (Amsterdam), 132 (3-4): 339-347.
- PASCUAL, C, E VALERA, C RE-REGIS, G GAXIOLA, A SÁNCHEZ, L RAMOS, LA SOTO & C ROSAS. 1998. Effect of temperature on reproductive tract condition of *Penaeus setiferus* adult males. *J. World Aquacult. Soc.*, 29: 477–484.
- PASCUAL, C, A SÁNCHEZ, F VARGAS-ALBORES, G LEMOULLAC & C ROSAS. 2003. Haemolymph metabolic variables and immune response in *Litopenaeus*

- setiferus* adult males: the effect of an extreme temperature. *Aquaculture*, 218: 637–650.
- PEIXOTO, S, RO CAVALLI & W WASIELESKY. 2005. Recent developments on broodstock maturation and reproduction of *Farfantepenaeus paulensis*. *Braz. arch. biol. technol.*, 48 (6): 997-1006.
- PETERSEN, RL, E BELTRAME & R DERNER. 1996. Inseminacion artificial en *Penaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967). *Revista de Investigaciones Marinas*, 17: 215–219.
- PEREZ-VELAZQUEZ, M, WA BRAY, AL LAWRENCE & DM GATLIN. 2001. Effect of temperature on sperm quality of captive *Litopenaeus vannamei* broodstock. *Aquaculture*, 198 (3-4): 209-218.
- PEREZ-VELAZQUEZ M, ML GONZÁEZ-FÉLIX, AL LAWRENCE, WA BRAY & DM GATLIN. 2003. Dietary Effects on Sperm Quality of *Litopenaeus vannamei* Broodstock. *J. World Aquacult. Soc.*, 34 (1): 92-98.
- PRIMAVERA, JH & RA POSADAS. 1981. Studies on the egg quality of *Penaeus monodon* Fabricius, based on morphology and hatching rates. *Aquaculture*, 22: 269-277.
- QUINTERO, MES & A GARCIA. 1998. Stages of gonadal development in the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis*. *J. Crust. Biol.*, 18: 680-685.
- SAMUEL, MJ, T KANNUPANDI & P SOUNDARAPANDIAN. 1999. Nutritional effects on male reproductive performance in the freshwater prawn. *Aquaculture*, 172: 327–333.
- SÁNCHEZ, A, C PASCUAL, A SÁNCHEZ, F VARGAS-ALBORES, GL MOULLAC & C ROSAS. 2001. Hemolymph metabolic variables and immune response in *Litopenaeus setiferus* adult males: the effect of acclimation. *Aquaculture*, 198: 13–28.
- SOUZA DM, SM SUITA, FPL LEITE, LA ROMANO, W WASIELESKY & ELC BALLESTER. 2012a. The use of probiotics during the nursery rearing of the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) in a zero exchange system. *Aquacult. Res.*, (prelo).
- SOUZA DM, SM SUITA, LA ROMANO, W WASIELESKY & ELC BALLESTER. 2012b. Use of molasses as a carbon source during the nursery rearing of



- Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) in a Biofloc technology system  
*Aquaculture Research*. (prelo).
- STRICKLAND, JDH & TR PARSONS. 1972 A practical handbook of seawater analysis. Bulletin Fisheries Research board of Canada, Ottawa. p205.
- THOMPSON FL, PC ABREU & W WASIELESKY. 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*, 203: 263–278.
- UNESCO. 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Manual and Guides 12, Intergovernmental Oceanographic Commission.
- VELAZQUEZ BPC, C ROSAS & IS RACOTTA. 2003. Sperm quality in relation to age and weight of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 228: 141–151.
- XU, WJ, LQ PAN, XH SUN & J HUANG. 2012. Effects of bioflocs on water quality, survival, growth and digestive enzyme activities of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in zero -water exchange culture tanks. *Aquacult. Res.*, 1-10.
- WASIELESKY, W, A BIANCHINI, CC SANCHEZ & H POERSCH. 2003. The effect of temperature, salinity and nitrogen products on food consumption of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 46 (1): 135-141.
- WASIELESKY, W, HS ATWOOD, A TOKES & CL BROWDY. 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 258: 396-403.
- WOUTERS R., J NIETO & P SORGELOOS. 2000. Artificial diets for Penaeid shrimp *Global Aquaculture Advocate*, 3 (2): 61–62
- WOUTERS, R, J NIETO & P SORGELOOS. 2001. Penaeid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development. *Aquaculture*, 202: 1–21.
- WOUTERS, R., B ZAMBRANO, M ESPIN, J CALDERON, P LAVENS & P SORGELOOS. 2002. Experimental broodstock diets as partial fresh food substitutes in white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquacul. Nutr.*, 8: 249-256.

WYBAN, J, WA WALSH & DM GODIN. 1995. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, 138: 267-279.

## CAPÍTULO III

---

### **Uso de probióticos na larvicultura do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis*: Efeitos sobre a qualidade de água, sobrevivência e qualidade das larvas**

Diogo Luiz de Alcantara Lopes<sup>1</sup>, André Braga<sup>1</sup>, Wilson Wasielesky Jr.<sup>1</sup> e Luís Henrique Poersch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

Cx. Postal 474, CEP: 96201-900 – Rio Grande – RS – Brasil.

[diogolalzo@hotmail.com](mailto:diogolalzo@hotmail.com)

## RESUMO

Para avaliar o uso de probióticos durante a larvicultura de *Farfantepenaeus brasiliensis*, náuplios V foram distribuídos em 15 tanques (três tratamentos e 5 repetições) na densidade de 100 larvas/L, onde permaneceram até a fase de pós-larvas de 10 dias. Os tratamentos testados foram: aplicação do probiótico A (TA) composto a base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus lecheniformis* ( $5 \times 10^{10}$  cfu/g); aplicação do probiótico B (TB), composto por *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* e *Enterococcus sp.* ( $6 \times 10^9$  cfu/g); e tratamento controle (TC) sem adição de probiótico. Nos tratamentos TA e TB, a taxa de renovação diária foi de 20%, enquanto no TC foi de 70% ao dia. O potencial de utilização dos probióticos foi avaliado através dos parâmetros de qualidade de água (oxigênio dissolvido, pH, temperatura, amônia, nitrito, nitrato e fósforo), do desempenho zootécnico (peso, comprimento e sobrevivência final) e da qualidade das larvas produzidas (sobrevivência ao teste de estresse salino e através da pontuação obtida na análise visual macroscópica das larvas). Não foram observadas diferenças estatísticas nos parâmetros de qualidade de água, assim como no desempenho zootécnico e na pontuação obtida na análise visual das pós-larvas produzidas nos diferentes tratamentos. Porém, no TB observou-se maior sobrevivência ( $74,77 \pm 5,02$ ) das pós-larvas ao teste de estresse salino ( $p < 0,05$ ). Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a utilização de ambos os probióticos possibilitaram a manutenção da qualidade da água mesmo com significativa redução da taxa de renovação de água. Porém, o probiótico composto por *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* e *Enterococcus sp.* possibilitou pós-larvas maior resistência ao teste de estresse.

**Palavras-chaves:** *Farfantepenaeus brasiliensis*, probiótico, larvicultura.

## ABSTRACT

To evaluate the use of probiotics during larviculture *Farfantepenaeus brasiliensis*, "nauplius V" were distributed in 15 tanks (three treatments and five replicates) at a density of 100 larvae/L, where they remained until the post-larvae of 10 days. The experiment was carried out with the three treatments: use of probiotic A (TA), that comprising *Bacillus subtilis* and *Bacillus lecheniformis* ( $5 \times 10^{10}$  cfu/g); use of probiotic B (TB), with *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* and *Enterococcus sp.* ( $6 \times 10^9$  cfu/g) and control (TC) without addition of probiotic. In TA and TB, the daily renewal rate was

20% and TC was 70% per day. The potential use of probiotics was evaluated by water quality (dissolved oxygen, pH, temperature, ammonia, nitrite, nitrate and phosphorus), the production performance (weight, length and final survival) and quality of post-larvae produced (survival after the salinity stress test and the score obtained by the post-larvae macroscopic visual analysis). There were no statistical differences ( $p < 0.05$ ) in water quality parameters, in production performance and in the score obtained by visual analysis of post-larvae among treatments. However, the TB showed higher post-larvae survival ( $74.77 \pm 5.02$ ) after salinity stress test ( $p < 0.05$ ). At the end of the trial was possible concluded that both probiotics were effective to maintain water quality, even with a significant reduction in the water exchange rate. However, the probiotic B, composed by *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* and *Enterococcus sp.*, increased post-larvae resistance to salinity stress test.

**Keywords:** Shrimp, *Farfantepenaeus brasiliensis*, hatchery, probiotic.

## INTRODUÇÃO

A carcinocultura marinha brasileira produziu 65,18 mil toneladas no ano de 2009, sendo *Litopenaeus vannamei*, a única espécie produzida comercialmente (MPA 2010). Por outro lado, as espécies nativas *Farfantepenaeus paulensis*, *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus subtilis* são recursos pesqueiros frequentemente capturados na costa brasileira (Mello 1973, Brisson 1977, D’Incao 1991, Valentini *et al.* 1991).

Até o presente momento, estudos realizados com a finalidade de auxiliar o desenvolvimento de tecnologia de produção da espécie *F. brasiliensis* estão limitados a poucos trabalhos relacionados com a maturação (Martino 1981, Chagas-Soares & Pereira 1991, Lopes *et al.* 2010, Braga *et al.* 2011), a larvicultura (Gaxiola *et al.* 2010) produção de pós-larvas (Silva *et al.* 2012a), berçário (Lopes *et al.* 2012) e engorda inicial (Lopes *et al.* 2009) e produção de isca viva (Jensen 2012). Apesar dos estudos mostrarem que esta espécie apresenta potencial para uso na aquacultura, ainda há diversos entraves à produção comercial desta espécie.

A larvicultura é um dos pontos críticos da produção em cativeiro, uma vez que alterações ambientais ou problemas nutricionais podem acarretar acentuada mortalidade das larvas (Vinatea *et al.* 1997, Gaxiola *et al.* 2010). Segundo Moullac & Haffner

(2000), mudanças nos fatores ambientais induzem alterações na resposta do sistema imune em crustáceos. Associado a isso, a alimentação inadequada durante o período de larvicultura tem impacto direto no desenvolvimento larval, podendo acarretar problemas como a não realização completa da muda (Barbieri & Ostrensky 2002) ou diminuição da proporção músculo:intestino (Peregrino 2006). Na tentativa de suprir as exigências nutricionais durante esta fase, alimentos inertes com alto teor de proteína e alimento vivo, tais como *Artemia sp.* e microalgas são utilizadas (Vinatea *et al.* 1997, Gaxiola *et al.* 2010). Esta dieta pode acarretar o acúmulo de matéria orgânica e compostos nitrogenados, ocasionando diminuição de qualidade de água e proliferação de bactérias patogênicas.

Uma das formas mais utilizadas para de diminuir a carga orgânica durante o período de larvicultura é através de elevação da taxa de renovação de água que pode chegar a 100 % ao dia (Vinatea *et al.* 1997). Outro manejo que passou a ser recorrente em muitas larviculturas comerciais, para diminuir os problemas causados pelos organismos patogênicos e aumentar a sobrevivência das larvas, foi a utilização periódica de antibióticos (Vaseeharan & Ramasamy 2003). Apesar de eficiente no controle de patógenos esses medicamentos, quando utilizado em sistemas com altas taxas de renovação de água, necessitam ser constantemente aplicados a fim de manter sua eficiência. Além disso, a liberação de antibiótico para o meio ambiente e o aumento da resistência das bactérias contribui negativamente para a utilização deste tipo de produto (Sarmah *et al.* 2006, Zhang *et al.* 2011).

Como alternativa ao uso de antibióticos, probióticos constituídos por bactérias não patogênicas, normalmente do gênero *Bacillus*, tem sido utilizados com eficácia comprovada no controle de agentes patogênicos (Rengpipat *et al.* 1998, 2000, Verschuere & Ramasamy 2003, Souza *et al.* 2012a). Isto porque as bactérias inoculadas competem com as demais bactérias presentes na água por nutrientes e espaço, podendo inclusive aumentar sua proporção na flora intestinal (Moriarty 1998, Verschuere & Ramasamy 2003) e gerar benefícios a saúde dos camarões. Estudos realizados com o camarão *Penaeus monodon* demonstraram que a utilização de probióticos podem melhorar a sobrevivência, o crescimento e a eficiência do sistema imune em crustáceos (Rengpipat *et al.* 1998, 2000). Os probióticos podem ainda ser utilizados como biorremediadores eficientes na manutenção da qualidade de água (Verschuere *et al.*

2000). Silva *et al.* (2012a) observaram que a utilização de *Bacillus* melhorou a produtividade das larvas do camarão *F. brasiliensis*. Esses autores sugerem ainda que os probióticos podem ser utilizados para reduzir as taxas de renovação de água durante a larvicultura. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de probióticos no desempenho zootécnico e na qualidade das pós-larvas de camarão-rosa *F. brasiliensis* produzidas em laboratório.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Desenho experimental e manejo do sistema

As larvas utilizados no estudo foram produzidas no setor de maturação da Estação Marinha de Aquacultura (EMA) da Universidade Federal do Rio Grande, a partir de reprodutores selvagens capturados no litoral do estado de Santa Catarina. Para isto, posteriormente a aclimatação, indução a reprodução e desova dos reprodutores, os ovos produzidos foram incubados em água com salinidade 33, temperatura de 28°C e mantidos em um tanque cilíndrico cônico com capacidade útil de 150 litros durante 36 horas. Os náuplios IV (n=4500) foram distribuídos e mantidos em 15 tanques com capacidade de três litros, preenchidos com água filtrada (5 µm) previamente tratada com cloro. A larvicultura teve duração de nove dias, porém os animais foram mantidos nas unidades experimentais por mais 10 dias, até o estágio de pós-larvas de 10 dias (PL 10). Os tanques foram mantidos em uma "water table" com aquecedores de imersão regulados para manter a temperatura em 28°C e com aeração constante e individual.

Durante o período experimental, os tratamentos avaliados foram: controle (TC), produção sem uso de probiótico e com renovação diária de 70%; tratamento A (TA), utilização do probiótico Sanolife Pro-W®, (INVE Technologies, Dendermonde, Belgium), composto por *Bacillus subtilis* e *Bacillus lecheniformis* ( $5 \times 10^{10}$  cfu/g) e renovação diária de 20%; e tratamento B (TB), utilização do probiótico "Biomin® START grow", composto por *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* e *Enterococcus sp* ( $6 \times 10^9$  cfu/g) e renovação diária de 20% (Anexo II - Fig. 1). Após cada renovação, foi inoculado  $1 \times 10^{-3}$  g/L do produto, conforme recomendação do fabricante.

A tabela 1 sumariza a rotina alimentar adotada durante o período experimental. Diariamente foi adicionada microalga *Thalassiosira weissflogii* para manter a concentração em  $2 \times 10^4$  células mL<sup>-1</sup> em todos os tratamentos. As larvas foram

alimentadas duas vezes ao dia com dieta comercial (Inve, Aquaculture) para *L. vannamei* durante os estágios larvais (protozoa e mysis). No estágio de mysis, além da ração comercial, foi fornecida biomassa de náuplios de *Artemia sp.* congelada uma vez ao dia. Após o completo desenvolvimento das larvas, as pós-larvas foram alimentados por 10 dias com náuplios de *Artemia sp.* vivos (fornecimento uma vez ao dia) e com ração comercial (Inve, Aquaculture) fornecida duas vezes ao dia.

#### Qualidade de água

Diariamente foram medidos o pH (digital pH meter model Handylab 2 BNC,  $\pm 0.01$  precision, Schott<sup>®</sup>, Hattenbergstr, Germany) e oxigênio dissolvido (digital DO meter model Handylab/OXI/set  $\pm 0.01$  mg/L precision, Schott<sup>®</sup>). A cada três dias foram determinadas as concentrações de amônia total (N-AT mg/L) usando a metodologia UNESCO (1983), assim como a salinidade (Optical refractometer model RTS – 101, Atago<sup>®</sup> US, Bellevue, WA, USA,  $\pm 1,0$ ). Nos dias 0, 8 e 19 foram determinadas a concentrações de nitrito (NO<sub>2</sub>-N mg/L) e de fósforo (P-PO<sub>4</sub> mg/L) utilizando a metodologia proposta por Strickland & Parsons (1972).

#### Comunidade bacteriana

A abundância e caracterização das bactérias presente nos probióticos foram realizadas através diluição de 0,04 g de cada probiótico em 30 mL de água filtrada em filtro de membrana de policarbonato (Nuclepore 0,2  $\mu$ m de poro e 2,5 mm de diâmetro). Após a diluição e homogeneização dos probiótico, realizou-se a filtração de 1000  $\mu$ L de água com probiótico em filtros de membrana de policarbonato (Nuclepore 0,2  $\mu$ m de poro e 2,5 mm de diâmetro), previamente escurecidos com Irgalan Black. As bactérias foram coradas com Laranja de Acridina 1%, na concentração de 1  $\mu$ g/mL (Hobbie *et al.* 1977). A determinação da abundância e caracterização das bactérias presente na água dos tanques foi realizada através da filtração de 1000  $\mu$ L de água dos tanques. As contagens foram realizadas em 30 campos escolhidos aleatoriamente, utilizando-se microscópio de epifluorescência (Zeiss Axioplan), equipado com um conjunto de filtros de luz 487709 (BP 3450 - 490; FT 510; LP 520) com magnificação final de 1000 x.

Tabela 1. Itens alimentares utilizados na dieta fornecidos durante o a larvicultura do camarão *Farfantepenaeus brasiliensis*.



Estádio de desenvolvimento larval	Período de alimentação			
	8:00 h Dieta comercial e quantidade de alimento (g/milhão de larvas)	10:00 h Microalgas (2x10 <sup>4</sup> cels/mL)	12:00 h Dieta comercial e quantidade de alimento (g/milhão de larvas)	19:00 h Artêmia
N4 – N5	————	<i>T. weissflogii</i>	————	————
Z1	CAR1 (10)	<i>T. weissflogii</i>	CAR1 (10)	————
Z2	CAR1 (12)	<i>T. weissflogii</i>	CAR1 (12)	————
Z3	CAR1 (20)	<i>T. weissflogii</i>	CAR1 (20)	————
M1	CD2 (22)	<i>T. weissflogii</i>	Flake 150 (22)	NA* 16/larvas
M2	CD2 (24)	<i>T. weissflogii</i>	Flake 150 (24)	NA* 16/larvas
M3	CD2 (27)	<i>T. weissflogii</i>	Flake 150 (27)	NA* 16/larvas
PL1	3CD (29)	<i>T. weissflogii</i>	Flake 150 (29)	NA 55/larvas
PL2	3CD (30)	<i>T. weissflogii</i>	Flake 150 (30)	NA 64/larvas
PL3	3CD (32)	<i>T. weissflogii</i>	Flake 150 (32)	NA 64/larvas
PL4	PL300 (33)	<i>T. weissflogii</i>	Flake 300 (33)	NA 78/ larvas
PL5	PL300 (36)	<i>T. weissflogii</i>	Flake 300 (36)	NA 78/ larvas
PL6	PL300 (38)	<i>T. weissflogii</i>	Flake 300 (38)	NA 78/ larvas
PL7	PL300 (49)	<i>T. weissflogii</i>	Flake 300 (49)	NA 78/ larvas
PL8	XL (59)	<i>T. weissflogii</i>	S-PAK (59)	NA 84/ larvas
PL9	XL (64)	<i>T. weissflogii</i>	S-PAK (64)	NA 84/ larvas
PL10	XL (70)	<i>T. weissflogii</i>	S-PAK (70)	NA 96/ larvas

N = náuplio; Z = protozoa; M = mysis, PL = pós-larvas; Car 1 (52% PB), Cd 2 (52% PB), 3 CD (52% PB), PL 300 (42% PB), XL (45% PB), Flake 150 (50% PB), Flake 300 (50% PB), SPAK (40% PB) T. w = *Thalassiosira weissflogii*, NA\* = náuplios de *Artemia sp.* congelados e NA = náuplios de *Artemia sp.* vivos.

#### Análise histológica

Ao término do experimento, as pós-larvas foram coletadas dos tanques de larvicultura para avaliação da presença de lesões bacterianas. As amostras foram fixadas em formol tamponado a 10% e incluídas em Paraplast® (P3358, Sigma-Aldrich, USA) através do processamento histológico de rotina. Cortes sagitais com espessura de 5 µm

foram corados com hematoxilina e eosina e gram para avaliar a presença de colônias bacterianas através de análise sob microscopia óptica (microscópio Olympus Bx41).

#### Desempenho produtivo e qualidade das pós-larva

Ao término do período experimental foi verificada a sobrevivência, o peso e o comprimento das pós-larvas em cada tratamento (n=30), bem como a qualidade das larvas foi analisada levando-se em consideração o movimento peristáltico intestinal, a formação dos arcos e lóbulos branquiais (Anexo I - Fig. 2), presença de alimento no trato digestório (Anexo I - Fig. 3), coloração do hepatopâncreas (Anexo I - Fig. 4), quantidade de vacúolos de lipídios no hepatopâncreas (Anexo I - Fig. 5) e deformidade pós-larval (Anexo I - Fig. 6 e 7) em cada tratamento (n=30). A classificação dos parâmetros de qualidade das larvas foi realizada segundo adaptações da metodologia proposta por Tayamen & Brown (1999), conforme demonstrada na tabela 2. Para cada parâmetro avaliado foi atribuído uma pontuação entre 0 e 2 pontos (0 = ruim; 1 = bom; e 2 = excelente) e o somatório desta pontuação permitiu obter um escore por pós-larva. As pós-larvas com escores maiores que 12 foram consideradas de excelente qualidade, com escore entre 7 e 12 foram consideradas de boa qualidade e com escore menor que 7 foram consideradas de qualidade ruim. Ao término do estudo também foi realizado o teste de estresse a salinidade. Para isso, 20 pós-larvas de cada repetição foram retiradas dos tanques experimentais (salinidade 30), submetidas por um período de 30 minutos a salinidade zero e retornando posteriormente para a salinidade 30, onde permaneceram por mais 30 minutos antes de determinar a sobrevivência ao teste de estresse.

#### Análise estatística

Os dados de qualidade de água, desempenho zootécnico e abundância de bactérias presentes na água foram submetidos à análise de variância (ANOVA – uma via), levando em consideração as premissas de homocedasticidade e normalidade dos dados, sendo o teste de Tukey utilizado para determinar diferenças estatísticas entre os tratamentos. Os dados de abundância das bactérias presente nos probióticos foram avaliados pela análise estatística não paramétrica (Kruskal - Wallis).

Tabela 2. Descrição dos parâmetros e critérios de pontuação utilizados na análise de qualidade das larvas.

Data: _____ N° Tanque: _____ Tratamento: _____											
Critérios de checagem de qualidade das larvas		Pontuação			Amostragem						
		0 = ruim	1 = intermediário	2 = bom	1	2	3	4	5	6	
1	Formação dos arcos branquiais das larvas	De 1 a 2 arcos branquiais	De 3 a 5 arcos branquiais	Mais de 6 arcos branquiais							
2	Formação dos lóbulos branquiais das larvas	Sem ramificações	Incompleto	Completo							
3	Movimentação peristáltica intestinal	Ausente	Moderada	Intensa							
4	Presença de alimento no trato digestório	Ausente	Moderado	Completo							
5	Coloração do hepatopâncreas	Transparente	Opaco	Escuro							
6	Quantidade de lipídio no hepatopâncreas	Sem vacúolos de lipídios	Pequenos vacúolos de lipídios (10%-40%)	Vacúolos relativamente cheios (60% - 100%)							
7	Deformidade PL	Presença de deformações	_____	Ausente de deformações							
					Pontuação total						
					Média da pontuação						

Pontuação total: (14 - >12) excelente;  
(12 - >7) bom;  
(≤ 7) ruim.

Adaptado de Tayamen & Brown (1999)

## RESULTADOS

### Qualidade e quantidade de água utilizada

Os parâmetros de qualidade de água e a quantidade de água utilizada no decorrer do estudo estão demonstrados na tabela 3. Os valores de oxigênio dissolvido, salinidade, amônia, nitrito e fósforo, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). A quantidade de água utilizada foi significativamente maior no TC (17,51 L) do que nos tratamentos TA e TB (4,79 L) ( $p < 0,05$ ), os quais possibilitaram a redução de 72,6% na utilização da água.

Tabela 3. Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros de qualidade de água e quantidade de água utilizada durante o período experimental.

	Tratamento		
	TC (70% de renovação de água)	TA (20% de renovação de água)	TB (20% de renovação de água)
Oxigênio (mg/L)	6,06 $\pm$ 0,28	6,12 $\pm$ 0,18	6,13 $\pm$ 0,16
Salinidade	30,1 $\pm$ 2,0	30,2 $\pm$ 2,0	30,4 $\pm$ 1,9
pH	8,24 $\pm$ 0,16	8,29 $\pm$ 0,15	8,31 $\pm$ 0,16
N-AT (mg/L)	0,87 $\pm$ 0,71	0,98 $\pm$ 0,91	1,06 $\pm$ 0,91
Nitrito (mg/L)	0,02 $\pm$ 0,01	0,02 $\pm$ 0,02	0,02 $\pm$ 0,1
Fósforo (mg/L)	0,22 $\pm$ 0,23	0,22 $\pm$ 0,24	0,22 $\pm$ 0,24
QAU (L)	17,51 <sup>a</sup>	4,79 <sup>b</sup>	4,79 <sup>b</sup>

TC = controle (sem probiótico), PA = probiótico A (*Bacillus subtilis* e *Bacillus lecheniformis*), TB = probiótico B (*Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* e *Enterococcus sp.*), N-AT = amônia total, QAU= Quantidade de água utilizada. Letras diferentes na mesma linha indicam que há diferença estatística entre os tratamentos.

### Abundância de bactérias e análise histológica

Os resultados de abundancia de bactérias, tanto nos probióticos, quanto na água dos tratamentos avaliados, estão demonstrados na tabela 4. A abundância de bactérias cocóides no probiótico Biomin® START grow foi estatisticamente maior que a do probiótico Sanolife Pro-W®. Os demais grupos de bactérias não apresentaram diferença estatística ( $p < 0,05$ ) em sua abundância entre os probióticos. Ao término do estudo, foi observada maior abundância de bactérias cocóides na água do TC o qual diferiu estatisticamente apenas do TA. A maior abundância de bactérias bastonetes (bacilos e lactobacilos) foi encontrada no TB seguido do TA e posteriormente do TC ( $p < 0,05$ ). A

menor abundância das bactérias filamentosas foi no TA, posteriormente no TB e seguido pelo TC, as quais foram estatisticamente diferentes entre si ( $p < 0,05$ ). Em nenhum dos tratamentos observaram-se alterações histológicas nos camarões acarretadas por vibrios.

Tabela 4. Abundância de bactérias presentes nos probióticos e na água utilizada na larvicultura do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis*.

	Tratamentos		
	TC ( $\times 10^3$ bac/mL)	TA ( $\times 10^3$ bac/mL)	TB ( $\times 10^3$ bac/mL)
<b>Bactérias no probiótico</b>			
Cocóides	---	0,94 $\pm$ 2,35 <sup>a</sup>	10,243 $\pm$ 9,49 <sup>b</sup>
Bacilos+Lactobacilos	---	1,46 $\pm$ 2,29	1,05 $\pm$ 2,07
Filamentosas	---	0,31 $\pm$ 0,96	0 $\pm$ 0
<b>Bactérias na água</b>			
Cocóides	3,44 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>	1,60 $\pm$ 0,40 <sup>b</sup>	2,93 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>
Bacilos+Lactobacilos	1,92 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	2,53 $\pm$ 0,38 <sup>b</sup>	4,07 $\pm$ 0,13 <sup>c</sup>
Filamentosas	41,46 $\pm$ 0,70 <sup>a</sup>	22,99 $\pm$ 3,04 <sup>b</sup>	33,21 $\pm$ 3,90 <sup>c</sup>
Cocóides+Bacilos+Lactobacilos	5,36 $\pm$ 0,36 <sup>a</sup>	4,07 $\pm$ 1,35 <sup>a</sup>	7 $\pm$ 1,23 <sup>b</sup>

TC = controle (sem probiótico), TA = tratamento com probiótico Sanolife Pro-W® (*Bacillus subtilis* e *Bacillus lecheniformis*), TB = tratamento com probiótico Biomin® START grow (*Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* e *Enterococcus sp.*). Letras diferentes na mesma linha indicam que há diferença estatística entre os tratamentos.

#### Desempenho zootécnico

Os resultados de desempenho zootécnico e da qualidade das larvas estão demonstrados na tabela 5. Os valores de peso, comprimento e sobrevivência final não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Apesar de ser observado maior movimento peristáltico intestinal nas pós-larvas do TB e pior coloração do hepatopâncreas nas pós-larvas do TA ( $p < 0,05$ ), não foram observadas diferenças estatística no escore e todas as larvas foram consideradas de boa qualidade. O melhor resultado do teste de estresse salino foi observados no TB (74,77 $\pm$ 5,02), o qual foi estatisticamente diferente do TC e do TA (57,88  $\pm$  19,26 e 47,70  $\pm$  12,73 respectivamente).

Tabela 5. Qualidade das pós-larvas (escore total e por parâmetro avaliado) e desempenho zootécnico do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* durante larvicultura realizado com a utilização de probióticos e redução da taxa de renovação diária de água.

	Tratamentos		
	TC (70% de renovação de água)	TA (70% de renovação de água)	TB (70% de renovação de água)
<b>Desempenho zootécnico</b>			
Peso (g)	1,82±0,38	1,83±0,33	1,95±0,27
Comprimento (cm)	0,71±0,11	0,71±0,08	0,77±0,11
Sobrevivência (%)	30,0±14,8	32,9±29,2	40,1±21,5
<b>Qualidade larval</b>			
Arcos branquiais	2,0±0,0	2,0±0,0	2,0±0,0
Lóbulos branquiais	1,64±0,66	1,18±0,98	1,63±0,72
Lipídios no hepatopâncreas	1,46±0,67	1,36±0,92	1,0±0,82
Alimento no trato digestório	1,25±0,61	1,18±0,75	1,69±0,48
MPI	1,05±0,38 <sup>a</sup>	1,0±0,45 <sup>a</sup>	1,5±0,52 <sup>b</sup>
Deformidades	1,64±0,79	2,0±0,00	1,88±0,34
Coloração do hepatopâncreas	1,68±0,57 <sup>a</sup>	1±00,63 <sup>b</sup>	1,5±0,63 <sup>a</sup>
Escore total	10,68±0,32	9,73±0,44	11,2±0,32
Qualidade das larvas	Bom	Bom	Bom
Sobrevivência ao Teste de estresse (%)	57,8±19,2 <sup>a</sup>	47,7±12,7 <sup>a</sup>	74,7±5,0 <sup>b</sup>

TC = controle (sem probiótico), TA = tratamento com probiótico Sanolife Pro-W® (*Bacillus subtilis* e *Bacillus lecheniformis*), TB = tratamento com probiótico Biomin® START grow (*Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* e *Enterococcus sp.*) e MPI = Movimento peristáltico intestinal.

## DISCUSSÃO

A utilização de ração rica em proteína, elevadas densidades de estocagem e taxa de arraçoamento inadequadas são as principais causas da perda da qualidade de água durante o período de larvicultura. Desta forma, elevadas taxas de renovações diárias da água são normalmente utilizadas como alternativa para manter a qualidade da água em sistemas de larvicultura (Vinatea *et al.* 1997, FAO 2004, Ballester *et al.* 2007).

Outra alternativa para melhorar a qualidade de água é a utilização de probióticos compostos por bactérias não patogênicas, na maioria das vezes pertencentes ao gênero *Bacillus sp.*, as quais podem ser utilizadas isoladamente ou associadas a outros grupos de bactérias (cocoides e lactobacilos) (Verschuere *et al.* 2000, Kesarcodi-Watson *et al.* 2008, Zhou *et al.* 2009). As bactérias presentes nos probióticos atuam competindo por espaço e alimento com as bactérias presentes no ambiente (Moriarty

1998, Kesarcodi-Watson *et al.* 2008) podendo acarretar efeitos benéficos a produção. A melhoria na qualidade de água com o uso de probióticos durante a produção de camarões já foi verificado por diversos autores (Ziemann *et al.* 1992, Wang *et al.* 2005, Silva *et al.* 2012a, 2012b). Wang *et al.* (2005), avaliando o efeito da utilização de probióticos comerciais na produção de *Litopenaeus vannamei* em viveiros, obtiveram significativa redução na concentração dos compostos nitrogenados e do fósforo quando comparado com o tratamento controle (sem probiótico). Lakshmanan & Soundarapandian (2008) observaram significativas reduções nos valores de amônia e nitrito durante a produção do camarão tigre *Penaeus monodon* com a utilização de probiótico. Silva *et al.* (2012a), avaliaram a utilização de antibiótico (50% de renovação diária) e de probiótico (sem renovação) na produção de *F. brasiliensis* (pós-larva 1 a pós-larva 10) e obtiveram valores de nitrito significativamente menores com a utilização de probiótico. No presente estudo, ambos os probióticos utilizados foram eficientes na manutenção dos parâmetros de qualidade de água dentro da faixa recomendada para a produção de peneídeos (Wasielesky *et al.* 2000, Campos *et al.* 2012).

Outro fator relevante durante a larvicultura de camarões é a proliferação de bactérias patogênicas e outros organismos nocivos. Entre as bactérias podemos destacar o *Vibrius harveyi*, que é considerado um dos principais causadores de doenças em camarões (Baticados *et al.* 1990). Segundo Vandenberghe *et al.* (1999) o *V. harveyi*, juntamente com outros vibrios, estão associados a síndrome de Zoea 2 e a síndrome das bolhas as quais são responsáveis por grande mortalidade das larvas. Além das bactérias, organismos filamentosos (cianobactérias e fungos filamentosos), constantemente encontrados durante a produção aquícola, podem prejudicar a produção de camarões por produzirem toxinas, ocasionarem o entupimento das brânquias e incrustações dos apêndices larvais, dificultando assim a realização da muda (Engström-Öst *et al.* 2002). Desta forma, a inoculação de microorganismos não patógenos (*Lactobacillus*, *Bacillus*, *Nitrosomonas*, *Cellulomonas*, *Nitrobacter*, *Pseudomonas*, *Rhodoseudomonas* e *Acinetobacter*) tem sido utilizada com sucesso no controle de microorganismos nocivos a produção (Shariff *et al.* 2001, Irianto & Austin 2002, Silva *et al.* 2012a, 2012b, Souza *et al.* 2012a, 2012b). Neste estudo, não foi observado a ocorrência de *Vibrio ssp.* através da contagem de bactérias por fluorescência em nenhum dos tratamentos, assim como a análise histológica realizadas nas larvas não demonstrou alterações patológicas causadas

por bactérias. Entretanto, a utilização dos probióticos possibilitou menor abundância de organismos filamentosos, promovendo assim uma maior biossegurança durante a produção.

Neste estudo o peso final e o comprimento total de *F. brasiliensis* não foram afetados pelos tratamentos e os resultados encontrados são semelhantes aos resultados observados para a espécie (Silva *et al.* 2012a). A sobrevivência final encontrada neste estudo também não foi afetada pelos tratamentos e os resultados são similares aos resultados observados por Ballester *et al.* (2007) (sobrevivência média de 40%) realizando a larvicultura do camarão-rosa *F. paulensis* com elevadas taxas de renovação (50 a 100% ao dia).

A qualidade das larvas tem influência direta nas etapas subsequentes da cadeia produtiva dos camarões (Tayamen & Brown 1999, FAO 2004) e deve ser cuidadosamente analisada. Desta forma, diversos trabalhos têm sido realizados com o intuito de avaliar a qualidade das larvas (Parado-Estepa 1988, Bauman & Jamandre 1990, Tayamen & Brown 1999, FAO 2004), uma vez que os índices tradicionalmente utilizados (peso final, taxa de conversão alimentar, etc.) não possibilitam esta avaliação. A observação das deformidades e coloração do hepatopâncreas, assim com o peristaltismo intestinal estão inclusos entre os cinco critérios mais importantes para determinar a qualidade das pós-larvas (Palacios *et al.* 1999, Racotta *et al.* 2003, FAO 2004, Peregrino 2006) e podem indicar melhor qualidade nutricional. Neste estudo, apesar das pós-larvas produzidas terem sido consideradas de boa qualidade, observou-se melhores resultados de coloração do hepatopâncreas e do peristaltismo intestinal no TB. A maior abundância de bactérias benéficas (Bacilos, Lactobacilos e Cocoides) encontradas na água do tratamento TB, quando comparada com os tratamentos TC e TA, podem ter promovido a colonizando o trato digestório (Moriarty 1998, Verschuere *et al.* 2000) liberando enzimas que melhoram o processo de digestão (Kesarcodi-Watson *et al.* 2008), as quais provavelmente promoveram maior aporte nutricional as pós-larvas aumentando a resistência ao teste de estresse de salinidade. Zhou *et al.* (2009) produzindo larvas de *Litopenaeus vannamei* obtiveram significativo aumento na sobrevivência e na atividade enzimática com a utilização do probiótico *B. coagulans* SC8168, quando comparado com o tratamento controle (sem probiótico). Resultados



semelhantes também foram observados por Ziaei-Nejad *et al.* (2006) produzindo *Fenneropenaeus indicus* nos tratamentos com probiótico.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo, conclui-se taxa de renovação de diárias de água de 20%, associada à aplicação periódica de ambos os probióticos podem ser realizadas sem comprometer a qualidade da água, a sobrevivência, o peso e o comprimento das larvas de *F. brasiliensis*. Ambos os tratamentos com probióticos apresentaram menor abundância dos organismos filamentosos presentes na água. Entretanto, o probiótico composto por *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* e *Enterococcus sp* possibilitou larvas mais resistentes ao teste de estresse salino supondo desta maneira melhor condição fisiológica do que nos demais tratamentos.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e Universidade Federal do Rio Grande, pelo apoio financeiro a pesquisa e as bolsas. D Lopes é bolsista REUNI e W Wasielesky e L Poersch são pesquisadores do CNPq.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- BALLESTER, E, DW MUTTI, CN FRÓES, LH POERSCH, RO CAVALLI & TG MARTINS. 2007. Larvicultura do Camarão- Rosa *Farfantepenaeus paulensis*. *In: XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, 2007, Florianópolis. Livro de Resumos, 2007. 281-281.*
- BARBIERI, RC & A OSTRENSKY. 2002. Camarões Marinhos. Volume II - Engorda. Aprenda Fácil Editora. Viçosa, MG, Brasil. 370p.
- BATICADOS, MCL, CR LAVILLA-PITOGO, ER CRUZ-LACIERDA, LD PEÑA & NA SUÑAZ. 1990. Studies on the chemical control of luminous bacteria *Vibrio harveyi* and *V. splendidus* isolated from diseased *Penaeus monodon* larvae and rearing water. *Dis. Aquat. Org.*, 9: 133–139.
- BAUMAN, RH & DR JAMANDRE. 1990. A practical method for determining quality of *Penaeus monodon* (Fabricius) fry stocking in grow-out ponds. *In: Proceedings of th aquatech conference on technical and economic aspects of shrimp farming. infofish, Kuala Lumpur, Malaysia, 1990. 124-137p.*

- BRAGA, A, DAL LOPES, D KRUMMENAUER, LH POERSCH & W WASIELESKY. 2011. A Comparison of the Reproductive Performance of the Wild Pink Shrimp Species *Farfantepenaeus paulensis* and *Farfantepenaeus brasiliensis* in Captivity. *J. of Shellfish Research*, 30 (3): 63–967.
- BRISSON, S. 1977. Estudo da população de peneídeos na área de Cabo Frio. II. Distribuição sazonal de post-larvas de camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis* Latreille e *P. paulensis* Pérez-Farfante) na entrada do canal da laguna de Araruama. Cabo Frio, RJ. *Publicações do Instituto Pesqueiro da Marinha*, 101: 1-11.
- CAMPOS, BR, KC MIRANDA, F D'INCAO, LH POERSCH & W WASIELESKY. 2012. Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Crustacea: Decapoda). *Atlântica*, 34: 75-71.
- CHAGAS-SOARES, F & PEREIRA OM. 1991. Repovoamento da região lagunar-estuarina de Cananéia (SP) com Camarão-Rosa *Penaeus brasiliensis*. Informações preliminares. Congresso nacional de pesca e aquicultura. Santos (SP), 22-26.
- D'INCAO, F. 1991. Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos Patos, RS. *Atlântica*, 12: 31-51.
- ENGSTRÖM-Ö J, M LEHTINIEMI, S GREEN, B KOZLOWSKY-SUZUKI & M VIITASALO. 2002. Does cyanobacterial toxin accumulate in mysid shrimps and fish via copepods?. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 276: 95–107.
- FAO. 2004. World review of fisheries and aquaculture – fisheries resources: trends in production, utilization and trade.
- GAXIOLA, G, P GALLARDO & N SIMÕES. 2010. A Red Shrimp, *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), Larvae Feeding Regime Based on Live Food. *J. World Aquacult. Soc.*, 41 (3): 402-410.
- HOBBIE, JE, RL DALEY & S JASPER. 1977. Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.*, 33: 1225 – 1228.
- IRIANTO, A & B AUSTIN. 2002. Probiotics in Aquaculture. *J. Fish Dis.*, 25: 633–642.

- JENSEN LV. 2012. Produção e Transporte do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* para a Pesca Amadora: Uma Alternativa Sustentável?. Tese de doutorado. (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. 144p.
- KESARCODI-WATSON, A, H KASPAR, MJ LATEGAN & L GIBSON. 2008. Probiotics in aquaculture: The need, principles and mechanisms of action and screening processes. *Aquaculture*, 274: 1–14.
- LAKSHMANAN, R & P SOUNDARAPANDIAN. 2008. Effect of commercial probiotics on large scale culture of black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius). *Research Journal of Microbiology*, 3: 198-203.
- LOPES, DLA, W WASIELESKY, S PEIXOTO & EC BALLESTER. 2009. Análise comparativa do cultivo dos camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis* criados em gaiolas em ambiente estuarino. *Ciênc. Rural*, 39: 1540–1546.
- LOPES, DLA, EC BALLESTER, W WASIELESKY & S PEIXOTO. 2010. Avaliação da performance reprodutiva de fêmeas selvagens do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Crustácea: Decapoda) em laboratório. *Atlântica*, 32: 177–182.
- LOPES, DLA, S SUITA, C BUENO, W WASIELESKY & LH POERSCH. 2012. Determinação da densidade de estocagem ótima do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* produzindo em tecnologia de bioflocos durante a fase de berçário. *Atlântica* (prelo).
- MARTINO, RC. 1981. Indução a maturação em *Penaeus paulensis* e *Penaeus brasiliensis* através da ablação do pedúnculo ocular. *Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro*. Comunicado Técnico, 81: 3p.
- MELLO, JTC. 1973. Estudo populacional do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *P. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967). *Boletim do Instituto de Pesca, SP*, 2: 19-65.
- MORIARTY, DJW. 1998. Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture ponds. *Aquaculture*, 164: 351-358.
- MOULLAC, LEG & P HAFFNER. 2000. Environmental factors affecting immune responses in Crustacea. *Aquaculture*, 191: 121-131.

- MPA 2010. Produção pesqueira e aquícola. Estatística 2008-2009. Ministério do Meio Ambiente Disponível:  
<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/dados/2010/Docs/Caderno%20Consolida%C3%A7%C3%A3o%20dos%20dados%20estatisticos%20final%20curvas%20-%20complet%20o.pdf>. Acessado em 11/04/2012.
- PALACIOS, E, CI PEREZ-ROSTRO, JL RAMIRES, AM IBARRA & IS RACOTTA. 1999. Reproductive exhaustion in shrimp (*Penaeus vannamei*) reflected in larval biochemical composition, survival and growth. *Aquaculture*, 171: 309-321.
- PARADO-ESTEPA, FD. 1998. Selection, transport and acclimation of prawn fry. In: Technical Considerations For The Management And Operation On Intensive Prawn Farms. Aquaculture Society, Ilo-ilo City, Philippines, 1988.81-85 p.
- PEREGRINO, LH. 2006. Critérios técnicos para aquisição de pós-larvas do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. *Revista da ABCC, Recife*, 8: 2, jul., 36-39.
- RACOTTA IS, E PALACIOS & AM IBARRA. 2003. Shrimp larval quality in relation to broodstock condition. *Aquaculture*, 227: 107–130.
- RENGPIPAT, S, W PHIANPHAK, S PIYATIRATITIVORAKUL & P MENASVETA. 1998. Effects of a probiotic bacterium on black tiger shrimp *Penaeus monodon* survival and growth. *Aquaculture*, 167: 301– 313.
- RENGPIPAT, S, S RUKPRATANPORN, S PIYATIRATITIVORAKUL & P MENASAVETA. 2000. Immunity enhancement on black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) by a probiont bacterium (*Bacillus* S11).
- SARMAH, AK, MT MEYER & ABA BOXALL. 2006. A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. *Chemosphere*, 65: 725–759.
- SHARIFF, M, FM YUSOFF, TN DEVARAJA & PS SRINIVASA. 2001. The effectiveness of a commercial microbial product in poorly prepared tiger shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius), ponds. *Aquacult. Res.*, 32: 181–187.
- SILVA, EF, NF FRÓES, DS SOUZA, R SOARES, S PEIXOTO, W WASIELESKY & EC BALLESTER. 2012a. Uso de probióticos na produção de pós-larvas de camarão-rosa. *Pesq. Agropec. Bras.*, (47 (6): (prelo).
- SILVA, EF, MA SOARES, NF CALAZANS, J VOGLEY, BC VALLE, R SOARES & S PEIXOTO. 2012b. Effect of probiotic (*Bacillus* spp.) addition during

- larvae and postlarvae culture of the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquacult. Res.* DOI: 10.1111/j.1365-2109.2011.03001.x (prelo).
- SOUZA, DM, SM SUITA, FPL LEIVAS, L ROMANO, W WASIELESKY & ELC BALLESTER. 2012a. The use of probiotics during the nursery rearing of the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) in a zero exchange system. *Aquacult. Res.*, 1–10. doi:10.1111/j.1365-2109.2011.02992.x (prelo).
- SOUZA DM, SM SUITA, LA ROMANO, W WASIELESKY & ELC BALLESTER. 2012b. Use of molasses as a carbon source during the nursery rearing of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) in a Biofloc technology system *Aquaculture Res.*, (prelo).
- STRICKLAND, JDH & PARSONS TR. 1972 A practical handbook of seawater analysis. Bulletin Fisheries Research board of Canada, Ottawa. 1 - 205.
- THOMPSON FL, PC ABREU & W WASIELESKY. 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*, 203: 263–278.
- TAYAMEN, M & JH BROWN. 1999. A condition index for evaluating larval quality of *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquacult. Res.*, 30: 917-922.
- UNESCO. 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Manual and Guides 12, Intergovernmental Oceanographic Commission.
- VASEEHARAN, B & P RAMASAMY. 2003. Control of pathogenic *Vibrio spp.* by *Bacillus subtilis* BT23, a possible probiotic treatment for black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 36: 83–87.
- VALENTINI, HF, LF RODRIGUES, JE REBELO-NETO & E RHAHN. 1991. Análise de pesca do camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis* e *P. paulensis*) nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Atlântica*, 13: 143-157.
- VANDENBERGHE, J, L VERDONCK, R ROBLES-ARAZARENA, G RIVERA, A BOLLAND, M BALLADARES, B GOMEZ-GIL, J CALDERON, P SORGELOOS & J SWINGS. 1999. Vibrios Associated with *Litopenaeus vannamei* Larvae, Postlarvae, Broodstock, and Hatchery Probiotics. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65(6): 2592-2597.

- VERSCHUERE, L, G ROMBAUT, P SORGELOOS & W VERSTRAETE. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in Aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Review*, 64: 655–671.
- VINATEA, L & ER ANDREATTA. 1997. Comparative study of continuous and static water renewal strategies in the larviculture of *Penaeus paulensis* Perez Farfante, 1967 associated with high stocking densities and different water renewal rates. *Aquaculture*, 154: 247–259.
- ZHANG YB, L YUAN & XL SUN. 2011. Antibiotic resistance of bacteria isolated from shrimp hatcheries and cultural ponds on Donghai Island, China. *Marine Pollution Bulletin*, 62: 2299–2307.
- ZHOU XU-XIA, WANG YAN-BO & WEI-FEN LI. 2009. Effect of probiotic on larvae shrimp (*Penaeus vannamei*) based on water quality, survival rate and digestive enzyme activities. *Aquaculture*, 287: 349 – 353.
- ZIAEI-NEJAD, S, MH REZAEIB, GA TAKAMIC, DL LOVETTD, A MIRVAGHEFIA & M SHAKOURIE. 2006. The effect of *Bacillus* spp. bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival and growth in the Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*. *Aquaculture*, 252: 516–524.
- ZIEMANN, DA, WA WALSH, EG SAPHORE & KA FULTONBENNET. 1992. Survey of water quality characteristics of effluent from Hawaiian aquaculture facilities. *J. World Aquacult. Soc.*, 23: 180-191.
- WANG, YB, ZR XU & MS XIA. 2005. The effectiveness of commercial probiotics in northern white shrimp *Penaeus vannamei* ponds. *Fisheries Science*, 71: 1036-1041.
- WASIELESKY, WJ. 2000. Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: efeitos dos parâmetros ambientais. Tese de doutorado. Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS, 199p.

## CAPÍTULO IV

---

### **Determinação da densidade de estocagem ótima do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* produzido em tecnologia de bioflocos durante a fase de berçário**

Diogo Luiz de Alcantara Lopes<sup>1</sup>, Sabrina Suita<sup>1</sup>, Wilson Wasielesky Jr.<sup>1</sup> e Luis H. Poersch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Cx. Postal 474, 96201-900 – Rio Grande – RS – Brasil.  
[diogolalzo@hotmail.com](mailto:diogolalzo@hotmail.com)

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo determinar a densidade de estocagem de juvenis de *F. brasiliensis* produzidos em tecnologia de bioflocos (BFT), durante a fase de berçário. Para isso, juvenis de *F. brasiliensis* (0,032 g) foram acondicionados em 15 tanques cilíndricos (área de fundo de 0,44 m<sup>2</sup> e volume útil de 150 L) nas densidades de 150, 300, 450, 600 e 750 juvenis/m<sup>2</sup> que corresponde a 440, 880, 1320, 1760 e 2200 juvenis/m<sup>3</sup>. Duas alimentações diárias (com ração comercial de 40% PB) foram realizadas durante o período experimental de 42 dias. As sobrevivências nas densidades de 150; 300; 450; 600 e 750 juvenis/m<sup>2</sup> foram respectivamente (95,56±4,19; 81,94±5,77; 82,40±3,70; 89,31±3,78 e 48,77±14,08). Na densidade de 750 juvenis/m<sup>2</sup> a sobrevivência foi significativamente menor (p<0,05). A maior produção de biomassa (67,47 ± 10,52 g/m<sup>2</sup>) ocorreu na densidade de 600 juvenis/m<sup>2</sup>. A partir dos resultados, conclui-se que, a produção de *F. brasiliensis* em sistema de BFT durante a fase de berçário, pode ser realizada na densidade de 600 juvenis/m<sup>2</sup>, densidade esta que possibilitou a maior produção de biomassa sem diminuição da taxa de sobrevivência do camarão e sem a necessidade da realização de renovações de água para manter a qualidade de água.

**Palavras-chaves:** Camarão, *Farfantepenaeus brasiliensis*, bioflocos, densidade de estocagem, berçário.

## ABSTRACT

This study evaluated the optimal nursery *F. brasiliensis* stocking density maintained in bioflocs technology. Juvenile *F. brasiliensis* (0.032 g) were reared in 15 cylindrical tanks (bottom area of 0.44 m<sup>2</sup> and 150L volume) at densities of 150, 300, 450, 600 and 750 juveniles/m<sup>2</sup> or equivalent density of 440, 880, 1320, 1760 e 2200 juveniles/m<sup>3</sup>. Twice daily meals (commercial diet with 40% crude protein) were provided for the shrimp for 42 days. Survival was significantly lower (p <0.05) at 750 juveniles/m<sup>2</sup>, while the highest biomass yield (67.47 ± 10.52) was produced at a density of 600 juveniles/m<sup>2</sup>, which was statistically different only from 150 juveniles/m<sup>2</sup> density (p < 0,05). The results confirm that is possible to rear *F. brasiliensis* in BFT system during the nursery phase at 600 juveniles/m<sup>2</sup>, achieving high biomass production and survival rate, and without the need of water exchanges to keep water quality.



**Keywords:** Shrimp, *Farfantepenaeus brasiliensis*, bioflocs, stocking density, nursery.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a pesca de organismos marinhos foi de aproximadamente 586 mil toneladas em 2009. Deste montante, a captura de crustáceos colabora com a produção de 60 mil toneladas, sendo o camarão-rosa o grupo de crustáceos mais explorado em toda costa, totalizando pouco mais de 10,5 mil toneladas (MPA 2010). As espécies *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis* são comercializadas nos entrepostos brasileiros como camarão-rosa (Brisson 1981, Chagas-Soares 1995), sem distinção entre elas. Apesar da constatare comercialização destas espécies no mercado brasileiro (MPA 2010) a sua utilização na aquicultura é inexpressiva.

Na tentativa de ampliar o conhecimento sobre o ciclo biológico do camarão-rosa *F. brasiliensis* e de viabilizar sua produção em cativeiro, vários estudos vem sendo realizados. Martino (1981) realizou a indução do desenvolvimento gonadal através da ablação unilateral do pedúnculo ocular das fêmeas; Brisson (1986) descreveu o comportamento de cópula; Quintero & Garcia (1998) avaliaram os estágios ovarianos e Brito *et al.* (2000) determinaram a salinidade para produção de juvenis. Recentemente, Lopes *et al.* (2010) realizaram a reprodução em cativeiro de *F. brasiliensis* e Gaxiola *et al.* (2010) determinaram a concentração ideal de microalgas (*Chaetoceros gracilis* e *Tetraselmis chuii*) e de artêmia utilizadas na alimentação de larvas de *F. brasiliensis* em laboratório. Os primeiros estudos sobre engorda de *F. brasiliensis* em cativeiro foram publicados por Lopes *et al.* (2009), que comparou o crescimento de *F. brasiliensis* com o crescimento de *F. paulensis* produzidos em gaiolas no estuário da lagoa dos patos.

Estudos realizados no sul do Brasil com o camarão-rosa *F. paulensis* demonstram que as baixas temperaturas durante o período de inverno restringem o período de engorda do camarão há seis ou sete meses por ano (Wasielisky 2000, Krummenauer *et al.* 2006). Além das baixas temperaturas, a impossibilidade da elevação da densidade de estocagem durante o período de produção são entraves à utilização de *F. brasiliensis* em escala comercial, uma vez que os camarões-rosa apresentam elevadas taxas de canibalismo (Fróes *et al.* 2007) e baixas taxas de sobrevivência quando criados em densidades elevadas. A relação negativa entre a densidade de estocagem, crescimento e a sobrevivência durante o período de produção

de camarões marinhos já foi observada por diversos autores e provavelmente está associada à competição por espaço e por alimento (Lemos *et al.* 2004, Moss & Moss 2004, Arnold *et al.* 2006, Fróes *et al.* 2007).

A utilização do sistema de produção com tecnologia de bioflocos (BFT) durante a fase de berçário pode ser uma alternativa para mitigar os problemas enfrentados na criação de *F. brasiliensis* no Brasil. A produção em sistema BFT permite melhor manejo alimentar, aumento da densidade de estocagem, maior uniformidade dos camarões produzidos e melhor aproveitamento das estruturas de cultivo. Quando associado a estufas, também permite melhor biossegurança, maior produção de juvenis com maior capacidade de suportar as variáveis ambientais e a realização de dois ciclos de produção de camarões por ano em regiões frias.

O sistema BFT destaca-se ainda, por permitir a elevação da densidade de estocagem sem redução da sobrevivência e mantendo ainda a qualidade de água em padrões aceitáveis (Avinmelech 2007). Avnimelech (1999) e Tacon (2002) relatam a importância desta tecnologia na conservação dos recursos hídricos, uma vez que neste sistema, a produção pode ser realizada com reduzidas taxas de renovação de água ou até mesmo sem renovação. Neste sistema a manipulação da relação carbono:nitrogênio favorece a formação de agregados microbianos (bactérias, fitoplâncton e zooplâncton) capazes de transformar compostos nitrogenados em biomassa microbiana (Avinmelech 1999, Ebeling *et al.* 2006). Alguns autores relatam que esses agregados microbianos podem servir ainda como fonte alimentar à espécie alvo produzida (Ju *et al.* 2008, Ballester *et al.* 2010).

Devido à inexistência de informações sobre a produção do camarão-rosa *F. brasiliensis* em sistema BFT e o interesse em ampliar a produtividade dos berçários, o presente estudo teve o objetivo de determinar qual a densidade de estocagem ótima de juvenis do camarão-rosa *F. brasiliensis* produzidos com tecnologia de bioflocos (BFT), durante a fase de berçário, bem como avaliar o efeito dos bioflocos na manutenção da qualidade da água durante o período experimental.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### Desenho experimental

Juvenis de *F. brasiliensis* produzidos na Estação Marinha de Aquicultura, pertencente ao Instituto de Oceanografia da Universidade Federal de Rio Grande, com peso médio inicial de  $0,032 \pm 0,01\text{g}$ , foram estocados em 15 tanques cilíndricos, com área de fundo de  $0,44\text{ m}^2$  e capacidade útil de 150 litros, equipados com aquecedores de imersão individuais com reguladores de temperatura (Anexo III - Fig. 1). Os tanques foram povoados com camarões em cinco diferentes densidades de estocagem, 150, 300, 450, 600 e 750 juvenis/ $\text{m}^2$ , (densidades equivalente a 440, 880, 1320, 1760 e 2200 juvenis/ $\text{m}^3$  respectivamente), com três repetições por tratamento.

#### Manejo do sistema

Para induzir o desenvolvimento dos bioflocos, 10% da área útil do tanque foram preenchidas com água proveniente de um tanque com produção de *Litopenaeus vannamei* em sistema BFT com bioflocos estabelecidos a mais de 45 dias. O restante do volume útil de cada tanque (90%) foi preenchido com água do mar filtrada (filtro de  $5\ \mu\text{m}$ ).

O desenvolvimento e manutenção de bioflocos foram realizados conforme adaptação da metodologia proposta por Avnimelech (1999) e Ebeling *et al.* (2006). Para estimular a proliferação de bioflocos foram realizadas três fertilizações iniciais com carbono na forma de melação nos dias 0, 3 e 6, mantendo a relação Carbono:Nitrogênio (C:N) de 27:1. Neste período, a quantidade de nitrogênio presente no sistema foi estimada a partir das determinações da quantidade de proteína presente na ração fornecida aos camarões e de nitrogênio presente no melação. A quantidade de carbono utilizada para manter a relação carbono de 27:1 foi calculada com a seguinte fórmula:

$$M = 27 \times [(Nr + Nm) - C] \times Cm / 100.$$

Onde: M = quantidade de melação a ser fornecida; Nr = quantidade de nitrogênio na ração; Nm = quantidade de nitrogênio no melação; C = quantidade de carbono na ração; Cm = porcentagem de carbono presente no melação.

Após a fertilização inicial, a manutenção de bioflocos foi realizada utilizando a relação de C:N de 6:1, (Ebeling *et al.* 2006) sendo as fertilizações de carbono na forma de melação realizadas apenas quando os valores de amônia total eram superiores a  $0,30\text{ mg/L}$ . A quantidade de melação utilizada para manter essa relação foi calculada através da seguinte fórmula:

$$M = 6 \times (AT) \times 100 \times (Cm)^{-1}.$$

Sendo: M = quantidade de melação a ser fornecida (mg/L); AT = quantidade de amônia total no sistema (mg/L); Cm = porcentagem de carbono presente no melação.

Durante o período experimental os juvenis foram alimentados duas vezes ao dia (10% da biomassa total) com ração comercial (40% PB Potimar 40 J © 2005 Grupo Guabi).

#### Monitoramento da qualidade de água

Diariamente foram verificados os seguintes parâmetros de qualidade de água: salinidade (refratômetro AOScientific Instruments Warnner – Lamber), temperatura (termômetro de mercúrio -10 a + 50°C) pH (digital pH meter - Handylab 2 BNC, Schott), oxigênio dissolvido (digital DO meter - Handylab OX1, Schott, Mainz, Deutschland (mg/L)) e amônia total (N-AT mg/L) segundo método de UNESCO (1983). Semanalmente o nitrito, o fosfato e a alcalinidade foram determinados usando a metodologia descrita em Strickland & Parsons (1972), bem como o volume de bioflocos (mL/L) por meio de Cone de Imhoff (Avnimelech 2007), a clorofila *a* (µg/L) por fotometria (Welschmeyer 1994) e os sólidos suspensos totais (SST - usando a metodologia da AOAC (2000)).

#### Parâmetros zootécnicos

Para análise dos parâmetros zootécnicos, biometrias foram realizadas para determinar o crescimento, peso final (g) e biomassa produzida (g/m<sup>2</sup>) dos camarões. As taxas de sobrevivência, de crescimento específico (TCE) e de crescimento diário (TCD), foram calculadas através das seguintes formulas:

$$\text{Sobrevivência (\%)} = (N_f \times 100) / N_i$$

$$\text{TCD (g/dia)} = (P_f - P_i) / T$$

$$\text{TCE (\%)} = 100 \times (\ln P_f - \ln P_i) / (T_f - T_i), \text{ onde}$$

P<sub>f</sub>= peso final, P<sub>i</sub>= peso inicial, T<sub>f</sub>= tempo final, T<sub>i</sub> = tempo inicial, lnP= logaritmo natural da média natural do peso final ou inicial, N<sub>i</sub>= número de juvenis estocados e N<sub>f</sub>= número de juvenis ao final do estudo.

#### Análise estatística

Depois de verificadas as condições de homocedasticidade e normalidade dos dados de qualidade de água e parâmetros zootécnicos, realizaram-se as análises de

variância uma via (ANOVA), seguido do teste post hoc de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados de sobrevivência foram transformados pelo arco seno da raiz quadrada para realização das análises estatísticas.

## RESULTADOS

### Qualidade da água e controle dos bioflocos

O valor médio da salinidade foi  $32 (\pm 0,2)$ , da temperatura foi de  $26,08 (\pm 0,14)$  °C, do pH foi  $8,0 (\pm 0,20)$  e do oxigênio dissolvido foi de  $5,73 (\pm 0,86)$  mg/L. Durante o estudo não ocorreram diferenças estatísticas significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

As variações da clorofila *a*, amônia total (N-AT), sólidos suspensos totais (SST) e volume dos flocos (mL/L) ao longo do estudo estão apresentadas na figura 1. As concentrações de clorofila *a* não apresentaram clara associação com os tratamentos avaliados e oscilaram entre 0,5 e 8,5 µg/L (figura 1a). Os valores de amônia ao longo do estudo não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, sendo que o valor médio foi  $0,38 \pm 0,26$  mg/L. No 14º dia foram observadas as maiores concentrações de amônia seguida por uma redução e estabilização dos valores deste parâmetro (figura 1b).

O valor médio mais elevado dos sólidos suspensos totais ( $390 \pm 0,19$  mg/L) foi observado na densidade de 600 juvenis/m<sup>2</sup>, porém não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ) (figura 1c). O volume de bioflocos (mL/L) aumentou gradativamente no decorrer do estudo e com o aumento das densidades de estocagem. No final do experimento, o menor volume de bioflocos ( $2,2 \pm 0,9$  mL/L) observado na densidade 150 juvenis/m<sup>2</sup> foi diferente estatisticamente das densidades de 600 e 750 juvenis/m<sup>2</sup>, as quais apresentaram respectivamente os valores de  $7,8 \pm 0,7$  e  $9,5 \pm 2,4$  mL/L (figura 1d).

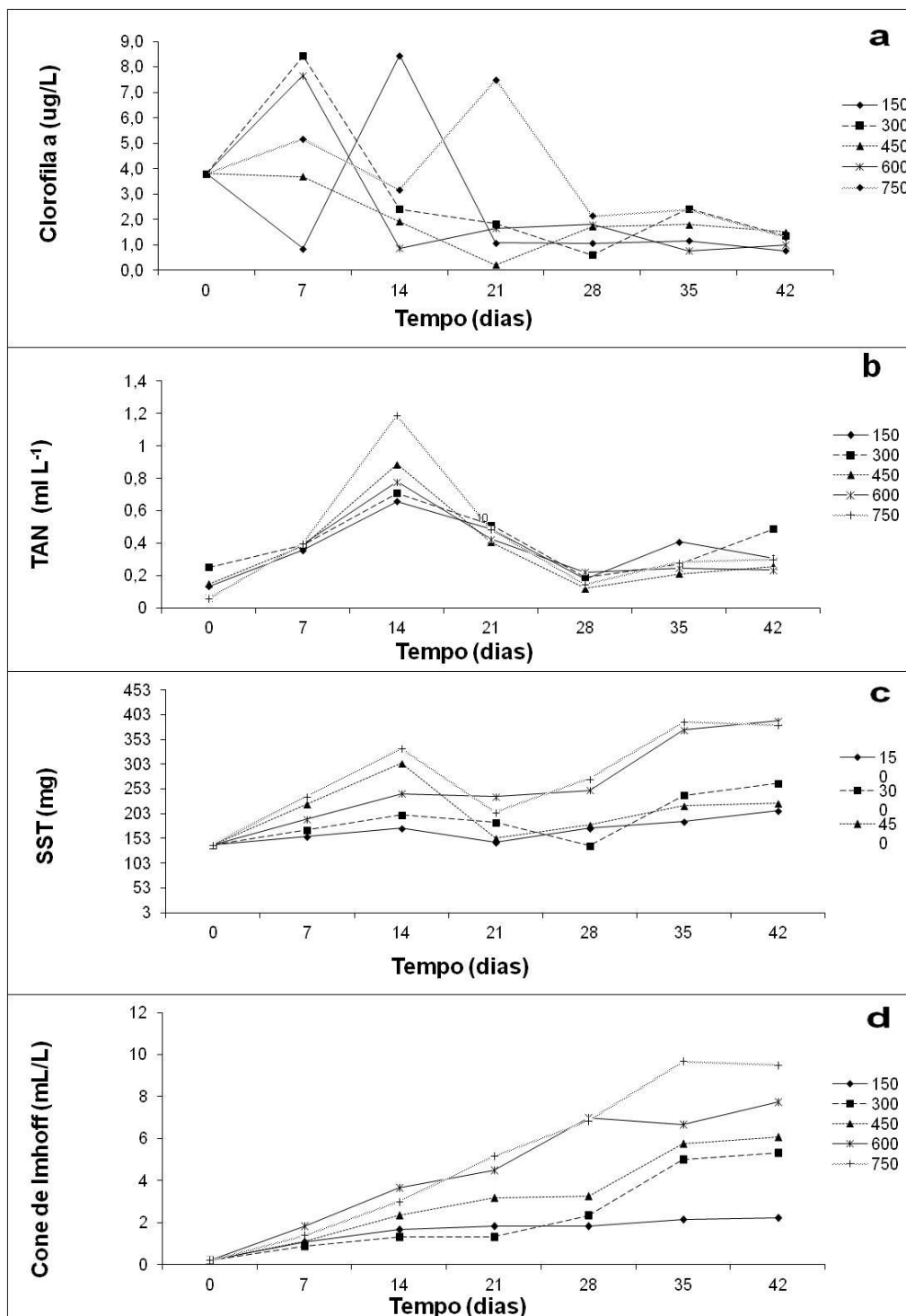


Figura 1. Variação da clorofila a (a), amônia total (b), sólidos suspensos totais (SST) (c) e volume do biofoco (d) ao longo da produção de *F. brasiliensis*

## Parâmetros zootécnicos

Os parâmetros zootécnicos utilizados para avaliar a produção do camarão-rosa *F. brasiliensis* estão apresentados na tabela 1. Os maiores valores de peso final ( $0,179 \pm 0,064$  g) e ganho de peso ( $0,147 \pm 0,064$  g) foram observados na densidade de 150 juvenis/m<sup>2</sup>, entretanto são iguais estatisticamente aos observados na densidade de 300 juvenis/m<sup>2</sup>. A maior biomassa produzida foi na densidade de 600 juvenis/m<sup>2</sup> ( $67,47 \pm 10,52$  g/m<sup>2</sup>), a qual diferiu significativamente da densidade de 150 juvenis/m<sup>2</sup> ( $26,52 \pm 4,10$  g/m<sup>2</sup>). Não foram encontradas diferenças significativas na sobrevivência entre as densidades de 150 até 600, porém na densidade de 750 juvenis/m<sup>2</sup> a sobrevivência foi significativamente inferior. Os valores das taxas de crescimento específicas e das taxas de crescimento diários ao longo do estudo não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ).

Tabela 1. Característica de estocagem e resultados zootécnicos de *Farfantepenaeus brasiliensis* produzido em sistema de bioflocos durante a fase de berçário.

	Tratamentos				
	150	300	450	600	750
Peso Inicial (g)	$0,032 \pm 0,006$	$0,032 \pm 0,006$	$0,032 \pm 0,006$	$0,032 \pm 0,006$	$0,032 \pm 0,006$
Peso Final (g)	$0,179 \pm 0,064^a$	$0,162 \pm 0,057^{ab}$	$0,156 \pm 0,053^b$	$0,124 \pm 0,046^c$	$0,147 \pm 0,061^{bc}$
Ganho de Peso (g)	$0,147 \pm 0,064^a$	$0,130 \pm 0,057^{ab}$	$0,124 \pm 0,053^b$	$0,092 \pm 0,046^c$	$0,115 \pm 0,058^{bc}$
Biomassa (g m <sup>-2</sup> )	$26,52 \pm 4,10^a$	$42,11 \pm 13,16^{ab}$	$58,03 \pm 10,16^b$	$67,47 \pm 10,52^b$	$54,51 \pm 17,15^{ab}$
Sobrevivência (%)	$95,56 \pm 4,19^a$	$81,94 \pm 5,77^a$	$82,40 \pm 3,70^a$	$89,31 \pm 3,78^a$	$48,77 \pm 14,08^b$
TCD ( $10^{-4}$ g dia <sup>-1</sup> )	$22,3 \pm 6,7$	$20,0 \pm 7,4$	$17,8 \pm 2,5$	$13,9 \pm 2,1$	$16,2 \pm 3,8$
TCE (%)	$4,04 \pm 0,48$	$3,83 \pm 0,49$	$3,61 \pm 0,41$	$3,18 \pm 0,21$	$3,46 \pm 0,19$

Letras iguais na mesma linha indicam que as médias não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

### Qualidade da água e formação de bioflocos

A manutenção da qualidade da água é fundamental para a produção de organismos aquáticos, pois afeta diretamente o desempenho produtivo e sobrevivência destes animais. Durante o período experimental, os parâmetros físicos e químicos de qualidade da água (temperatura, oxigênio, salinidade, pH e alcalinidade) foram

mantidos dentro dos valores ideais para produção de camarões marinhos (Boyd 1997, Vinatea 1997, Wasielesky 2000).

Outro fator relevante para a produção de camarões está relacionado à presença de compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato). A alteração dos níveis de amônia está relacionada diretamente com a quantidade e qualidade da ração fornecida, com a excreção dos camarões e com a densidade de estocagem. Normalmente quanto maior a densidade de estocagem maior é o acúmulo de compostos nitrogenados no sistema, sendo necessário a renovação de água para não afetar os organismos cultivados (Queiroz & Boeira 2007). No entanto, em sistema de produção em meio aos bioflocos, a imobilização dos compostos nitrogenados é realizada pela ação dos microorganismos (bactérias, fitoplâncton, flagelados, ciliados, etc) (Avnimelech 1999). Neste estudo, a relação direta entre o aumento da densidade de estocagem e a elevação dos valores de amônia não foi evidenciada. Esta fato deve-se a inoculação de bioflocos 10% de bioflocos com a comunidade microorganismos heterotróficos já estabelecida, que possibilitou a ciclagem dos nutrientes principalmente dos compostos nitrogenados e a manutenção da qualidade da água sem a necessidade de realizar renovações de água. Assim como neste trabalho, estudos similares realizados em sistema BFT demonstram a eficiência dos microorganismos no controle dos compostos nitrogenados, principalmente dos níveis de amônia, sem a necessidade de realizar renovações de água (Avnimelech *et al.* 1999, Samocha *et al.* 2007, Ling & Chen 2005, Schneider *et al.* 2006).

Em sistemas BFT ocorre proliferação dos microorganismos heterotróficos, o aumento dos SST e do volume de bioflocos, reduzindo assim a penetração da luz na coluna de água e afetando negativamente a formação e a atividade das microalgas (Avnimelech 1999). Esta relação inversa entre clorofila *a* e o SST pode ser visualizada no presente trabalho e ocorreu a partir da 3ª semana de realização do estudo. Aparentemente, o uso de um inóculo de flocos microbianos acelerou a transformação do meio de autotrófico para heterotrófico. Ferreira (2008) e Buford *et al.* (2004), trabalhando respectivamente com *F. paulensis* e *L. vannamei*, observaram concentrações de clorofila  $\alpha$  que variaram de 114,8 a 314  $\mu\text{g/L}$ . Contudo, no presente estudo, observou-se o valor médio de 2,7  $\mu\text{g/L}$  de clorofila  $\alpha$ .



Além da inoculação de bioflocos, a manipulação da relação carbono:nitrogênio favoreceu a proliferação de microorganismos heterotróficos capazes de transformar a amônia em biomassa microbiana. Segundo Avnimelech (1999) a manipulação da relação C:N é uma forma barata, prática e eficiente de reduzir os compostos nitrogenados inorgânicos sem que haja a realização de renovações de água. Chamberlain *et al.* (2001) recomenda a relação C:N de 21:1, para iniciar a formação de bioflocos. Ebeling (2006) recomenda a relação C:N de 6:1 para manutenção de bioflocos. Neste estudo, a utilização das relações propostas pelos autores foi eficiente, uma vez que foi verificado a formação de bioflocos a partir da elevação dos valores de SST e volume do floco. Entretanto, Segundo Avnimelech (2009), os valores de SST e volume de bioflocos devem ser inferiores a 500 mg/L e 40 ml/L respectivamente, para não serem afetados negativamente a sobrevivência e o crescimento dos camarões. No presente estudo, os valores de SST e volume de bioflocos foram inferiores aos valores máximos recomendados por este autor.

Além da relação C:N, outros fatores podem estar associados a alterações na formação e composição de bioflocos, como por exemplo a variação na densidade de estocagem. Neste estudo, a variação da densidade de estocagem afetou o volume de bioflocos formados, uma vez que na menor densidade (150 juvenis/m<sup>2</sup>) o volume foi inferior ao encontrado nas maiores densidades 600 e 750 juvenis/m<sup>2</sup>. Esta redução na quantidade de bioflocos pode estar associada ao menor aporte de ração e conseqüentemente menor disponibilidade dos compostos nitrogenados.

#### Desempenho zootécnico

Poucos estudos foram realizados até o momento com o intuito de viabilizar a produção de espécies brasileiras de camarões marinhos em sistemas BFT. Emerenciano *et al.* (2007) criando *F. paulensis* em bioflocos na fase de berçário durante o período de 30 dias (500 juvenis/m<sup>2</sup>) obtiveram melhores resultados de ganho de peso (0,15 g) e produção de biomassa (64,15 g/m<sup>2</sup>) quando comparados com os resultados do presente estudo. Fóes *et al.* (2008), também produzindo *F. paulensis* durante o período de 30 dias (500 juvenis/m<sup>2</sup>) com bioflocos mantidos por *L. vannamei* obtiveram resultados de ganho de peso (0,282±0,094 g) e produção de biomassa (132 ± 2 g) superiores aos encontrados neste estudo. No entanto, Emerenciano *et al.* (2007) e Fóes *et al.* (2008),

utilizaram espécies diferentes da produzida neste trabalho. Além disso, a manutenção dos bioflocos não foi realizada pelo camarões *F. paulensis* mantidos no sistemas de produção e sim pelo bombeamento da água de um tanque adjacente contendo *L. vannamei* produzidos em sistema de BFT. Esta pode ser uma das causas da diminuição do desempenho zootécnico de *F. brasiliensis*, uma vez que diferentes espécies produzem bioflocos com diferentes composições e abundância de microorganismos (Ferreira 2008).

A densidade de estocagem também pode afetar a sobrevivência dos camarões, em função do canibalismo. Speck *et al.* (1993) avaliando o efeito das densidades de estocagem de 150, 300 e 600 camarões/m<sup>2</sup> sobre a sobrevivência de pós-larvas de *F. paulensis* produzidas em sistema “indoor” de berçário, obtiveram taxas de sobrevivência de 85, 84 e 16 %, respectivamente. Por outro lado, neste estudo a realização de berçários em sistema BFT na densidade de 150 a 600 camarões/m<sup>2</sup> proporcionaram sobrevivências superiores a 80%. Ballester *et al.* (2010) produzindo juvenis de *F. paulensis* (peso inicial de 0,072 ± 24 g e densidade de 250 juvenis/m<sup>2</sup>) por 45 dias em sistema de bioflocos obteve sobrevivência média de 89%. Emerenciano *et al.* (2007) produzindo *F. paulensis* em BFT na densidade de estocagem de 500 juvenis/m<sup>2</sup> obtiveram resultados de sobrevivência similares ao encontrado neste estudo. No presente estudo, a produção de *F. brasiliensis* em BFT realizada na densidade de estocagem de 600 juvenis/m<sup>2</sup> não causou prejuízo à taxa de sobrevivência. Este resultado pode estar associado à melhoria na qualidade de água, principalmente no controle dos níveis de amônia e a diminuição do estresse sofrido pelos camarões durante o período de produção, deixando-os menos suscetíveis a patógenos (Arulampalam *et al.* 1998).

Quando comparados os resultados de ganho de peso e produção de biomassa deste estudo com os resultados encontrados para outra espécie de camarões produzidos em BFT, observa-se que o desempenho zootécnico pode ser melhorado. Por exemplo, diversos estudos comprovam a eficiência da incorporação de substrato no ganho de peso, conversão alimentar e produção de biomassa (Thompson *et al.* 2002, Arnold *et al.* 2006, Ballester *et al.* 2007). Ballester *et al.* (2003) observaram maior crescimento de juvenis *F. paulensis* produzidos em gaiolas onde havia a presença de biofilme. Lopes (2007) avaliando a fase de berçário de *F. brasiliensis* cultivado em gaiolas no estuário

da Lagoa dos Patos na densidade de estocagem de 300 juvenis/m<sup>2</sup>, observaram que a produção de *F. brasiliensis* em ambientes com disponibilidade de alimentação natural possibilita bom ganho de peso e produção de biomassa. A utilização de substrato artificial para fixação do biofilme pode ser uma alternativa para incrementar o ganho de peso e sobrevivência de *F. brasiliensis* produzido em BFT.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo, pode-se concluir que os juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis*, mantidos em sistema BFT, podem ser criados na densidade de 600 juvenis/m<sup>2</sup> ou 1760 juvenis/m<sup>3</sup> durante a fase de berçário, com boa produção de biomassa e sem redução das taxas de sobrevivência.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e Universidade Federal do Rio Grande, pelo apoio financeiro a pesquisa e as bolsas. D Lopes é bolsista REUNI e W. Wasielesky e L. Poersch são pesquisadores do CNPq.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ARNOLD, SJ, MJ SELLARS, P CROCOS & GJ COMAN. 2006. An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*). *Aquaculture*, 256: 174–179.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2000. Official Methods of Analysis of AOAC, (16 ed), Patricia Cunniff, Washington, DC.
- ARULAMPALAM, P, FM YUSOFF, M SHARIFF & AT LAW. 1998. Water quality and bacterial population in a tropical marine cage culture. *Aquaculture*, 29: 617-624.
- AVNIMELECH, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176: 227–235.
- AVNIMELECH, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264: 140–147.

- AVNIMELECH, Y & K MALKA. 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks , using  $^{15}\text{N}$  tracing. *Aquaculture*, 287: 163-168.
- BALLESTER, ELC, WJ WASIELESKY, RO CAVALLI, MHS SANTOS & PC ABREU. 2003. Influência do biofilme no crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em sistemas de berçário. *Atlântica*, 1: 1-10.
- BALLESTER, ELC, WJ WASIELESKY, RO CAVALLI, PC & ABREU. 2007. Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance. *Aquaculture*, 265: 355–362.
- BALLESTER, EC, PC ABREU, RO CAVALLI, MGC EMERENCIANO & WJ WASIELESKY. 2010. Effect of practical diets with protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. *Aquacult. Nutri.*, 16: 163-172.
- BOYD, CE. 1997. Pond bottom soil and water quality management for shrimp pond Aquaculture, Alabama: ASA.
- BRISSON, S. 1981. Estudo da população de peneídeos da área de Cabo Frio. IV. Limite das pós-larvas de camarão-rosa na laguna de Araruama. *Publ. Inst. Pesq. Mar.* 141:1-6.
- BRISSON, S. 1986. Observations on the courtship of *Penaeus brasiliensis*. *Aquaculture*, 53: 75–78.
- BRITO, R, M CHIMAL & C ROSAS. 2000. Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (decapoda: penaeidae). *J. Exp Mar Biol Ecol.*, 244: 253–263.
- BURFORD MA, PJ THOMPSON, RP MCINTOSH, RH BAUMAN & DC PEARSON. 2004. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. *Aquaculture*, 232: 525–537.
- CHAMBERLAIN, G, Y AVNIMELECH, RP MCINTOSH & M VELASCO. 2001. Advantages of aerated microbial reuse systems with balanced C:N – nutrient transformation and water quality benefits. *Glob. Aquac. Advocate*, 4: 53–56.
- CHAGAS-SOARES, F. 1995. Contribuição ao ciclo biológico de *Penaeus schimitti* (Burkenroad, 1936), *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *Penaeus paulensis*

- (Pèrez Farfante, 1967), na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo. *Inst. Pesqu. Mar., SP*, 22: 49-59.
- EBELING, JM, MB TIMMONS & JJ BISOGNI. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257: 346–358.
- EMERENCIANO, MGC, EC BALLESTER, RB SOARES, RO CAVALLI, PC ABREU & W WASIELESKY. 2007. Crescimento e sobrevivência do camarão - rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* cultivados em meio aos flocos microbianos. In: 44<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2007, Jaboticabal - SP. Anais da 44<sup>o</sup> Reunião Anual da SBZ, 2007.
- FÓES, GK, CN FRÓES, D KRUMMENAUER, EL BALLESTER, LHS POERSCH & W WASIELESKI. 2008. Berçários intensivos de *Litopenaeus vannamei* e *Farfantepenaeus paulensis* em meio de cultivo heterotrófico. In: Feira nacional de camarões. 2008. Anais da FENACAM 2008.
- FRÓES, CN, MP ABE, WJ WASIELESKY, C PRENTICE & RO CAVALLI. 2007. Efeitos de dietas práticas com diferentes níveis de proteína bruta na sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pères-Farfante, 1967). *Atlântica*, 29: 25-34
- FERREIRA, LMMHM. 2008. Formação de flocos microbianos em cultivo do Camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e do camarão-branco *Litopenaeus vannamei*. Dissertação de mestre em Aquicultura no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande, RS, 57p.
- GAXIOLA G, P GALLARDO & N SIMÕES. 2010. A Red Shrimp, *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), Larvae Feeding Regime Based on Live Food. *J. World Aquacult. Soc.*, 41: 3 402-410.
- MPA 2010. Produção pesqueira e aquícola. Estatística 2008-2009. Ministério do Meio Ambiente Disponível: <http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/dados/2010/Docs/Caderno%20Consolida%C3%A7%C3%A3o%20dos%20dados%20estaticos%20final%20curvas%20-%20completo.pdf> Acessado em 14/3/2012.
- JU ZY, I, FORSTER, L CONQUEST W, DOMINY, WC KUO & FD HORGEN. 2008. Determination of microbial community structures of shrimp floc cultures by biomarkers and analysis of floc amino acid profiles. *Aquac Res.*, 39 (2): 1-16.

- KRUMMENAUER D, WJ WASIELESKY, S PEIXOTO, RO CAVALLI & PR ZOGBI. 2006. Viabilidade do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Crustácea, Decapoda) em gaiolas sob diferentes densidades durante o outono no sul do Brasil. *Cienc. Rural*, 36: 252-257.
- LING, J & S CHEN. 2005. Impact of organic carbon on nitrification performance of different types of biofilters. *Aquacultural Engineering*. 33: 150–162.
- LEMOES, D, ADT NAVARRETE, JH CÓRDOVA-MURUETA & F GARCIA-CARREÑO. 2004. Testing feeds and feed ingredients for juvenile pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: *in vitro* determination of protein digestibility and proteinase inhibition. *Aquaculture*, 239: 307-321.
- LOPES, DLA. 2007. Criação do Camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (CRUSTACEA: DECAPODA) em gaiolas no estuário da Lagoa dos Patos, RS. Dissertação de mestrado em Aquicultura no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande, RS, 50p.
- LOPES, DLA, WJ WASIELESKY, ELC BALLESTER & S PEIXOTO. 2009. Análise comparativa da criação dos camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis* criados em gaiolas em ambiente estuarino. *Ciencia Rural*, 39: 1540-1546.
- LOPES, DLA, ELC BALLESTER, WJ WASIELESKY & S PEIXOTO. 2010. Avaliação da performance reprodutiva de fêmeas selvagens do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (CRUSTACEA: DECAPODA) em laboratório. *Atlântica*, 32 (2): 177-182.
- MPA 2010. Produção pesqueira e aquícola. Estatística 2008-2009. Ministério do Meio Ambiente Disponível:  
<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/dados/2010/Docs/Caderno%20Consolida%C3%A7%C3%A3o%20dos%20dados%20estatisticos%20final%20curvas%20-%20complet%20o.pdf>. Acessado em 11/04/2012
- MARTINO, RC. 1981. Indução a maturação em *Penaeus paulensis* e *Penaeus brasiliensis* através da ablação do pedúnculo ocular. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro. Comunicado Técnico, 81: 3p.

- MOSS, KRK & SM MOSS. 2004. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *J. World Aquac. Soc.* 35: (4) 536–542.
- QUEIROZ, JF & RC BOEIRA. 2007. Comunicado Técnico - Boas Práticas de Manejo (BPMs) para Reduzir o Acúmulo de Amônia em Viveiros de Aquicultura [http://www.cnpma.embrapa.br/download/comunicado\\_44.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/download/comunicado_44.pdf)
- QUINTERO, MES & A GARCIA. 1998. Stages of gonadal development in the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis*. *J. Crustacean Biol.*, 18: 680-685.
- SAMOCHA, TM, S PATNAIK, M SPEED, AM ALI, JM BURGER, RV ALMEIDA, A AYUB, M HARISANTO, A HOROWITZ & DL BROOK. 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquacult. Eng.*, 36: 184-191.
- SCHENEIDER, O, V SERETI, EH EDING & AJ VERRETH. 2006. Molasses as C source for heterotrophic bacteria production on solid fish waste. *Aquaculture*, 261: 1239-1248.
- SPECK, RC, RO CAVALLI & MA MARCHIORI. 1993. Efeito de diferentes densidades de estocagem sobre o crescimento e a sobrevivência de pós-larvas de *Penaeus paulensis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967) em sistema de berçário. *In: Encontro Rio-Grandense de Técnicos em Aquicultura, Porto Alegre, 1993. Anais. Porto Alegre: UFRGs, 31–39.*
- STRICKLAND, JDH & TR PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Ottawa: Fishery Research Board Canada, 310p.
- TACON, AGJ, JJ CODY, LD CONQUEST, S DIVAKARAN, IP FORSTER & OE DECAMP. 2002. Effect of culture system shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquacult. Nutr.*, 8: 121-137.
- THOMPSON FL, PC ABREU & WJ WASIELESKY. 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*, 203: 263–278.
- UNESCO. 1983. Chemical methods for use Guides 12, Intergovernmental Oceanographic Commission. Paris, France.
- VINATEA, L. 1997. Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: UFSC. 349.

- WASIELESKY, WJ. 2000. Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: efeitos dos parâmetros ambientais. Tese de doutorado. Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS, 199p.
- WELSCHMEYER, NA. 1994. Fluorometric analysis of chlorophyll a in the presence of chlorophyll b and pheopigments. *Limnol. Oceanogr.*, 39: 1985-1992.



## CAPÍTULO V

---

**Produção superintensiva do camarão-rosa *Farfantepenaeus  
brasilensis* em tecnologia de Bioflocos em diferentes  
densidades de estocagem durante  
a fase inicial de engorda**

Diogo Luiz de Alcantara Lopes<sup>1</sup>, Sabrina Suita<sup>1</sup>, Wilson Wasielesky Jr.<sup>1</sup> e Luís H.  
Poersch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Oceanografia – Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Cx. Postal  
474,  
96201-900 – Rio Grande – RS – Brasil.  
[diogolalzo@hotmail.com](mailto:diogolalzo@hotmail.com)

## RESUMO

Juvenis de *Farfantepenaeus brasiliensis* ( $0,28 \pm 0,06$  g) foram acondicionados em 12 tanques cilíndricos (área de fundo de  $0,44 \text{ m}^2$  e volume útil de 150 L) preenchidos com água de reuso de um sistema de bioflocos, nas densidades de 50; 100; 150 e 300 camarões/ $\text{m}^2$  que correspondem a 146,7; 293,3; 440 e 880 juvenis/ $\text{m}^3$ , respectivamente. Diariamente duas alimentações (ração comercial de 38% PB) foram ofertadas durante os 106 dias de experimento. A qualidade de água foi mantida dentro dos níveis considerados ideais para a espécie. A sobrevivência na densidade de 50 camarões/ $\text{m}^2$  ( $63,64 \pm 4,55$ ) foi estatisticamente igual a da densidade de 100 e maior que das densidades 150 ( $55,30 \pm 5,30$ ) e 300 ( $50,76 \pm 3,03$ ) camarões/ $\text{m}^2$  ( $p < 0,05$ ). Os maiores valores de peso final ( $2,37 \pm 0,62$  g) e de biomassa ( $336,96 \pm 27,98 \text{ gm}^2$ ) foram observados na densidade de 300 camarões/ $\text{m}^2$  o qual diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. A partir dos resultados, conclui-se que a produção de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* em sistema BFT, durante a fase inicial de engorda, possibilitou a ampliação da densidade de estocagem para 300 camarões/ $\text{m}^2$  ou 880 camarões/ $\text{m}^3$ , com pequena redução da taxa de sobrevivência. Bem como, o BFT produzido e mantido exclusivamente por *F. brasiliensis* possibilita o uso sustentável dos recursos hídricos sem a necessidade de realizar renovações de água.

**Palavras chaves:** Camarão, *Farfantepenaeus brasiliensis*, bioflocos, densidade de estocagem, engorda.

## ABSTRACT

This study evaluated the optimal stocking density for *F. brasiliensis* in bioflocs technology during the growth. Juveniles *F. brasiliensis* ( $0.28 \pm 0.06$  g) were reared in 12 cylindrical tanks (bottom area of  $0.44 \text{ m}^2$  and 150L volume) at densities of 50; 100; 150 e 300 juveniles/ $\text{m}^2$  or equivalent density of 146.7; 293.3; 440 and 880 juveniles/ $\text{m}^3$ . Twice daily meals (commercial diet with 38% CP) were provided for the shrimp during 106 days. The water quality was maintained within the levels considered ideal for the species. The survival in the stocking densities 50 juveniles/ $\text{m}^2$  ( $63.64 \pm 4.55$ ) were equal the densities 100 juveniles/ $\text{m}^2$  and higher than densities 150 ( $55.30 \pm 5.30$ ) and 300 ( $50.76 \pm 3.03$ ) juveniles/ $\text{m}^2$  ( $p < 0.05$ ). The highest final weight ( $2.37 \pm 0.62$  g) and biomass ( $336.96 \pm 27.98$ ) were observed in the density 300 juveniles/ $\text{m}^2$ , which was

different from other treatments ( $p < 0.05$ ). From the results it is concluded that the production of pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* BFT system, allowed the expansion of stocking density for 300 shrimp/m<sup>2</sup> or 880 shrimp/m<sup>3</sup> with little reduction in survival rate. As well, the BFT produced and maintained only by *Farfantepenaeus brasiliensis* enables the sustainable use of water resources without the need for renewal of water.

**Keywords:** Shrimp, *Farfantepenaeus brasiliensis*, bioflocs, stocking density, growth.

## INTRODUÇÃO

A procura mundial por produtos de origem animal de elevado valor nutricional tais como os pescados vêm aumentando. Ao mesmo tempo a captura de inúmeras espécies marinhas está em declínio, ou demonstram sinais de sobre exploração (FAO 2010). Uma alternativa para suprir esta demanda de mercado é a criação de pescado com alto valor comercial (peixes, moluscos e camarões marinhos). Espécies do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis*, vêm sendo estudados na Estação Marinha de Aquicultura/IO, da Universidade Federal do Rio Grande (EMA/IO-FURG) com a finalidade de viabilizar sua produção em cativeiro (Marchiori & Boff 1983, Marchiori 1996, Cavalli *et al.* 1997, Wasielesky 2000, Wasielesky *et al.* 2001, Peixoto *et al.* 2003, Soares *et al.* 2004, Preto *et al.* 2005, Krumenauer *et al.* 2006, Lopes 2007, Nakayama *et al.* 2008, Lopes *et al.* 2009, 2010 e 2012, Braga *et al.* 2011, Souza *et al.* 2012a).

A produção destas espécies em sistemas alternativos (gaiolas e cercados) em baixa ou moderada densidade de estocagem (<40 camarões/m<sup>2</sup>), em ambientes com elevada circulação de água e participação importante da produtividade natural como fonte alimentar vêm sendo realizada com promissores resultados de ganho de peso e sobrevivência (Wasielesky 2000, Peixoto *et al.* 2003, Vaz *et al.* 2004, Preto *et al.* 2005, krumenauer *et al.* 2006, Peixoto *et al.* 2006, Lopes *et al.* 2009, Poersch *et al.* 2011). Porém, quando se eleva a densidade de estocagem, a produção de *F. brasiliensis* torna-se inviável devido elevadas taxas de mortalidade. Este fato está associado à inexistência de rações específicas para o *F. brasiliensis*, ao hábito alimentar onívoro detritívoro com tendência a carnívoro, a elevada exigência proteica em torno de 45% (Fróes *et al.* 2007) e a redução da participação do alimento natural com fonte suplementar. O uso da

tecnologia de produção em bioflocos (BFT) pode ser uma alternativa à produção de *F. brasiliensis*, uma vez que este sistema possibilita há ampliação da densidade de estocagem sem a redução no ganho de peso e na sobrevivência (Wasielesky *et al.* 2006, Avnimelech 2007, Neal *et al.* 2010, Lopes *et al.* 2012). No sistema BFT, a manipulação da relação carbono:nitrogênio favorece a proliferação de bactérias heterotróficas que são capazes de transformar compostos nitrogenados em biomassa microbiana (Avnimelech 1999, Ebeling *et al.* 2006). Essas bactérias formam agregados microbianos que são constituídos também por fitoplâncton, zooplâncton, protozoários, rotíferos e detritos formando os bioflocos, os quais podem servir também como fonte alimentar suplementar para a espécie alvo produzida (Ju *et al.* 2008, Ballester *et al.* 2010). Neste sentido, o presente trabalho avaliou a produção do camarão-rosa *F. brasiliensis* em tecnologia de bioflocos, utilizando diferentes densidades de estocagem durante a fase de engorda.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Desenho experimental**

Juvenis de *F. brasiliensis* produzidos na Estação Marinha de Aquicultura da Universidade Federal de Rio Grande, foram estocados com peso médio de  $0,28 \pm 0,06$  g e mantidos por 106 dias nas unidades experimentais. Ao total foram utilizados 12 tanques cilíndricos, com área de fundo de  $0,44 \text{ m}^2$  e volume útil de 150 litros, equipados individualmente com aeração constante e com aquecedores de imersão com reguladores de temperatura. As unidades experimentais foram povoadas com camarões em quatro diferentes densidades de estocagem, 50, 100, 150 e 300 camarões/ $\text{m}^2$ , (densidades equivalente a 146,7; 293,3; 440 e 880 camarões/ $\text{m}^3$  respectivamente), havendo três repetições por cada tratamento (Anexo IV - Fig. 1. Desenho experimental).

### **Manejo do sistema**

No início do experimento, 100% do volume útil de cada tanque (150 L) foi preenchido com água procedente de um sistema de bioflocos, mantido por *F. brasiliensis* e estabelecido a mais de 60 dias. Além da disponibilidade de bioflocos como fonte alimentar, os juvenis foram alimentados duas vezes ao dia (7% da biomassa total) com ração comercial (38% PB Potimar 40 J © 2005 Grupo Guabi).

## Monitoramento da qualidade de água

Diariamente foram verificados os seguintes parâmetros de qualidade de água: temperatura (termômetro de mercúrio -10 a 50 °C), pH (digital pH meter model Handylab 2 BNC,  $\pm 0.01$  precision, Schott<sup>®</sup>, Hattenbergstr, Germany), oxigênio dissolvido (digital DO meter model Handylab/OXI/set  $\pm 0.01$  mg/L precision, Schott<sup>®</sup> (mg/L)) e amônia total (N-AT, mg/L) segundo método da UNESCO (1983). Semanalmente o nitrito, nitrato, o fosfato e a alcalinidade foram analisados utilizando a metodologia descrita em Strickland & Parsons (1972), bem como o volume de bioflocos (mL/L) foi determinado por meio de Cone Imhoff (Avnimelech 2007), a clorofila *a* ( $\mu\text{g/L}$ ) por fluorimetria (Welschmeyer 1994) e a salinidade através de refratômetro ótico (AOScientific Instruments Warnner – Lamber -  $\pm 1$ ). Quinzenalmente, a água perdida por evaporação foi repostada (com água doce) para manter a salinidade próxima de 32. Quando verificado valores de alcalinidade inferiores a 100 mg/L, aplicações de  $\text{NaHCO}_3$  foram realizadas para elevar a alcalinidade a 180 mg/L, segundo metodologia proposta por Furtado *et al.* (2011). Quando verificado volume do biofoco superior a 80 mL/L, 35% da água presente no tanque foi filtrado (60  $\mu\text{m}$ ) para retirada dos bioflocos em excesso.

## Parâmetros zootécnicos

Biometrias quinzenais foram realizadas para determinar o ganho de peso e a quantidade de ração a ser fornecida. Na biometria final foi determinado o peso médio final (g) a produção de biomassa ( $\text{g/m}^2$ ), sobrevivência (%), a taxa de crescimento específico (TCE) e a taxa de crescimento semanal (TCS). A determinação da sobrevivência, da TCE e da TCS foram realizadas através das seguintes formulas:

$$\text{Sobrevivência (\%)} = (\text{Nf} \times 100) / \text{Ni}$$

$$\text{TCS (g/semana)} = ((\text{P}_f - \text{P}_i) / \text{T}_f) \times 7$$

$$\text{TCE (\%)} = 100 \times (\ln \text{P}_f - \ln \text{P}_i) / (\text{T}_f - \text{T}_i), \text{ onde}$$

Ni = número de juvenis estocados, Nf = número de juvenis ao final do estudo, P<sub>f</sub> = peso final, P<sub>i</sub> = peso inicial, T<sub>f</sub> = tempo final, T<sub>i</sub> = tempo inicial e lnP = logaritmo natural da média natural do peso (final ou inicial).

## Análise estatística

Depois de verificadas as condições de homocedasticidade e normalidade dos dados de qualidade de água e parâmetros zootécnicos, realizou-se a análise de variância uma via (ANOVA), seguido do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados de sobrevivência e taxa de crescimento específico foram transformados pelo arcoseno da raiz quadrada para realização das análises. Porém, os resultados estão demonstrados em sua forma original.

## RESULTADOS

### Qualidade da água e controle dos bioflocos

Os valores médios de oxigênio dissolvido ( $5,98 \pm 0,52$  mg/L), temperatura ( $25,59 \pm 2,97$  °C) e salinidade ( $31,35 \pm 0,35$ ) ao longo do estudo não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. As variações da alcalinidade, pH, clorofila *a* e volume dos bioflocos (mL/L) ao longo do experimento estão apresentadas na figura 1. Os valores médios de alcalinidade nas densidades 50, 100, 150 e 300 foram respectivamente de  $159 \pm 50$ ,  $144 \pm 42$ ,  $141 \pm 43$  e  $121 \pm 44$  mg/L, sendo os menores valores observados nas maiores densidades conforme demonstrado na figura 1a. No 45° dia nas densidades de dia 100, 150, 300 camarões/ m<sup>2</sup> e no 59° em todos os tratamentos foram realizadas aplicações de NaHCO<sub>3</sub> para manter os valores de alcalinidade superiores a 100 mg/L conforme indicado pelas setas. O valor médio de pH foi  $8,02 \pm 0,27$  com valor máximo 8,34 e mínimo 7,44 (figura 1b). O volume de bioflocos aumentou gradativamente no decorrer do estudo e com o aumento das densidades de estocagem (figura 1c). Para manter o volume dos bioflocos em valores inferiores a 80 mL/L, foram realizadas filtrações no 75° dia (nos tratamentos com 100, 150 e 300 camarões/m<sup>2</sup>) e no 92° dia (no tratamento 300 camarões/m<sup>2</sup>) conforme indicado pelas setas na figura 1c. A concentração da clorofila *a* não apresentou clara associação com os tratamentos avaliados, sendo observado o valor médio de  $1,05 \pm 0,37$  µg/L (figura 1 d).

As variações das concentrações de amônia total, nitrito, nitrato e fósforo ao longo do período experimental estão demonstradas na figura 2. A amônia total não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, sendo o valor médio de  $0,06 \pm 0,03$

mg/L (fig 2a). O valor de nitrito no dia 11, na densidade de 300 camarões/m<sup>2</sup> (0,160±0,003) foi maior estatisticamente (p<0,05) que nas densidades de 50 (0,151±0,001) e 100 (0,153±0,007) camarões/m<sup>2</sup>, assim como no dia 106 o valor de nitrito na densidade de 300 camarões/m<sup>2</sup> (0,180±0,061) foi superior ao valor da densidade de 50 camarões/m<sup>2</sup> (0,027±0,006) (fig 2b). As concentrações de nitrato não tiveram diferenças entre os tratamentos, porém as concentrações de nitrato aumentaram ao longo do tempo (fig 2c). As análises de fósforo não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos (fig 2d). Observou-se um aumento nas concentrações de fósforo entre os dias 0 e 59, uma redução entre os dias 59 e 75 e um novo aumento entre os dias 75 e 106.

#### Parâmetros zootécnicos

Os parâmetros zootécnicos do presente trabalho estão apresentados na tabela 2. Os maiores valores do peso final (2,34 ± 0,62 g), ganho de peso (2,09 ± 0,62 g), TCE (1,98 ± 0,24) e TCS (0,138 ± 0,043 g) foram observados na densidade de 300 camarões/m<sup>2</sup>, os quais diferiram estatisticamente dos demais tratamentos. A maior biomassa produzida foi na densidade de 300 camarões/m<sup>2</sup> (336,96 ± 27,98 g/m<sup>2</sup>) a qual diferiu estatisticamente das demais densidades. A maior sobrevivência verificada foi na densidade de estocagem 50 camarões/m<sup>2</sup> (63,64 ± 4,55) a qual diferiu estatisticamente das densidades de 150 (55,30 ± 5,30) e 300 camarões/m<sup>2</sup> (50,76 ± 3,03). Ao término do estudo as densidades finais encontradas foram de 31,8; 58,0; 82,95; 152,28 nas respectivas densidades de 50; 100; 150; 300.

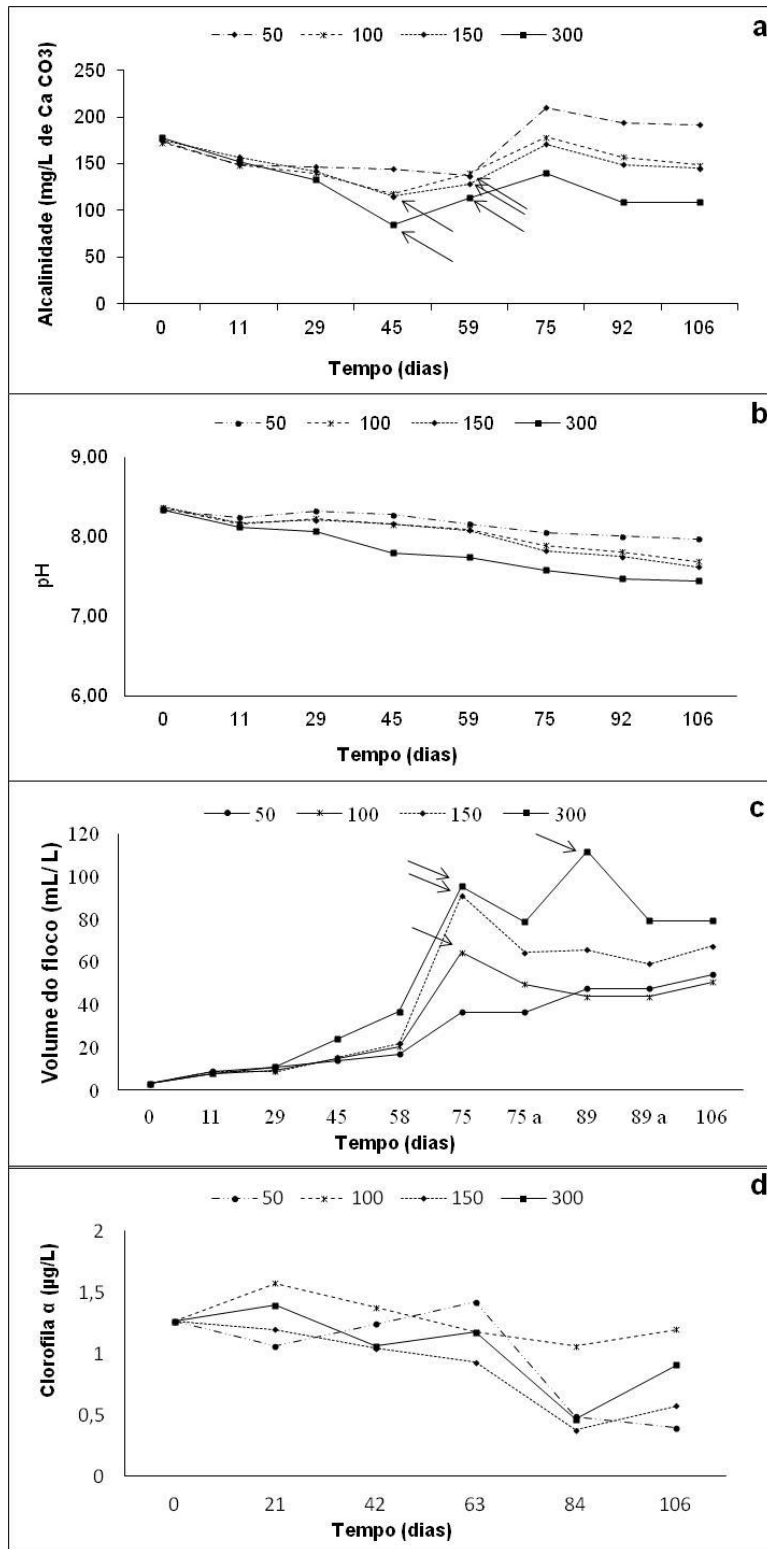


Figura 1. Variação das concentrações de alcalinidade (a), pH (b), volume dos bioflocos (c) e clorofila α (d) observados durante a engorda de *F. brasiliensis* produzido em BFT sem renovação de água.



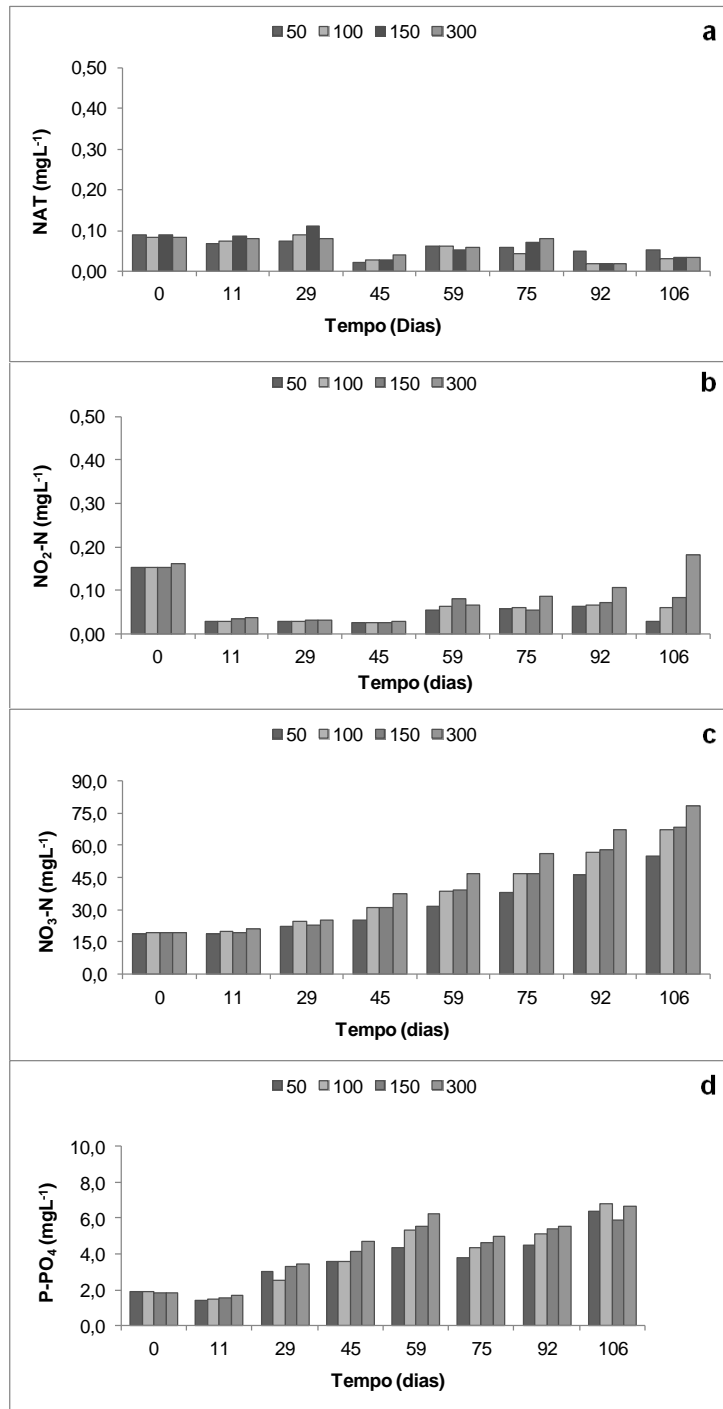


Figura 2. Variação das concentrações de amônia total (a), nitrito (b), nitrato (c) e fósforo (c) observados durante a engorda de *F. brasiliensis* produzido em BFT sem renovação de água.

Tabela 2. Característica de estocagem e resultados zootécnicos de *Farfantepenaeus brasiliensis* produzido em sistema de bioflocos sem renovação de água durante a fase inicial de engorda

	Tratamentos			
	50	100	150	300
Peso Inicial (g)	0,28±0,06	0,28±0,06	0,28±0,06	0,28±0,06
Peso Final (g)	1,91±0,68 a	1,89±0,49 a	1,90±0,47 a	2,37±0,62 b
Ganho de Peso (g)	1,63±0,68 a	1,61±0,42 a	1,62±0,47 a	2,09±0,62 b
Biomassa (g/m <sup>2</sup> )	49,74±8,49 a	88,97±6,68 ab	132,68±2,63 b	336,96±27,98 c
TCE	1,78±0,32 a	1,76±0,23 a	1,77±0,22 a	1,98±0,24 b
TCS	0,112±0,045 a	0,106±0,032 a	0,106±0,031 a	0,138±0,0431b
Sobrevivência (%)	63,6±4,5 a	58,0±3,4 ab	55,3±5,3 bc	50,7±3,0 c

TCE = Taxa de crescimento específico; TCS = Taxa de crescimento semanal; letras iguais na mesma linha indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos. Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença estatística entre os tratamentos (p<0,05).

## DISCUSSÃO

### Controle do bioflocos e qualidade de água

A temperatura de água tem influência direta no metabolismo de crustáceos podendo ocasionar alterações no consumo de oxigênio, crescimento e sobrevivência (Wasielesky *et al.* 2001, Moss & Moss 2004). Apesar da temperatura ideal para produção de *F. brasiliensis* não ter sido determinada até o presente momento, acredita-se que o valor médio observado ( $25,59 \pm 2,97$  °C) durante o período do estudo não tenha afetado a sobrevivência, uma vez que esses valores devem ser similares aos recomendados para *F. paulensis* por Wasielesky (2000) e Soares *et al.* (2000) (faixa de temperatura de tolerância entre 16 e 30 °C e temperatura ideal de produção de 27 °C).

No sistema BFT, a imobilização da amônia é realizada pelas bactérias (heterotróficas ou pela nitrificação bacteriana). Como consequência desses processos, ocorre a produção de biomassa bacteriana, o aumento do material em suspensão, do volume de bioflocos e o acúmulo de nitrato. A formação do biofoco é um processo dinâmico e dependente de diversos fatores entre eles os nutrientes presentes na água, a densidade de estocagem e a espécie criada. Segundo Ferreira (2008), espécies distintas apresentam capacidades distintas de formação de bioflocos, os quais apresentam

constituição microbiana diferenciada. Neste estudo, o *F. brasiliensis* possibilitou a elevação do volume do biofoco, assim como os biofocos mantidos exclusivamente pelo *F. brasiliensis* possibilitou a manutenção dos compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) dentro dos padrões recomendados para a espécie (Campos *et al.* 2012). Resultados similares, tanto na capacidade de formação dos biofocos, como no controle dos compostos nitrogenados foram observados por Lopes *et al.* (2012) produzindo *F. brasiliensis* durante a fase de berçário, evidenciando assim, a eficiência dos biofocos produzidos por essa espécie na manutenção da qualidade de água.

Em sistema de biofocos, a concentração de oxigênio dissolvido na água está diretamente relacionada com o consumo do oxigênio pelos camarões, pelos microorganismos aeróbicos e pela decomposição da matéria orgânica acumulada (Avnimelech 2009). Porém, neste estudo a elevação da densidade de estocagem e o maior volume de biofocos, também observados nas maiores densidades, não ocasionaram a redução das concentrações de oxigênio dissolvido na água entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ), os quais permaneceram dentro do padrão recomendado para a produção de camarões peneídeos (Vinatea 1997). A salinidade, o pH e a alcalinidade também não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos e permaneceram dentro dos padrões recomendados à produção de camarões marinhos (Vinatea 1997, Brito *et al.* 2000, Wasielesky 2000, Campos *et al.* 2012).

Outro fator que pode afetar a produção em sistema BFT é o volume dos biofocos, que segundo Avnimelech (2009) deve ser inferior a 80 mL/L. A eliminação parcial dos biofocos através da filtragem de água ou da clarificação são alternativas viáveis para a manutenção do volume do biofoco em valores aceitáveis (Ray 2010, Gaona *et al.* 2011). Neste estudo, foram observados aumentos dos volumes dos biofocos ao longo do tempo e com o aumento da densidade de estocagem. Devido a isso, foi necessário a realização de um filtragem de 35% do volume de água nos tratamentos 100 e 150 camarões/m<sup>2</sup> (no dia 75) e de duas filtrações de 35% do volume de água no tratamento 300 (dia 75 e 89) para manter o volume dos biofocos nos valores recomendados por Avnimelech (2009). Desta forma, estes resultados reforçam o que foi observado por Lopes *et al.* (2012) que evidenciaram a capacidade de *F. brasiliensis* de formar biofocos.

## Desempenho zootécnico

Além da manutenção da qualidade da água, a utilização da densidade de estocagem correta é de fundamental importância para o sucesso da produção. A densidade de estocagem apresenta geralmente uma relação negativa com o crescimento e a sobrevivência dos camarões, influenciando significativamente na produção de biomassa final e conseqüentemente a lucratividade (Sandifer *et al.* 1993). A produção de camarões em sistema BFT destaca-se por possibilitar a elevação da densidade de estocagem quando comparado com os sistemas tradicionais de produção (Arnold *et al.* 2009). Neste estudo, observou-se uma relação negativa entre o aumento de densidade e a sobrevivência. Esta relação também foi observada para a mesma espécie durante a fase de berçário (Lopes *et al.* 2012) e durante a produção de isca viva em tanques redes (Jensen 2012), assim como para outras espécies de peneídeos (Williams *et al.* 1996, Wasielesky *et al.* 2001, Coman 2007, Moss & Moss 2004, Arnold *et al.* 2009).

Segundo Arnold *et al.* (2006) a redução da sobrevivência está relacionada ao estresse gerado durante a produção, que causa alterações comportamentais que estimulam canibalismo. Porém em sistema BFT, esta interação parece exercer menor influência na sobrevivência. Provavelmente o material em suspensão, assim como a maior movimentação da água, possibilitam a dispersão dos camarões na coluna de água, diminuindo assim a probabilidade de encontro e a taxa de canibalismo. Neste estudo, a produção em sistema BFT possibilitou a elevação da densidade de estocagem de 50 para 300 camarões/m<sup>2</sup>, sem drásticas reduções da sobrevivência, sendo encontrado ao término do estudo, densidades finais que variaram de 31; 58; 82,95 e 152,28 camarões/m<sup>2</sup> e produção de biomassa de 50,53; 93,38; 134,38 e 318,26 g/m<sup>2</sup>. Resultados similares de sobrevivência (68 a 43%) foram encontrados por Krummenauer *et al.* (2006), avaliando diferentes densidades de estocagem (20, 40, 80, 100 e 120 camarões/m<sup>2</sup>) de *F. paulensis*, produzidos em gaiolas instaladas no estuário da Lagoa dos Patos no período de outono e alimentados com ração e rejeito de pesca. Porém, ao término do estudo, esses autores conseguiram densidades finais (13; 27,2; 36,8; 52 e 51,6), as quais são inferiores às encontradas no presente estudo.

Outro fator que está relacionado ao aumento de produtividade é a participação do bioflocos como fonte nutricional suplementar aos camarões, suprimindo assim sua exigência nutricional. Os microrganismos presentes nos bioflocos podem ser uma fonte

adicional de vitaminas, minerais e lipídios, bem como podem disponibilizar enzimas endógenas que ajudam na digestão (Moss *et al.* 2001, DeCamp *et al.* 2002, Thompson *et al.* 2002, Moss *et al.* 2006). Segundo Ballester *et al.* 2010, a participação dos bioflocos como fonte nutricional para *F. paulensis* durante o berçário possibilitou a redução do teor de proteína bruta na dieta. Contudo, a partir dos resultados do presente estudo, não ficou claro a participação dos bioflocos como fonte suplementar aos camarões, uma vez que, os resultados de crescimento foram inferiores aos resultados até então observados para a espécie (Peixoto *et al.* 2006, Lopes *et al.* 2009, Jensen 2012).

No presente estudo, os melhores resultados de ganho de peso, taxa de crescimento semanal e taxa de crescimento específico foram observados na densidade de 300 camarões/m<sup>2</sup>, densidade esta que apresentou maior mortalidade. Provavelmente a disponibilidade dos camarões mortos como fonte alimentar suplementar possibilitou a elevação do nível de proteína da dieta e por consequência o maior ganho de peso. A utilização de rejeito de pesca, para elevar os níveis de proteína na dieta, vem sendo realizados com sucesso na produção do camarão-rosa em laboratório e em unidades experimentais. Jensen (2012) avaliando diferentes densidades de estocagem (25, 50, 75 e 100) na produção de isca viva de *F. brasiliensis*, alimentados com rejeito de pesca e ração comercial, criados em gaiolas instaladas em um tanque matriz com bioflocos mantido por *L. vannamei*, por 60 dias, obtiveram na maior densidade testada (100 camarões/m), 2,67g de ganho de peso e 225,3 g/m de biomassa produzida. A melhor produção observada por Jensen (2012), quando comparado com os resultados observados na densidade de 100 camarões/m<sup>2</sup> do presente estudo, está relacionada a utilização de rejeito de pesca que possibilitou a elevação do nível de proteína na dieta, satisfazendo as exigências nutricionais de *F. brasiliensis*. Contudo, a utilização de rejeito de pesca em escala comercial, pode não ser uma alternativa viável devido à instabilidade na disponibilidade deste produto no mercado, o reduzido tempo de prateleira, a necessidade de instalações refrigeradas para armazenamento, a necessidade de preparo prévio e principalmente a possibilidade de disseminação de doenças.

Entretanto, quando comparamos os resultados de peso final e produção de biomassa encontrados na densidade de 300 camarões/m<sup>2</sup> (peso final de 2,09 g e biomassa de 336 g) deste estudo, com os resultados encontrados por Peixoto *et al.* (2003) produzindo *F. paulensis* em gaiolas (peso final de 11,17 g e biomassa de 145

g/m<sup>2</sup>), ou por Lopes *et al.* (2009) produzindo *F. brasiliensis* também em gaiolas (peso final de 7,98 g e biomassa de 127 g/m<sup>2</sup>), ou por Jensen (2012) produzindo *F. brasiliensis* em gaiolas instaladas em um sistema de BFT (peso final de 3,57g e de biomassa de 301 g/m<sup>2</sup>), observamos que há uma drástica diminuição nos valores de peso final, porém, uma elevada produção de biomassa, e que melhorias no ganho de peso proporcionarão grande ampliação da produtividade. Uma alternativa para melhorar o aporte nutricional e proporcionar melhor ganho de peso, conversão alimentar e produção de biomassa, é a produção em sistema que possibilitem a formação de biofilme. Ballester *et al.* (2003) observaram maior crescimento de juvenis *F. paulensis* produzidos em gaiolas onde havia a presença de biofilme. Ballester *et al.* (2007), avaliando a produção do camarão-rosa *F. paulensis* em gaiolas, instalada na Lagoa dos Patos, observaram que a utilização de substrato com biofilme possibilita maior ganho de peso, sobrevivência e produção de biomassa. Outros resultados promissores apontam para utilização de substrato artificial para produção de biofilme, como uma alternativa de melhorar o desempenho zootécnico na produção de camarões em cativeiro (Thompson *et al.* 2002, Arnold *et al.* 2006, Ballester *et al.* 2007). Assim como a elaboração de rações específicas que satisfaçam as exigências nutricionais de *F. brasiliensis* são fundamentais para a melhoria da produtividade desta espécie.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo, pode-se concluir que os bioflocos mantidos exclusivamente por *Farfantepenaeus brasiliensis* possibilitaram o uso sustentável dos recursos hídricos sem a necessidade de realizar renovações de água para manter os parâmetros de qualidade de água nas condições ideais à produção da espécie. Assim como, a produção em sistema BFT durante a fase inicial de engorda de *F. brasiliensis*, possibilitou a ampliação da densidade de estocagem, de 50 para 300 camarões/m<sup>2</sup> ou de 146,7 para 880 camarões/m<sup>3</sup>, com pequena redução na sobrevivência.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e Universidade Federal do Rio Grande, pelo apoio financeiro a pesquisa e as bolsas. D Lopes é bolsista REUNI e W. Wasielesky e L. Poersch são pesquisadores do CNPq.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ARNOLD, SJ, MJ SELLARS, P CROCOS & GJ COMAN. 2006. An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*). *Aquaculture*, 256: 174–179.
- ARNOLD, SJ, FE COMAN, JACKSON CJ & SA GROVES. 2009. High-intensity, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: An evaluation of artificial substrates and stocking density. *Aquaculture*, 293: 42–48.
- AVNIMELECH, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176: 227–235.
- AVNIMELECH, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264: 140–147.
- AVNIMELECH, Y & K MALKA. 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks , using 15 N tracing. *Aquaculture*, 287: 163-168.
- BALLESTER, ELC, WJ WASIELESKY, RO CAVALLI, MHS SANTOS & PC ABREU. 2003. Influência do biofilme no crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em sistemas de berçário. *Atlântica*, 25 (2): 117-122.
- BALLESTER, ELC, WJ WASIELESKY, RO CAVALLI & PC ABREU. 2007. Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance. *Aquaculture*, 269: 355-362.
- BALLESTER, ELC, PC ABREU, RO CAVALLI, M EMERENCIANO, CP ABREU & WJ WASIELESKY. 2010. Effect of practical diets with different protein levels on *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. *Aquacul. Nutr.*, 16: 163-172.
- BRAGA, A, DAL LOPES, D KRUMMENAUER, LH POERSCH & W WASIELESKY. 2011. A Comparison of the Reproductive Performance of the

- Wild Pink Shrimp Species *Farfantepenaeus paulensis* and *Farfantepenaeus brasiliensis* in Captivity. *J. of Shellfish Research*, 30 (3): 63–967.
- BRITO, R, M CHIMAL & C ROSAS. 2000. Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Decapoda: Penaeidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 244: 253–263.
- CAVALLI, RO, MP SCARDUA & W WASIELESKY. 1997. Reproductive performance of different-sized wild and pond-reared *Penaeus paulensis* females. *J. World Aquacult. Soc.*, 28: 260–267.
- CAMPOS, BR, KC MIRANDA, F D'INCAO, LH POERSCH & W WASIELESKY. 2012. Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Crustacea: Decapoda). *Atlântica*, (prelo).
- COMAN, GJ, SJ ARNOLD, TR CALLAGHAN & NP PRESTON. 2007. Effect of two maturation diet combinations on reproductive performance of domesticated *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 263: 75–83.
- DECAMP, L, I CONQUEST, AGJ FORSTER, & TACON. 2002. The nutrition and feeding of marine shrimp within zero-water exchange aquaculture production system: role of Eukaryotic microorganisms C.S. Lee, P. O'Bryen, *Microbial Approaches to Aquatic Nutrition within Environmentally Sound Aquaculture Production Systems*, World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA 2002. 79–86 p.
- EBELING, JM, MB TIMMONS & JJ BISOGNI. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in aquaculture in aquaculture production systems. *Aquaculture*, 257: 346–358.
- FAO 2010. SOFIA – The State of World Fisheries and Aquaculture. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e.pdf>
- FERREIRA, LM. 2008. Formação de flocos microbianos em cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e do camarão-branco *Litopenaeus vannamei*. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Aquicultura). Universidade Federal do Rio Grande. 44p.



- FRÓES, CN, MP ABE, WJ WASIELESKY, C PRENTICE & RO CAVALLI. 2007. Efeitos de dietas práticas com diferentes níveis de proteína bruta na sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pères-Farfante, 1967). *Atlântica*, 29: 25-34.
- FURTADO PS, LH POERSCH & WJ WASIELESKY. 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*, 321: 130–135.
- GAONA CAP. 2011. Efeito da remoção de sólidos suspensos totais e desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema superintensivo com bioflocos. Dissertação de mestrado. 39p.
- JENSEN LV. 2012. Produção e Transporte do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* para a Pesca Amadora: Uma Alternativa Sustentável?. Tese de doutorado. (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. 144p.
- JU, Z, I FORSTER, L CONQUEST & W DOMINY. 2008. Enhanced growth effects on shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from inclusion of whole shrimp flocc or flocc fractions to a formulated diet. *Aquac. Nutr.*, 14: 533–543.
- KRUMMENAUER, D, W WASIELESKY, RO CAVALLI, S PEIXOTO & PR ZOGBI. 2006. Viabilidade do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Crustácea, Decapoda) em gaiolas sob diferentes densidades durante o outono no sul do Brasil. *Ciência Rural*, 36 (1): 252-257.
- LOPES, DLA. 2007. Criação do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (CRUSTACEA: DECAPODA) em gaiolas no estuário da Lagoa dos Patos, RS. Dissertação de mestrado em Aquicultura no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande, RS, 50p.
- LOPES, DLA, WJ WASIELESKY, ELC BALLESTER & S PEIXOTO. 2009. Análise comparativa da criação do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis* criados em gaiolas em ambiente estuarino. *Ciência Rural*, 39: 1540-1546.
- LOPES, DLA, EC BALLESTER, W WASIELESKY & S PEIXOTO. 2010. Avaliação da performance reprodutiva de fêmeas selvagens do camarão-rosa

- Farfantepenaeus brasiliensis* (Crustácea: Decapoda) em laboratório. *Atlântica*, 32: 177–182.
- LOPES, DLA, S SUITA, C BUENO, WJ WASIELESKY & LH POERSCH. 2012. Determinação da densidade de estocagem ótima do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* produzindo em tecnologia de bioflocos durante a fase de berçário. *Atlântica* (prelo).
- MARCHIORI, MA & MH BOFF. 1983. Induced maturation, spawning and larvae culture of the pink shrimp *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. *Memorias Asociación Latinoamericana Acuicultura*, 5: 331-337.
- MARCHIORI, MA. 1996. Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. FURG. Rio Grande-RS. 79p.
- MOSS, SM, BJ ARCE, CA ARGUE, F OTOSHI, RO CALDERON & AGJ TACON. 2001. Greening of the blue revolution: Efforts toward environmentally responsible shrimp culture, *In*: Browdy, CL, DE Jory. The new wave: proceedings of the special session on sustainable shrimp culture. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, pp. 1-19.
- MOSS, KK & SM MOSS. 2004. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *J. World Aquac. Soc.*, 35: 536-542.
- MOSS, SM, IP FORSTER & AGJ TACON. 2006. Sparing effect of pond water on vitamins in shrimp diets. *Aquaculture*, 258: 388 - 395.
- NAKAYAMA, CL, S PEIXOTO, D LOPES, G VITA, D KRUMMENAUER, G FÓES, RO CAVALLI & W WASIELESKY. 2008. Métodos de extrusão manual e elétrica dos espermatóforos de reprodutores selvagens do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda: Penaeidae). *Ciênc. Rural*, 38 (7): 2018–2022.
- NEAL, RS, SD COYLE, JH TIDWELL & BM BOUDREAU. 2010. Evaluation of stocking density and light level on the growth and survival of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in zero-exchange systems. *J. World Aquacult. Soc.* 41: 533–544.

- PEIXOTO, S, W WASIELESKY & L LOUZADA. 2003. Comparative analysis of pink shrimp, *Farfantepenaeus paulensis*, and Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, culture in extreme southern Brazil. *J. Appl. Aquacult*, 14: 101-111.
- PEIXOTO, S, W WASIELESKY & L LOUZADA. 2006. Comparative Analysis of Pink Shrimp. *Journal of Applied Aquaculture*, 14: 101-111.
- POERSCH, L, D KRUMENAUER, R CAVALLI, E BALLESTER, G FÓES, S PEIXOTO, R SOARES, C NAKAYAMA, D MUTTI & W WASIELESKY. 2011. Cultivo de camarões em cercados: uma alternativa para o pescador artesanal do Estuário da Lagoa dos Patos?. *In: Tagliani, PR & ML Asmus (Org.). Manejo integrado do estuário da Lagoa dos Patos. Rio Grande. FURG, 2011. 117-125p.*
- PRETO, AL, R CAVALLI, T PISSETTI, PC ABREU & WJ WASIELESKY. 2005. Efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivadas em gaiolas. *Ciência Rural*, 35(6):1417-1423.
- RAY, JA, BL LEWIS, CL BROWDY & JW LEFFLER. 2010. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plantbased feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. *Aquaculture*, 299: 89-98.
- SANDIFER, PA, JS HOPKINS, AD. STOKES & C. BROWDY. 1993. Preliminary comparison of the native *Penaeus setiferus* and the pacific white shrimp *Penaeus vannamei* for pond culture in South Carolina, USA. *Journal at World Aquaculture Society*, 24: 295-303.
- SOARES, RB, A BIANCHINI & W WASIELESKY. 2000. Growth and food consumption of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* postlarvae under different temperatures. *In: Aquaculture America 2000, New Orleans. Aquaculture America 2000. 307p.*
- SOARES, R, S PEIXOTO, C BEMVENUTI, W WASIELESKY, F D'INCAO, N MURCIA & S SUITA. 2004. Composition and abundance of invertebrate benthic fauna in *Farfantepenaeus paulensis* culture pens (Patos Lagoon estuary, Southern Brazil). *Aquaculture*, 239: 199-215.

- SOUZA DM, SM SUITA, FPL LEITE, LA ROMANO, W WASIELESKY & ELC BALLESTER. 2012a. The use of probiotics during the nursery rearing of the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) in a zero exchange system. *Aquacult. Res.*, (prelo).
- STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. 1972 A practical handbook of seawater analysis. Bulletin Fisheries Research board of Canada, Ottawa. 1-205.
- THOMPSON FL, PC ABREU & W WASIELESKY. 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*, 203: 263–278.
- VAZ, LJ, W WASIELESKY, RO CAVALLI, S PEIXOTO, MHS SANTOS & E BALLESTER. 2004. Growth and survival of pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) postlarvae in cages and pen enclosures. *Sci. agric.*, 61: 332 - 335.
- VINATEA, L & ER ANDREATTA. 1997. Comparative study of continuous and static water renewal strategies in the larviculture of *Penaeus paulensis* Perez Farfante, 1967 associated with high stocking densities and different water renewal rates. *Aquaculture*, 154: 247–259.
- WASIELESKY, WJ. 2000. Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: efeitos dos parâmetros ambientais. Tese de doutorado. Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS, 199p.
- WASIELESKY, W, LH POERSCH, LV JENSEN & A BIANCHINI. 2001. Effect of stocking density on pen reared pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967) (Decapoda: Penaeidae). *Nauplius*, 9: 163-167p.
- WASIELESKY, W, H ATWOOD, A STOKES & CL BROWDY. 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 258: 396-403.
- WILLIAMS, AS, DA DAVIS & CR ARNOLD. 1996. Density-dependent growth and survival of *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei* in a semi-closed recirculating system. *J. World Aquac. Soc.*, 27:107-112.

## CAPÍTULO VI

---

### Conclusões Gerais

Nesta tese, diferentes metodologias foram empregadas durante a reprodução, larvicultura, berçário e engorda do camarão-rosa *F. brasiliensis* visando aperfeiçoar sua produção e o reduzir o uso da água e a geração de efluentes. Desta forma, essas conclusões relacionam as principais contribuições obtidas neste estudo, bem como indicam perspectivas futuras para o melhor desenvolvimento zootécnico de *F. brasiliensis* em cativeiro.

No estudo de reprodução, a manutenção de reprodutores em meio aos bioflocos, alimentados com ração com baixo teor de proteína (38%) mostrou ser uma alternativa viável na manutenção da qualidade espermática de *F. brasiliensis*. Além disso, o sistema BFT possibilitou o uso sustentável dos recursos hídricos, com redução da taxa de renovação de água de 100% ao dia, para renovações quinzenais de 50%, mantendo os parâmetros de qualidade de água propícios à produção de *F. brasiliensis*. Deve-se resaltar também que, em ambos os tratamentos (manutenção em água clara e em meio aos bioflocos), o *F. brasiliensis* não apresentou redução na qualidade espermática entre a primeira e segunda extrusão, demonstrando ser uma espécie rústica e menos suscetível ao estresse em cativeiro. Contudo, apesar dos avanços observados, não são conhecidos os efeitos do sistema de bioflocos sobre a formação de plantéis de reprodutores em cativeiro, sendo de importante a realização de estudos com este tema para o desenvolvimento da criação de *F. brasiliensis* em cativeiro.

Um aspecto fundamental na moderna produção de larvas é a utilização de sistemas de produção que possibilitem a redução do uso de água e a manutenção dos parâmetros de qualidade de água. Assim, os probióticos testados mantiveram a qualidade da água, com utilizado taxa de renovação de água de apenas 20% ao dia. Além disso, em ambos os probióticos testados, foi observada maior abundância de bactérias não patogênicas (*Bacillus* sp. e *Lactobacillus* sp.) e menor abundância de bactérias filamentosas.

Outro importante resultado observado durante a produção de pós-larvas é que mesmo com a redução da taxa de renovação de água, o desempenho zootécnico e as qualidades presuntivas das pós-larvas foram similares entre os tratamentos. Porém, a utilização do probiótico constituído por *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* e *Enterococcus sp.* proporcionou melhor sobrevivência ao teste de estresse a salinidade. Possivelmente, o aporte nutricional e a colonização do trato digestório pelas bactérias presentes no probiótico tenham proporcionado uma melhor condição fisiológica. Contudo, mais estudos devem ser realizados para confirmar esta hipótese e elucidar esta questão.

Na etapa seguinte de produção de camarões, fase de berçário, observou-se que a inoculação inicial de 10% de bioflocos estimulou a formação dos bioflocos produzidos e mantidos exclusivamente pelo *F. brasiliensis*. Além disso, os bioflocos formados mostraram-se eficientes no controle das concentrações de amônia na água. Deve-se ressaltar ainda, que a produção em sistema BFT possibilitou melhorias na qualidade de água e no aporte nutricional aos camarões, que culminaram na elevação da densidade de estocagem durante a fase de berçário (600 juvenis/m<sup>2</sup> ou densidade equivalente a 1760 juvenis/m<sup>3</sup>), com produção de biomassa de 67,47g e sem diminuição da taxa de sobrevivência.

Considerando a fase inicial de engorda de *F. brasiliensis*, observou-se que a manutenção desta espécie em sistema BFT possibilitou a ampliação da densidade de estocagem, de 50 para 300 camarões/m<sup>2</sup> (densidades equivalentes a 146,7 ou 880 camarões/m<sup>3</sup>), sem acarretar em drástica redução de sobrevivência. Assim como, os bioflocos mantidos por *F. brasiliensis* também possibilitaram a manutenção dos compostos nitrogenados em baixas concentrações sem a necessidade de realização de renovações de água. Fica evidente neste estudo que sistemas para o controle do volume dos bioflocos são necessários para manter o volume dos bioflocos dentro dos valores recomendados.

Para finalizar, os resultados destacam que as tecnologias de produção em meio aos bioflocos (BFT) e a utilização de probióticos, possibilitaram a redução do uso dos recursos hídricos e da liberação de efluentes, gerando menor impacto ambiental, bem como possibilitaram melhorias na qualidade e na produtividade da espécie. Porém, para indicar o *F. brasiliensis* como espécie alternativa para a aquicultura comercial,

pesquisas de nutrição e melhoramento genético são fundamentais para melhorar seu crescimento em cativeiro.

## Anexo I

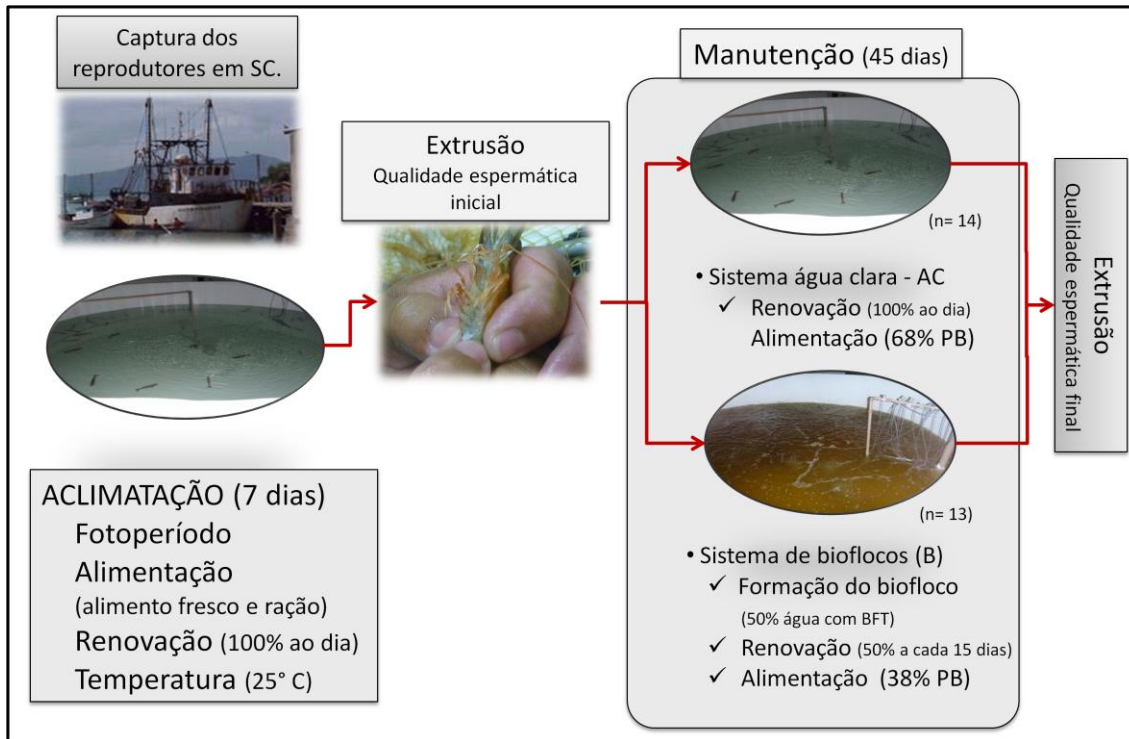


Figura 1. Delineamento experimental utilizado durante o estudo: Uso da tecnologia de bioflocos na manutenção reprodutores selvagens de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* em cativeiro: Avaliação da qualidade espermática e desempenho zootécnico.



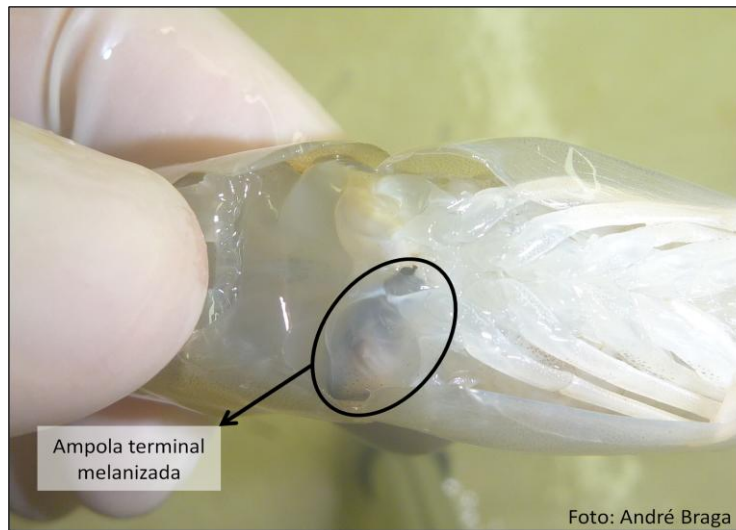


Figura 2. Qualidade reprodutiva de camarões peneídeos. Presença de melanização da ampola terminal em camarões marinhos.

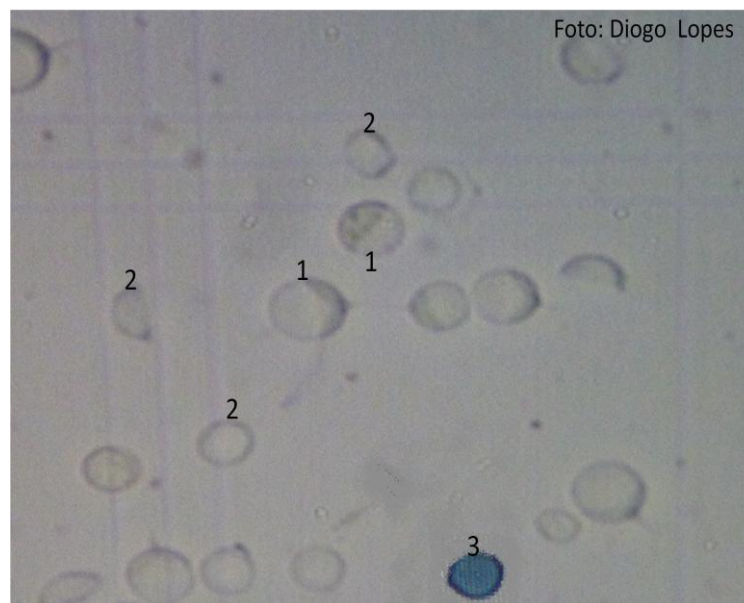


Figura 3. Qualidade reprodutiva de camarões peneídeos. Células espermáticas de *Farfantepenaeus brasiliensis*; 1 = células normais, 2 = células anormais e 3 = células mortas.

## Anexo II

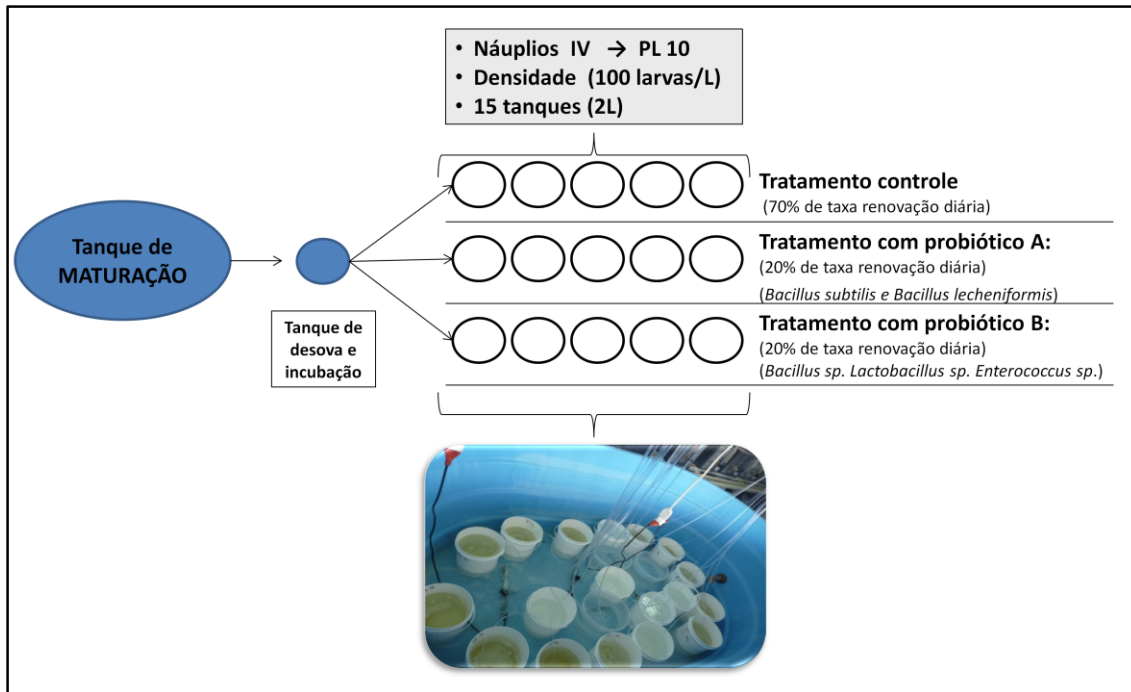


Figura 1. Delineamento experimental utilizado durante o estudo: Uso de probióticos na larvicultura do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis*: Efeitos sobre a qualidade de água, sobrevivência e qualidade das larvas.

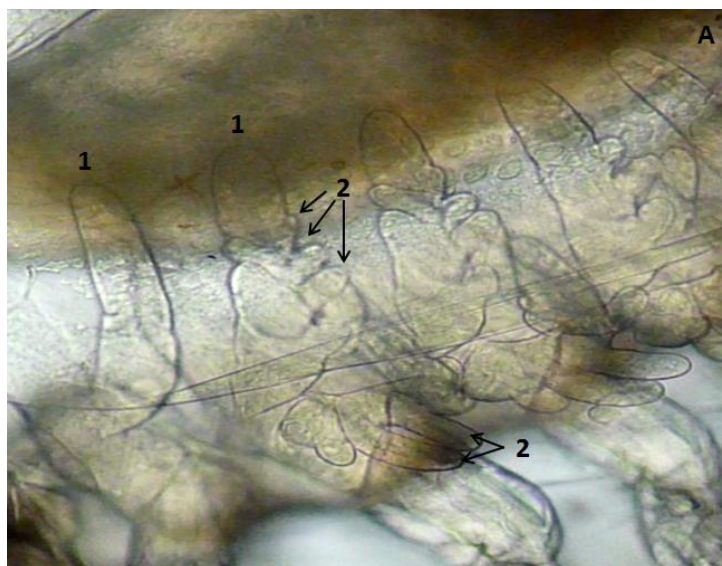


Figura 2: Qualidade das pós-larvas do camarão-rosa *F. brasiliensis*. Estruturas branquiais; 1 = arcos branquiais e 2 = lóbulos branquiais.



Figura 3. Qualidade das pós-larvas do camarão-rosa *F. brasiliensis*. Alimento no trato digestório de Pós-larvas de *F. brasiliensis*. 1 = trato digestório repleto de alimentos e 2 = trato digestório com pouco alimento.

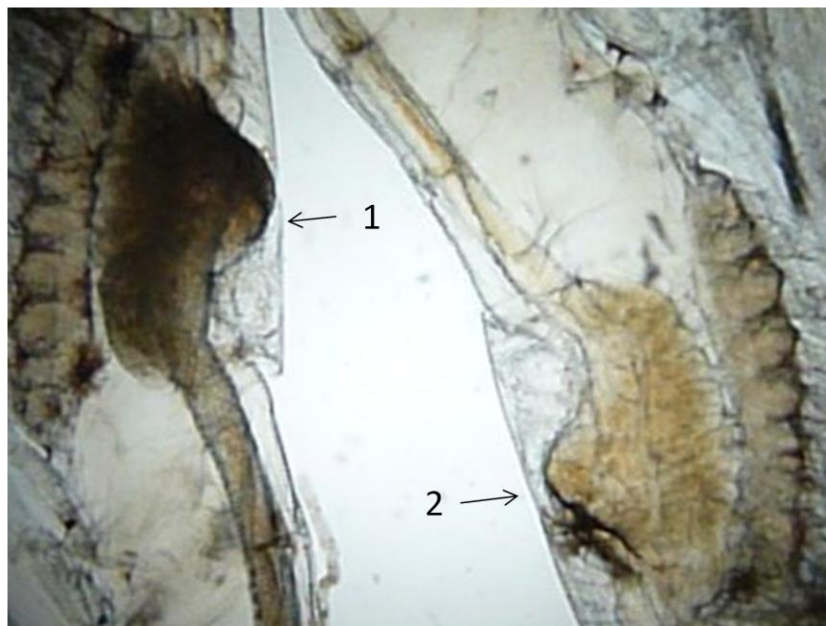


Figura 4. Qualidade das pós-larvas do camarão-rosa *F. brasiliensis*. Coloração do hepatopâncreas de pós-larvas de *F. brasiliensis*. 1 = hepatopâncreas escuro (boa qualidade) e 2 = hepatopâncreas opaco (qualidade intermediária).

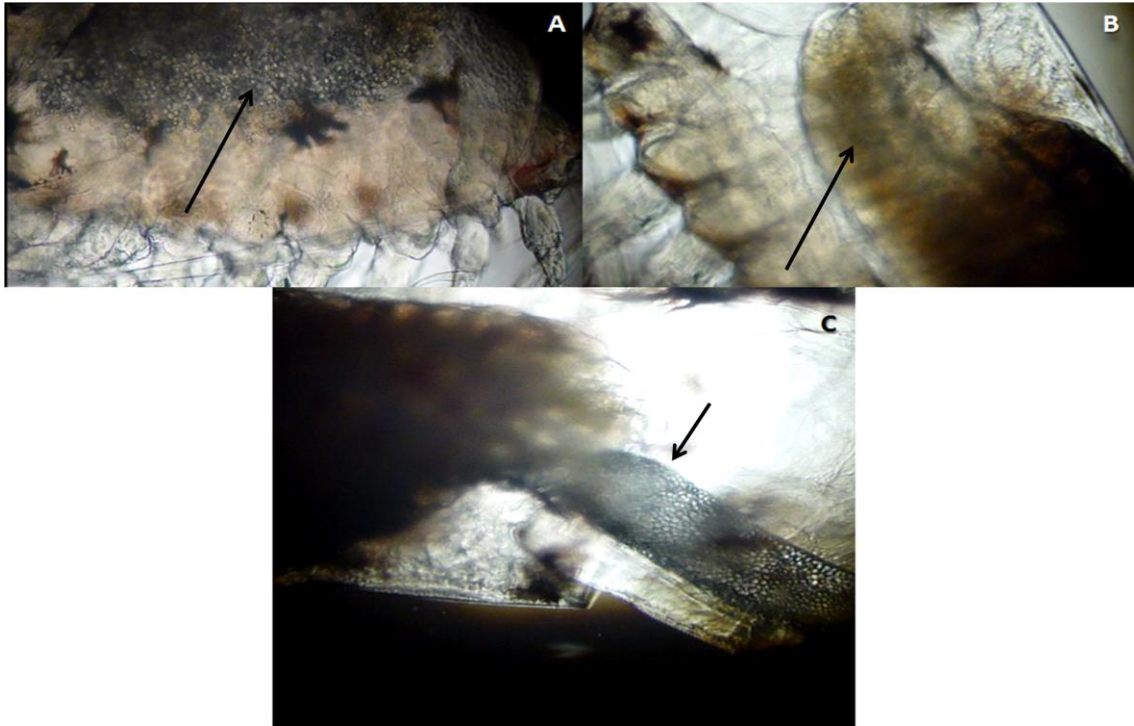


Figura 5. Qualidade das pós-larvas do camarão-rosa *F. brasiliensis*. (A) boa quantidade de lipídios no hepatopâncreas; (B) pouca quantidade de lipídio no hepatopâncreas e (C) boa quantidade de lipídio no trato digestório.



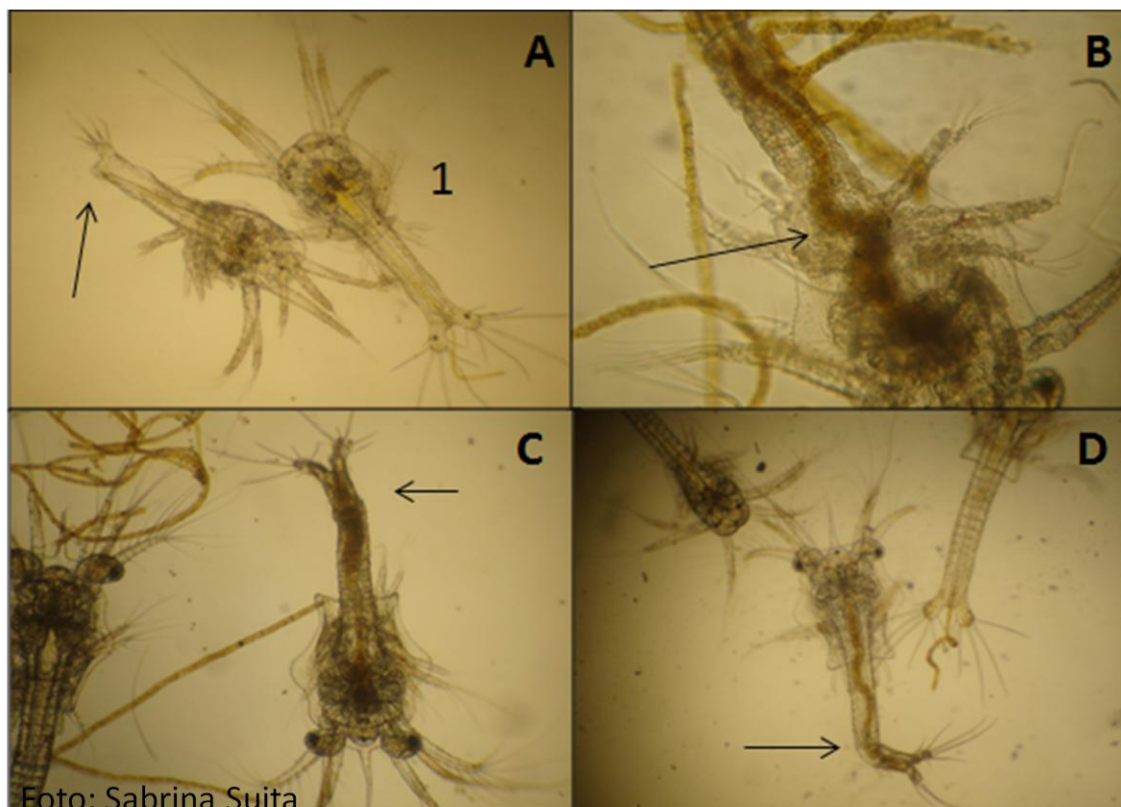


Figura 6. Qualidade das larvas do camarão. Em A observa-se um protozoa sem deformação (1) e na região indicação pela seta observa-se a ausência de parte de um dos apêndices; em B, C e D observam-se deformações nas estruturais externa e interna de protozoa de camarões peneídeos.

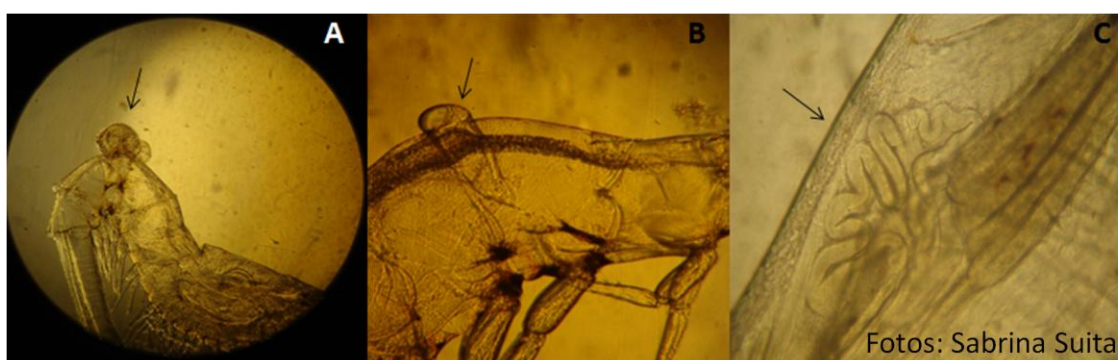


Figura 7. Qualidade das pós-larvas do camarão. Em A e B observam-se deformações na estrutura externa e interna das pós-larvas de camarões peneídeos; em C observa-se extravasamento do intestino de pós-larvas de camarões peneídeos.

## Anexo III

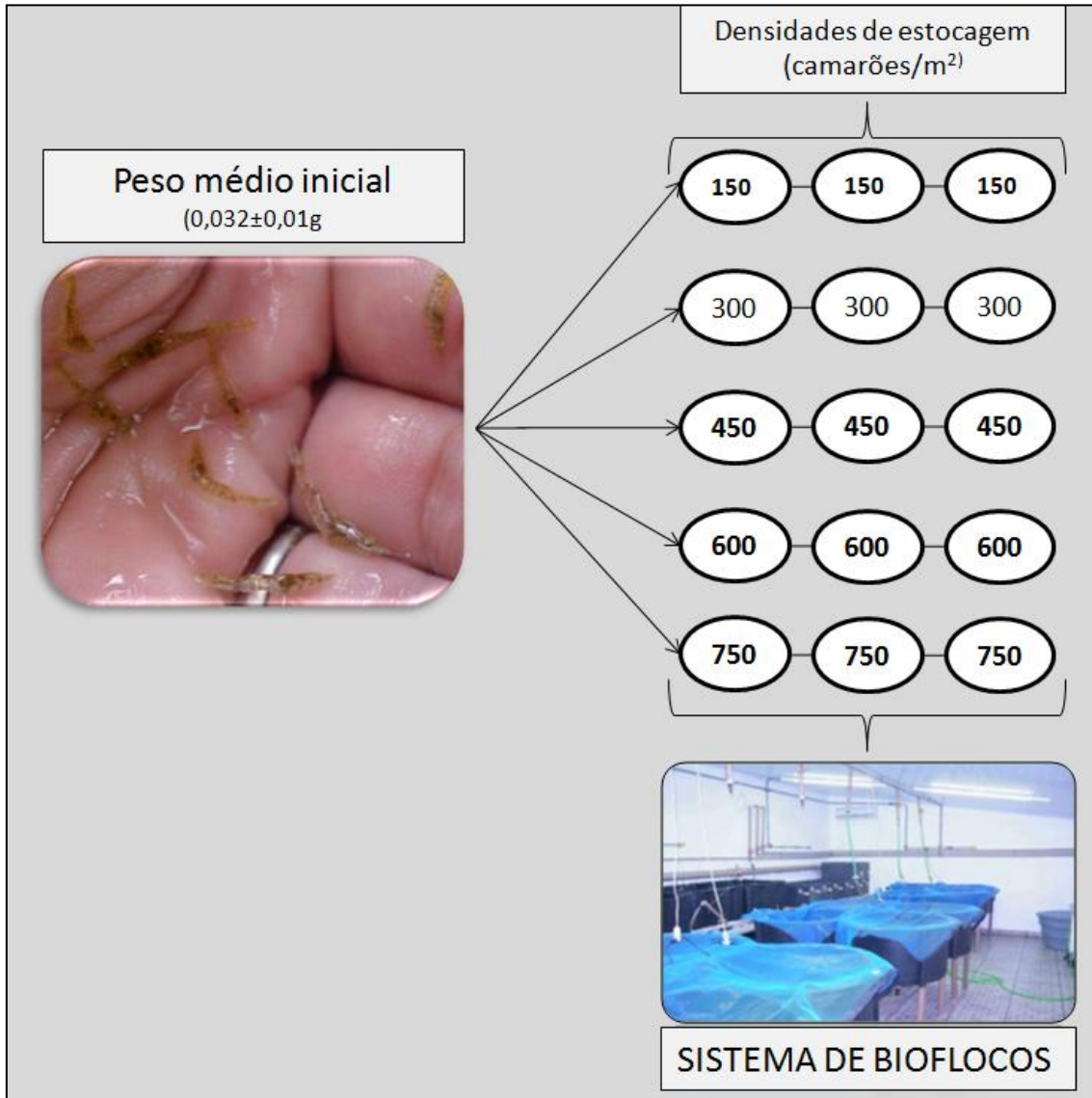


Figura 1: Delineamento experimental utilizado durante o estudo: Determinação da densidade de estocagem ótima do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* produzido em tecnologia de bioflocos durante a fase de berçário.

## Anexo IV

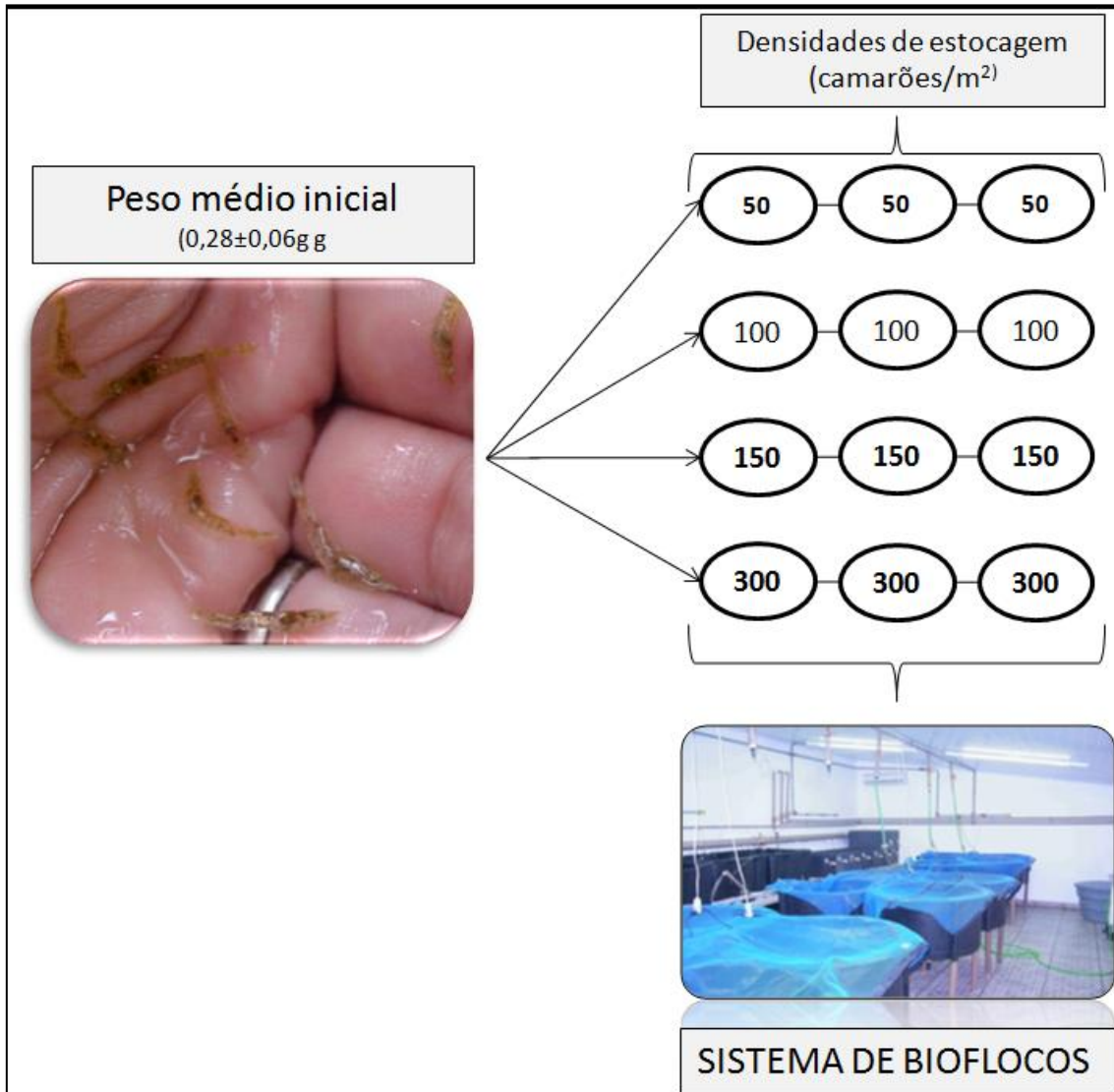


Figura 1: Delineamento experimental utilizado durante o estudo: Produção superintensiva do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* em tecnologia de bioflocos e em diferentes densidades de estocagem durante a fase inicial de engorda.