

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM ÓTIMA DO CAMARÃO ROSA *Farfantepenaeus brasiliensis* PRODUZINDO EM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS DURANTE A FASE DE BERÇÁRIO

DIOGO LUIZ DE ALCANTARA LOPES; SABRINA SUITA; CARLA BUENO; WILSON WASIELESKY JR.; LUIS H. POERSCH
Universidade Federal do Rio Grande – Instituto de Oceanografia, Estação Marinha de Aquacultura, Rua do Hotel 2, Cassino,
Rio Grande - RS – Brasil. CEP: 96210-030 – 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* (0,032g) foram acondicionados em 15 tanques cilíndricos (área de fundo de 0,6m² e volume útil de 150L) nas densidades de 150, 300, 450, 600 e 750 juvenis/m² que corresponde a 600, 1200, 1800, 2400 e 3000 juvenis/m³. Duas alimentações diárias (com ração comercial de 40%PB) forma realizadas durante o período experimental de 42 dias. As sobrevivências nas densidades de 150; 300; 450; 600 e 750 juvenis/m² 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/m² a sobrevivência foi significativamente menor (p<0,05). A maior produção de biomassa (67,472± 10,52) ocorreu na densidade de 600 juvenis/m². A partir dos resultados conclui-se que, a produção do *F. brasiliensis* em sistema de BFT durante a fase de berçário, deve ser realizada na densidade de 600 juvenis/m², 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 CHAVE: Sistema BFT, Camarão; *Farfantepenaeus brasiliensis*; bioflocos; densidade de estocagem; berçário

ABSTRACT

Determination of optimum stocking density of shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* producing in biofloc technology during the nursery phase

This study evaluated the optimal stocking density for *F. brasiliensis* nursery in biofloc technology (BFT). Juvenile *F. brasiliensis* (0.032 g) were reared in 15 cylindrical tanks (bottom area of 0.6 m² and 150L volume) at densities of 150, 300, 450, 600 and 750 juveniles/m². Twice daily meals (commercial diet with 40% CP) were provided for the shrimp during 42 days experimental period. The survival in the different stocking densities (150, 300, 450, 600 and 750 juveniles/m²) were respectively 95.56 ± 4.19, 81.94 ± 5.77, 82.40 ± 3.70, 89.31 ± 3.78 and 48.77 ± 14.08. Survival was significantly lower (p<0,05) in the density of 750 juveniles/m². The higher biomass (10.52 ± 67.472) was produced at the stocking density of 600 juveniles/m². The results confirm that is possible to rear *F. brasiliensis* in BFT system during the nursery phase at 600 juveniles/m², achieving high biomass production and survival rate, and without the need of water exchanges to keep water quality.

KEYWORDS: BFT System; Bioflocs; Shrimp; *Farfantepenaeus brasiliensis*; 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* (Latreille, 1817) e *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) são comercializadas nos entrepostos brasileiros como camarão-rosa (Brisson, 1981; Chagas-Soares, 1995), sem distinção entre espécies. 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 alguns 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 (2007) realizou a reprodução em cativeiro do *F. brasiliensis* e Gaxiola *et al.* (2010) determinaram a concentração ideal de microalgas (*Chaetoceros gracilis* e *Tetraselmis chuii*) e de *Artemia* utilizadas na alimentação de larvas de *F. brasiliensis* durante a larvicultura em laboratório. Os primeiros estudos sobre engorda de *F. brasiliensis* em cativeiro foram publicados por Lopes *et al.* (2009), que testaram diferentes densidades de estocagens 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 tempo de engorda do camarão há apenas seis ou sete meses por ano (Wasielesky, 2000 e 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 do *F. brasiliensis* em escala comercial, uma vez que as espécies nativas apresentam alta taxa de canibalismo (Froes et al 2007) e baixa taxa 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 (Moss & Moss, 2004) e provavelmente esta associada a competição por espaço (Arnold et al. 2006) e por alimento (Lemos et al. 2004; Froes et al. 2007).

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

O sistema BFT destaca-se ainda, por possibilitar a elevação da densidade de estocagem sem redução da sobrevivência e mantendo ainda a qualidade de água em padrões aceitáveis a produção de organismos aquáticos (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, fitoplancton e zooplancton) 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 e 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 de

sistemas berçário, para auxiliar a viabilidade de produção do *F. brasiliensis*, o presente estudo teve o objetivo de determinar qual a densidade de estocagem ótima de juvenis de camarão-rosa *F. brasiliensis* produzidos em tecnologia de bioflocos (BFT), durante a fase de berçário, bem como avaliar o efeito do BFT na manutenção da qualidade da água durante o período de produção.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho experimental

Juvenis de *F. brasiliensis* produzidos na Estação Marinha de Aquicultura da Universidade Federal de Rio Grande, peso médio de $0,032 \pm 0,01g$, foram estocados em 15 tanques cilíndricos, com área de fundo de $0,6 m^2$ e capacidade útil de 150 litros, equipados com aquecedores de imersão individuais com reguladores de temperatura. Os tanques foram povoados com camarões em cinco diferentes densidades de estocagem, 150, 300, 450, 600 e 750 juvenis/ m^2 , (densidades equivalente a 600, 1200, 1800, 2400 e 3000 juvenis/ m^3 respectivamente), com três repetições por tratamento.

Manejo do sistema

Para induzir o desenvolvimento de bioflocos, 90% da área útil de cada tanque foi preenchido com água do mar filtrada (filtro de $5 \mu m$) e o restante da área útil (10%), foi preenchido com inóculo de bioflocos de um cultivo *Litopenaeus vannamei* já estabelecido a mais de 45 dias.

A proliferação e manutenção de bioflocos foram realizadas segundo adaptação da metodologia proposta por Ebeling et al. (2006) e Avnimelech (1999). Para estimular a proliferação de bioflocos três fertilizações iniciais com carbono na forma de melão foram realizadas nos dias 0, 3 e 6, mantendo a relação Carbono:Nitrogênio de 27:1. Neste período a quantidade de nitrogênio presente no sistema foi estimada a partir da determinação da quantidade de proteína presente na ração fornecida aos camarões e da determinação da quantidade de nitrogênio presente no melão. Sendo que a quantidade de carbono utilizada para manter a relação carbono de 27:1 foi calculada com a seguinte fórmula: $M = [27 \times (N_r + N_m) - C] \times C_m / 100^1$. Onde: M = quantidade de

melaço a ser fornecida; Nr = quantidade de nitrogênio na ração; Nm = quantidade de nitrogênio no melaço; C = quantidade de carbono na ração; Cm = porcentagem de carbono presente no melaço.

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 melaço realizadas apenas quando os valores de amônia total eram superiores a 0,30mg/L. A quantidade de melaço utilizada para manter essa relação foi calculada através da seguinte fórmula: $M = 6 \times (AT) \times 100 \times (Cm)^{-1}$. Sendo: M = quantidade de melaço a ser fornecida mg/L; (AT)= quantidade de amônia total no sistema (mgL⁻¹); Cm = porcentagem de carbono presente no melaço.

Além da disponibilidade de bioflocos como fonte alimentar, 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 parâmetros de qualidade de água tais como 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 da UNESCO (1983). Os valores das concentrações de amônia (mg/L) foram verificados diariamente segundo o método da UNESCO (1983). Semanalmente o nitrito, o fosfato e a alcalinidade foram analisados segundo metodologia descrita em Strickland & Parsons (1972), bem como, o volume de bioflocos (mL/L) por meio de Cone de Inhoff (Eaton *et al.* 1995 adaptado por Avnimelech 2007), a clorofila *a* (µg/L) por fotometria (Welschmeyer 1994) e os sólidos suspensos totais (SST (mg/L)) pela 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/m²) 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_f = peso final, P_i = peso inicial, T_f = tempo final, T_i = tempo inicial, $\ln P$ = logaritmo natural da média natural do peso final ou inicial, N_i = número de juvenis estocados e N_f = número de juvenis ao final do estudo.

Análise estatística

Após 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 de post hoc-Tukey ($P < 0,05$). Os dados de sobrevivência foram transformados pelo arcoseno da raiz quadrada para realização das análises.

RESULTADOS

Qualidade da água e controle dos bioflocos

Os valores médios de salinidade de 32(±0,2), temperatura de 26,08(±0,14)°C, pH 8,00(±0,20) e oxigênio dissolvido de 5,73(±0,86) mg/L ao longo do estudo não apresentaram diferença estatística 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. A concentração da clorofila *a* não apresentou clara associação com os tratamentos avaliados e oscilaram entre 0,5 e 8,5 µg/L (figura 1 a). Os valores da amônia ao longo do estudo não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos, sendo que o valor médio da amônia foi 0,38±0,26 mg/L. No 14º dia foram observados os maiores valores de amônia seguidos por uma redução e estabilização dos valores deste parâmetro (figura 1 b).

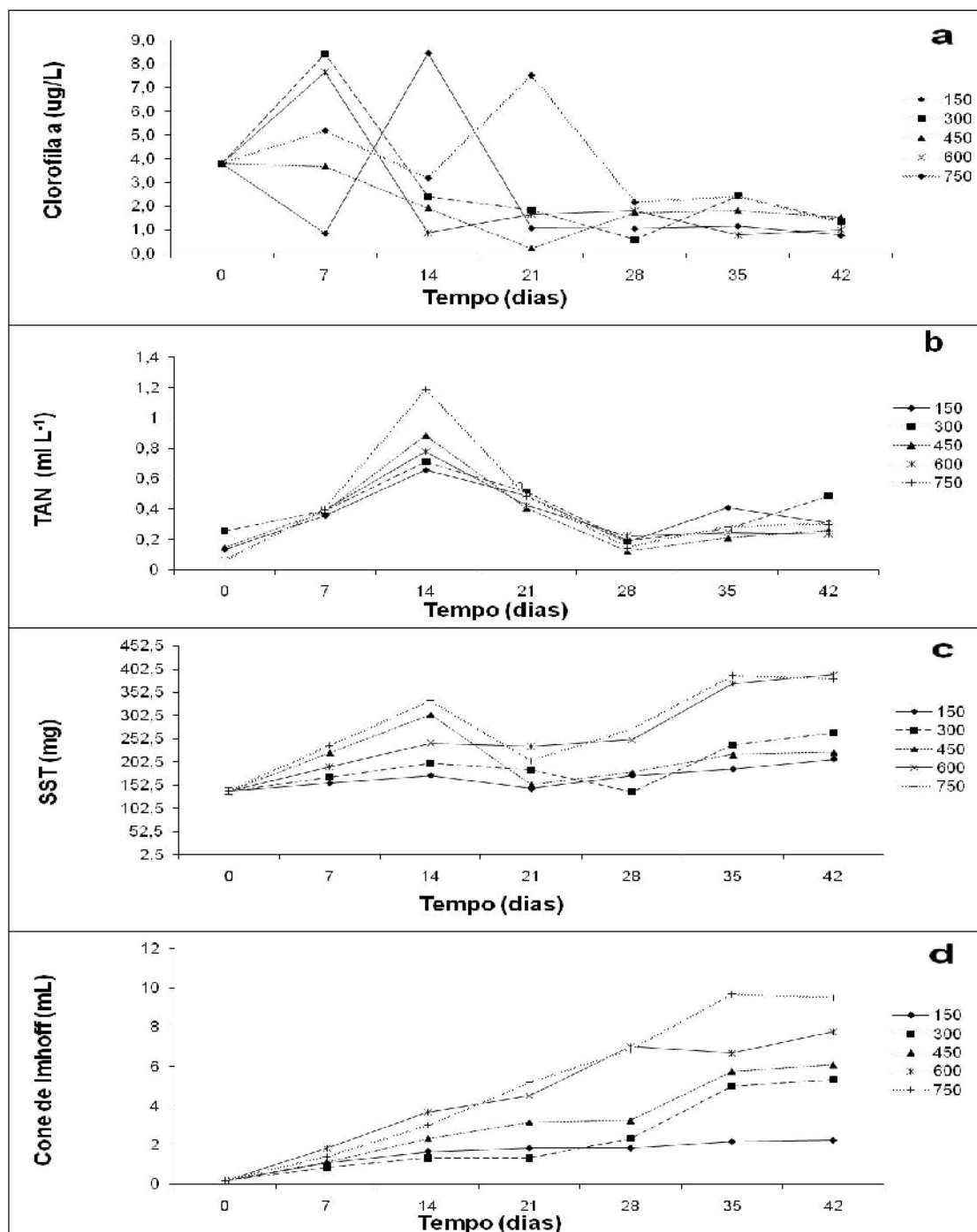


FIGURA 1 – Variação da clorofila a (a), amônia total (b), sólido suspensos totais (c) e cone de Imhoff (d) ao longo da produção de *F. brasiliensis* em sistema BFT, durante a fase de berçário.

O maior valor médio de sólidos suspensos totais ($390 \pm 0,19$ mg/L) foi observado na densidade de 600 juvenis/m², porém não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos ($p < 0,05$) (figura 1 c). O volume de bioflocos (mL/L) aumentou gradativamente no decorrer do estudo e com a ampliação das densidades de estocagem. Ao final do estudo o menor volume de bioflocos ($2,2 \pm 0,9$) foi

observado na densidade 150 juvenis/m², o qual foi diferente estatisticamente das densidades de 600 e 750 juvenis/m², que apresentaram respectivamente os valores de $7,8 \pm (0,7)$ e $9,5 (\pm 2,4)$ (figura 1 d).

Parâmetros zootécnicos

Os parâmetros zootécnicos utilizados para avaliar a produção do camarão rosa *F. brasiliensis*

estão apresentados na tabela 1. Os maiores valores do 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/m², os quais foram iguais estatisticamente aos observados na densidade de 300 juvenis/m². O maior valor de biomassa produzida foi na densidade de 600 juvenis/m² ($67,472 \pm 10,52$ g/m²), o qual diferiu significativamente do tratamento com densidade de 150 juvenis/m² ($26,516 \pm 4,10$ g/m²). Não foram

encontradas diferenças significativas na sobrevivência entre as densidades de 150 a 600, porém na densidade de 750 juvenis/m² a sobrevivência foi significativamente inferior. Os valores de taxa de crescimento específica e de taxa de crescimento diário ao longo do estudo não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ($p > 0,05$).

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

	Tratamentos				
	150	300	450	600	750
Peso Inicial (g)	$0,032 \pm 0,006^a$	$0,032 \pm 0,006^a$	$0,032 \pm 0,006^a$	$0,032 \pm 0,006^a$	$0,032 \pm 0,006^a$
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 ⁻²)	$26,516 \pm 4,10^a$	$42,113 \pm 13,16^{ab}$	$58,026 \pm 10,16^b$	$67,472 \pm 10,52^b$	$54,514 \pm 17,15^{ab}$
Sobrevivência (%)	$95,56 \pm 4,19^a$	$81,94 \pm 5,77^a$	$82,40 \pm 3,70^a$	$89,31 \pm 3,78^a$	$48,77 \pm 14,08^b$
CD (10 ⁻⁴ g dia ⁻¹)	$22,3 \pm 6,7^a$	$20,0 \pm 7,4^a$	$17,8 \pm 2,5^a$	$13,9 \pm 2,1^a$	$16,2 \pm 3,8^a$
TCE (%)	$4,04 \pm 0,48^a$	$3,83 \pm 0,49^a$	$3,61 \pm 0,41^a$	$3,18 \pm 0,21^a$	$3,46 \pm 0,19^a$

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 importante para a produção de organismos aquáticos, pois afeta diretamente o desempenho produtivo e sobrevivência destes animais. Durante o período experimental os valores físicos e químicos de qualidade da água, temperatura, oxigênio, salinidade, pH e alcalinidade, foram mantidos dentro dos padrões ideais para produção de camarões marinhos (Boyd, 1997; Vinatea, 1997 e Wasielesky, 2000).

Outro fator relevante para a produção de camarões esta relacionado a 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 nitrogenados no sistema, sendo necessária a renovação de água para

não afetar os organismos cultivados (Queiroz & Boeira 2007). No entanto, em sistema de produção com bioflocos, a imobilização de nitrogenados é realizada pela ação dos microorganismos (bactérias, fitoplancton, 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, provavelmente pela ação dos microorganismos heterotróficos, já que o valor médio da amônia se manteve em $0,38 \pm 0,26$ mgL⁻¹ e não houve renovações de água. Estudos similares realizados em sistema BFT demonstram a eficiência dos microorganismos no controle dos níveis de amônia (Avnimelech et al 1999, Samocha et al 2007, Ling & Chen 2005, Schneider et al. 2006).

Em sistemas BFT ocorre proliferação gradativa dos microorganismos heterotróficos, o aumento dos SST e do volume de bioflocos, o que reduz a penetração da luz na coluna de água e afeta negativamente a formação e a atividade das microalgas (Avnimelech 1999). Esta relação inversa

entre clorofila *a* e o SST está claramente estabelecida no presente trabalho e ocorreu a partir da 3ª semana experimental. 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 que variaram de 114,8 a 314 µgL⁻¹, contudo no presente estudo observou-se o valor médio de 2,7 µgL⁻¹.

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. Segundo Avnimelech (2009) os valores de SST e volume de bioflocos devem ser inferiores a 500mg/L e 40ml/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 ao recomendado por este autor.

Além da relação C:N diversos outros fatores podem estar associados a alterações na formação e composição de bioflocos. Entre eles podemos citar a variação na densidade de estocagem. Neste estudo, ficou evidente que a variação da densidade de estocagem afetou o volume de bioflocos formados, uma vez que na menor densidade (150 juvenis/m²) o volume foi inferior ao encontrado nas maiores densidades 600 e 750 juvenis/m². 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 com o intuito de viabilizar a produção de espécies brasileiras de

camarões marinhos em sistemas BFT. Emerenciano *et al.* (2007) cultivando *F. paulensis* em bioflocos na fase de berçário durante o período de 30 dias (500 juvenis/m²) obtiveram melhores resultados de ganho de peso (0,155 g) e produção de biomassa (64,15 g/m²) quando comparados com os resultados deste estudo. Fôes *et al.* (2008), também produzindo *F. paulensis* durante o período de 30 dias (500 juvenis/m²) com biofoco mantido 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. Contudo Emerenciano *et al.* (2007) e Fôes *et al.* (2011), utilizaram espécies diferentes da produzida neste trabalho. Além disso, a manutenção dos bioflocos não foi realizada pelo sistema de cultivo e sim pelo bombeamento da água de um tanque adjacente contendo animais produzidos em BFT. Esta pode ser uma das causas da diminuição do desempenho zootécnico do *F. brasiliensis* uma vez que diferentes espécies produzem bioflocos com diferentes composições e abundância de microorganismos (Ferreira 2008).

Quando comparados os resultados de ganho de peso e produção de biomassa deste estudo com os resultados encontrados para outras espécies de camarões produzidos em BFT, observa-se que o desempenho zootécnico pode ser melhorado. Diversos estudos comprovam a eficiência da incorporação de substrato na melhoria do 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 *et al.* (2007) avaliando a fase de berçário do *F. brasiliensis* cultivado em gaiolas no estuário da Lagoa dos Patos na densidade de estocagem de 300 juvenis/m², observaram que a produção do *F. brasiliensis* em ambientes com disponibilidade de alimentação natural possibilitam 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 do *F. brasiliensis* produzido em BFT.

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/m² 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, a realização de berçários em sistema BFT 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/m²) 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/m² obtiveram resultados de sobrevivência similares ao encontrado neste estudo. No presente estudo a produção do *F. brasiliensis* em BFT realizada na densidade de estocagem de 600 juvenis/m² não causou prejuízo a taxa de sobrevivência. Este resultado pode estar associado a melhoria na qualidade de água, principalmente o 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).

Portanto, com base nos resultados deste estudo pode-se concluir que os juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis*, mantidos em sistema BFT, podem ser cultivados na densidade de 600 juvenis/m² ou 2400 juvenis/m³ durante a fase de berçário com boa produção de biomassa e sem diminuição da taxa 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.

REFERÊNCIAS

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 (editora), 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, & MALKA K. 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, 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: 253–263p.

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* (Pérez Farfante, 1967), na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo. Inst. Pesqu. Mar, SP, 22:49-59.

EATON, AD, LS CLESERCI & AE GREENBERG. (Eds.). 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 10th edition. Amer. Pub. Health Assoc., Washington D.C.

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: 44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2007, Jaticabal - SP. Anais da 44ª Reunião Anual da SBZ, 2007.

- FROES, 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.
- FÓES, GK, CN FRÓES, D KRUMMENAUER, EL BALLESTER, LHS POERSCH & W WASIELESKI. Berçários intensivos de *Litopenaeus vannamei* e *Farfantepenaeus paulensis* em meio de cultivo heterotrófico. 2008. Anais da FENACAN 2008.
- FERREIRA, LMMHM. 2008. Formação de flocos microbianos em cultivo do Camarão Rosa *Farfantepenaeus paulensis* e do camarão-branco *Litopenaeus vannamei*. Dissertação de mestre em Aqüicultura no Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, 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
- PMA 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-%20completo.pdf>. Acessado em 14/07/2012
- 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.*, 2008, 1-16
- KRUMMENAUER D, WJ WASIELESKY, S PEIXOTO, RO CAVALLI & P R 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
- 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.
- LOPES, DLA. 2007. Criação do Camarão Rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (CRUSTACEA: DECAPODA) em gaiolas no estuário da Lagoa dos Patos, RS. Dissertação de mestrado em Aqüicultura no Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, 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,
- 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.
- 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 Aqüicultura 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 Aqüicultura*, Porto Alegre, 1993. Anais. Porto Alegre: Ed. 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 aqüicultura: 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.

Submetido – 21/12/2011

Aceito – 06/03/2012