



AVALIAÇÃO DO BIOFILME NA PRODUÇÃO DO CAMARÃO MARINHO BRANCO DO PACÍFICO

César Antunes Rocha NUNES^{1*}
Carlos Alberto da Silva LEDO¹
Clóvis Matheus PEREIRA¹
Carla Macedo FERNANDES¹
José dos SANTOS¹
Washington Luiz Gomes TAVECHIO¹
Keisyara Bonfim dos SANTOS¹

Recebido em 01/06/2019

Aceito em 20/08/2019

Publicado em 17/12/2019

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos substratos artificiais sobre os parâmetros físico-químicos da água e o consumo do biofilme pelo camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. Forma utilizados juvenis de 2,8 g e área de substratos artificiais de 25% da área do cercado. A qualidade da água foi analisada diariamente e a coleta do biofilme feita com 49 dias de experimento. O tratamento testemunha não continha substratos artificiais e fornecimento de ração, e os demais apresentavam substratos artificiais e percentuais de arraçoamento de 0%, 2%, 4% e 6%. Não houve influência significativa dos substratos para temperatura, salinidade, transparência, amônia e pH. Oxigênio houve diferença significativa entre os tratamentos. Houve diferença significativa da matéria seca do biofilme entre todos os tratamentos e a testemunha. Os substratos não interferiram na qualidade da água e na redução do consumo de ração, podendo ser usado como fonte complementar na dieta dos camarões.

PALAVRAS-CHAVE: Substratos Artificiais. Camarões. Matéria Seca. *Litopenaeus vannamei*.

EVALUATION OF BIOFILME IN THE PRODUCTION OF THE PACIFIC WHITE MARINE SHRIMP

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of artificial substrates on the physico-chemical parameters of water and the consumption of biofilm by the marine shrimp *Litopenaeus vannamei*. Form used juveniles of 2.8 g and artificial substrates area of 25% of the area of the enclosure. The water quality was analyzed daily and the biofilm collection was done with 49 days of experiment. Witness treatment did not contain artificial substrates and feed supply, and the others had artificial substrates and percentage rations of 0%, 2%, 4% and 6%. There was no significant influence of substrates for temperature, salinity, transparency, ammonia and pH. Oxygen there was a significant difference between the treatments. There was a significant difference in the dry matter of the biofilm between.

KEYWORDS: Artificial Substrates. Cameroon. Dry Matter. *Litopenaeus vannamei*.

¹Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Humanas e Tecnologia (DCHT), Campus XXIV. Rua João Guimarães, s/n, Xique-Xique, BA, Brasil, 47400-000.

*Autor correspondente: cesar@zootecnista.com.br

INTRODUÇÃO

A aquicultura representa sérios fatores de poluição, por exemplo, ração, fertilizantes e medicamentos, que promovem a eutrofização e consequente florações de cianobactérias (ARANA, 2004; BUFORD, 1997).

A utilização de substratos artificiais pode diminuir os efeitos negativos causados pelo aumento da densidade de estocagem, fato já documentado por Wasielesky et al. (2001) e Preto et al. (2005), resultados semelhantes atingidos com o uso de substratos foram também reportados por Bratvold e Browdy (2001) e Moss e Moss (2004).

O biofilme pode contribuir na alimentação de peixes e crustáceos através do fornecimento de ácidos graxos poliinsaturados, vitaminas e minerais essenciais, os quais estão presentes na composição dos microorganismos que fazem parte da comunidade do biofilme (AZIM et al., 2001; BRATVOLD; BROWDY, 2001; RAMESH et al., 1999).

O biofilme pode ainda colaborar positivamente para a manutenção da qualidade da água, pois as bactérias e microalgas nele presentes são capazes de aproveitar compostos tóxicos como a amônia, excretada pelos peixes e camarões, e transformá-los em biomassa que posteriormente pode ser consumida pelos mesmos animais, realizando uma biofiltração *in situ* e colaborando para a nutrição dos animais confinados (RAMESH et al., 1999; AZIM et al., 2001; BRATVOLD; BROWDY, 2001). A matéria orgânica e a energia são transferidas por microorganismos para vários níveis tróficos superiores, onde o carbono orgânico dissolvido se torna disponível por meio das bactérias (POMEROY, 1994). As bactérias absorvem o carbono orgânico disponível, aumentam sua população e são consumidas por nano flagelados e pequenos ciliados (protozooplâncton) que atua como uma fundamental fonte de alimento para organismos bentônicos e planctônicos.

Dentre os vários processos e aportes, nos quais o fitoplâncton está envolvido destacam-se: (a) a produção de oxigênio dissolvido através da reação de fotossíntese (BOYD, 1991; PIEDRAHITA, 1991); (b) a assimilação de nutrientes, incluindo a amônia e outros metabólitos tóxicos para o camarão, que são sequestrados da

água e convertidos em compostos orgânicos, melhorando os parâmetros de qualidade da água (BOYD, 1995), e; (c) o aporte de nutrientes essenciais que funcionam como fonte alimentar indireta para os camarões cultivados (ALLAN et al., 1995; HUNTER et al., 1987; STAHL, 1979).

Restos de fósforo e nitrogênio provenientes de ração não assimilada foram identificados como as principais fontes de nutrientes que deterioram a qualidade da água, tanto em criações como no ambiente natural (BOYD, 2003).

Anderson et al. (1987) usando a técnica de isótopos estáveis de carbono demonstraram que entre 53% e 77% do crescimento de *Litopenaeus vannamei* produzido em viveiros era devido à ingestão do alimento natural disponível, ficando a contribuição da ração entre 23% e 47%. Estes resultados demonstram a importância da otimização do consumo do alimento natural por parte dos camarões confinados.

O entendimento de como os substratos artificiais pode ajudar na produção de camarões da espécie *L. vannamei* pode ser um estímulo nos procedimentos de manejo e criação desta espécie. As informações contidas neste estudo têm o objetivo de obter uma melhor compreensão da influência dos substratos sobre os parâmetros físico-químicos da água e o consumo do biofilme pelo camarão.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização do experimento

O trabalho foi desenvolvido no período de 27/11/2008 a 29/12/2008 na Fazenda Experimental Oruabo, Bahia Pesca S.A. localizada no distrito de Acupe, distante 12 km da cidade sede do seu município Santo Amaro da Purificação, BA (12°40' 28" S e 38°44'9" W). A fazenda fica as margens da Baía de Todos os Santos, próximo ao município de Saubara. O experimento foi realizado no viveiro 6 do setor de engorda, com área de 1 hectare (500 x 20 m), apresentando profundidade média de 1,5 m.

Descrição do experimento

Os camarões utilizados no experimento foram produzidos no laboratório de carcinicultura

da fazenda Oruabo. Nos tanques de reprodutores de 10.000 L, machos e fêmeas de *Litopenaeus vannamei* foram estocados na proporção de um macho para uma fêmea. As fêmeas induzidas para maturação ovariana a partir da ablação unilateral do pedúnculo ocular.

As larvas foram criadas até atingir o estágio de Pós-larva “15”, processo que durou 27 dias. As pós-larvas, após este período, foram transportadas para o viveiro escavado de engorda 10, onde permaneceram neste regime recebendo ração farelada de 40% de proteína bruta por um período de 30 dias, atingindo peso médio de 2,8 g. Posteriormente, os juvenis foram transferidos para as unidades experimentais.

Os camarões foram estocados em densidades de 30 camarões/m², em cercados de 4 m², confeccionados com telas de tamanho de malha 1 mm de Polietileno (100%), da cor preta, com altura de 1,5 m, fixadas por quatro estacas de madeira montadas no interior do viveiro. As telas fixadas às estacas e suas extremidades ficaram enterradas a 20 cm de profundidade, aproximadamente. Os cercados ficaram distantes 3 metros entre os blocos. Os blocos distantes a 20 m da comporta de saída e 70 m da entrada de água, mantendo-se ainda uma distância de 20 m em relação aos diques laterais do viveiro. Os cercados estavam paralelos à largura do viveiro, próximos a saída de água, onde o viveiro é mais profundo.

Os Substratos Artificiais foram confeccionados com a mesma tela dos cercados, amarrados com fio de nylon em estacas ficando imersa na água, e colocadas no centro do tanque, com distância do fundo do viveiro de 5 cm, ocupando 25% (1 m²) da área de fundo do cercado (DOMINGOS, 2003). A tela do substrato artificial foi instalada 21 dias antes do início do povoamento do experimento, tempo necessário para assentamento e colonização do filme orgânico (proteínas e colóides orgânicos) e dos colonizadores primários (bactérias e diatomáceas), secundários (protozoários e macroalgas) e terciários (crustáceos, briozoários, poliquetas, etc.) (ARBAZUA; JAKUBOWSHI, 1995).

O experimento foi montado em blocos casualizados com 4 blocos e 5 tratamentos, totalizando 20 parcelas experimentais (Tab. 1).

Análises físico-químicas da água

Durante o período experimental, foi realizado o controle diário da qualidade da água das parcelas experimentais através da análise da salinidade da água (Refratômetro Atago TM óptico), com precisão de 1 ppt, do oxigênio dissolvido (oxímetro microprocessado AT 150, Alfakit) com precisão de 0 – 20 mg L⁻¹, ± 2 % da leitura, do pH e temperatura (pHmetro AT 300, Alfakit) com precisão de ± 0,1% e da transparência (Disco de Secchi). A análise da amônia foi feita uma vez por semana (CARD KIT AMONIA-INDOTEST). As coletas das amostras de água foram feitas em todas as parcelas experimentais e foram realizadas coletas em um ponto aleatório fixo, dentro dos limites do viveiro e distante, no mínimo, vinte metros das parcelas experimentais para caracterizar a qualidade da água do viveiro sem influência dos cercados experimentais.

Tabela 1. Porcentagem de arraçoamento de acordo com os tratamentos.

Tratamentos	% de uso de ração/biomassa
T ₁	0% sem substratos artificiais
T ₂	0% com substratos artificiais
T ₃	2% com substratos artificiais
T ₄	4% com substratos artificiais
T ₅	6% com substratos artificiais

Coleta do biofilme

O material para análise do biofilme foi retirado dos substratos artificiais contidos nos cercados que representavam as parcelas experimentais. As amostras foram cortadas dos substratos artificiais em tamanho padrão de 10x10 cm (10 cm²), com o auxílio de uma tesoura, a uma profundidade de 10 cm da superfície dos substratos, 45 cm da borda direita e 45 cm da borda esquerda, totalizando 19 amostras (quatro amostras por tratamento, nos quatro tratamentos com biofilme e três amostras do viveiro). As amostras foram pesadas e envoltas em papel alumínio, identificados de acordo com o tratamento e repetição, e secadas em estufa de circulação forçada de ar, 650 C durante 24h. Após este período, esperou-se 30 minutos, para resfriamento das amostras e processou-se a pesagem. Uma amostra do material do biofilme de igual tamanho e sem uso foi pesada igualmente para determinação da matéria seca do biofilme.

Análises estatísticas dos dados

Os dados referentes aos parâmetros físico-químicos e matéria seca do biofilme foram submetidos à Análise de Variância. Para a comparação da média do tratamento testemunha com os demais tratamentos foi utilizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Para as médias dos tratamentos com substrato artificial foram ajustadas equações de regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade da água

As análises dos parâmetros de qualidade da água buscaram estabelecer a influência dos substratos artificiais na qualidade da água para o cultivo de camarões. Com exceção do oxigênio dissolvido, os parâmetros físico-químicos das parcelas experimentais não apresentaram variação entre os tratamentos, como pode ser observado na Tabela 2.

Temperatura

As temperaturas mínima e máxima registradas durante o período de cultivo apresentaram os valores de 26,5 e 30,8°C. As temperaturas registradas estão na faixa ideal. Segundo Nunes (2002b) e Pillay (1990) a faixa ideal de temperatura para a espécie *L. vannamei*, está entre 26 e 33°C e de 22 a 32°C, respectivamente.

A temperatura é um parâmetro físico-químico de muita importância para o cultivo de organismos aquáticos. De acordo com Nunes (2002b), no cultivo de camarões marinhos a temperatura da água está intimamente associada à temperatura do ar. Durante o período do estudo foi constatada uma uniformidade de temperatura em todos os tratamentos não havendo influência dos substratos nesta variável.

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as médias dos tratamentos que utilizaram que utilizaram diferentes níveis de arçoaamentos e substratos artificiais 28,9°C ($\pm 0,025$), 28,8°C (0,2), 30,4°C ($\pm 2,025$) e 28,95°C ($\pm 0,05$). Não existiu diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos com substratos artificiais e a testemunha 28,9°C ($\pm 0,05$). Não

houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as médias de todos os tratamentos e a média do viveiro 29,1°C ($\pm 0,84$), onde estavam instaladas as parcelas experimentais.

Salinidade

Segundo Vinatea (1997), os principais fatores que afetam a salinidade nas fazendas de cultivo do camarão marinho são a precipitação e a evaporação. Boyd (2000) atesta que, em sua grande maioria, as fazendas localizam-se em zonas tropicais, onde as estações secas e chuvosas são bem definidas. De acordo com Pillay (1990), a espécie *L. vannamei* suporta salinidade de 0% a 50%. A faixa ideal de salinidade para o cultivo varia entre 15% e 25% (VINATEA, 1997), porém trata-se de espécie que vem sendo cultivada com êxito em baixas salinidades. Na presente pesquisa, a salinidade encontrada esteve acima do proposto por Vinatea (1997), porém dentro da faixa que a espécie suporta, segundo Pillay (1990).

Com base nos resultados obtidos, a salinidade do viveiro e dos tratamentos é caracterizada como um ambiente polihalino ou salino (KUBITZA, 2003), ou seja, a variação da salinidade das parcelas experimentais estava dentro de uma margem que está entre 18% a 30%, parâmetro esse que pode ser influenciado pela proporção da mistura entre água doce e salgada em áreas estuarinas, estações de chuva e evaporação da água.

Não constatamos diferença significativa ($p>0,05$) entre as médias dos tratamentos que utilizaram que utilizaram diferentes níveis de arçoaamentos e substratos artificiais 39,3% C ($\pm 0,15$), 39,4% ($\pm 0,2$), 39,4% ($\pm 0,125$) e 39,6% ($\pm 0,15$). Não existiu diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos e a testemunha 36,75% ($\pm 0,98$). Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as médias de todos os tratamentos e a média do viveiro 39,3 % ($\pm 0,9$).

Transparência

Para Sipaúba-Tavares (2003) o ideal é manter a visibilidade entre 0,25 e 0,70 m, desde que o fundo não esteja totalmente visível. Para Mercadante et al. (2006), quando a transparência for menor que 0,40 m, recomenda-se redução do

Tabela 2. Concentração média dos parâmetros físico-químicos da água nos tratamentos \pm desvio padrão.

Tratamento	Temperatura	Salinidade	Transparência	Amônia	Oxigênio
T ₁	28,9 \pm 0,05	36,3 \pm 0,98	28,9 \pm 0,05	0,03 \pm 0,003	4,6 \pm 0,175
T ₂	28,9 \pm 0,025	39,3 \pm 0,15	0,37 \pm 0,003	0,03 \pm 0,0	4,4 \pm 0,125
T ₃	28,8 \pm 0,2	39,4 \pm 0,2	0,36 \pm 0,015	0,03 \pm 0,003	4,4 \pm 0,125
T ₄	30,4 \pm 2,025	39,4 \pm 0,125	0,37 \pm 0,005	0,4 \pm 0,005	4,1 \pm 0,15
T ₅	28,95 \pm 2,05	39,6 \pm 0,15	0,37 \pm 0,005	0,35 \pm 0,005	3,7 \pm 0,4

arraçoamento e fertilização, pois são os principais potencializadores do crescimento intenso do plâncton, principalmente fitoplâncton, ocasionando baixas transparências e elevação de fatores abióticos como turbidez e condutividade elétrica, e bióticos como clorofila-*a*, feofitina e nutrientes.

Durante os 49 dias do experimento não houve variação deste parâmetro, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias dos tratamentos que utilizaram que utilizaram diferentes níveis de arraçoamentos e substratos artificiais 0,37 m (\pm 0,003), 0,36 m (\pm 0,015), 0,37 m (\pm 0,005) e 0,37 m (\pm 0,005). Não existiu diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos e a testemunha 28,9°C (\pm 0,05). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias de todos os tratamentos e a média do viveiro 0,38 m (\pm 0031).

Amônia

Segundo Vinatea (1997), a amônia se apresenta na água do viveiro como um subproduto do metabolismo dos animais e da decomposição da matéria orgânica pelas bactérias, podendo ser reutilizada pelos vegetais ou ser nitrificada a nitrato por meio de bactérias quimioautotróficas.

O limite ideal para produção de camarões *L. vannamei*, em relação à amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$) é de 0,1-1,0 ppm. Todos os compostos nitrogenados, inclusive a amônia, servem como nutrientes para o fitoplâncton (OSTRENSKY; BARBIERI, 1997).

No período do experimento não houve variação da amônia total, não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias dos tratamentos que utilizaram que utilizaram diferentes níveis de arraçoamentos e substratos artificiais 3 ppm (\pm 0,0), 0,03 ppm (\pm 0,003), 0,4 ppm (\pm 0,005) e 0,35 ppm (\pm 0,005). Não existiu dife-

rença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos e a testemunha 0,03 ppm (\pm 0,003). As médias dos tratamentos não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) em relação à média do viveiro 0,03 ppm (\pm 0,007).

A carga alta de arraçoamento nos tratamentos com 4% e 6% em relação a sua biomassa poderia aumentar os níveis de amônia nestes tanques, no entanto o equilíbrio da comunidade que coloniza o biofilme pode ter minimizado as substâncias tóxicas produzidas, principalmente, pelos resíduos da ração. Bratvold e Browdy (2001), utilizando mantas de Aquamats™, relataram que a introdução de substratos artificiais nos tanques, resultou numa diminuição das concentrações de NH_3/N^- ionizado.

Oxigênio dissolvido

O uso da alimentação artificial ocasiona a poluição da água do viveiro pelos resíduos metabólicos orgânicos e inorgânicos do próprio camarão. O alimento não ingerido, também, se decompõe liberando nutrientes na água que ocasionam um aumento do fitoplâncton, que é mais abundante na proporção em que mais alimentos são usados. À medida que a quantidade de fitoplâncton aumenta, o ciclo diário do oxigênio dissolvido é mais baixo na madrugada e mais alto no período das tardes. Taxas de alimentação acima de 40 a 50 kg/ha por dia ocasionarão inaceitáveis baixos níveis de oxigênio dissolvido (BOYD, 2000).

Segundo Boyd (2000), a concentração do oxigênio dissolvido é a variável que mais influencia o bem-estar dos organismos aquáticos. No programa de Aquicultura Responsável da Global Aquaculture Alliance (GAA), a norma inicial para a concentração mínima de oxigênio nos efluentes da carcinicultura marinha é 3 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, com uma meta de 4 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (BOYD, 2002). Segundo o

Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2002), de acordo com a Resolução nº 312, tais valores não podem ser inferiores a 5 mg.L⁻¹. Períodos curtos de exposição dos camarões a concentrações abaixo de 2 mg.L⁻¹ causam estresse na respiração e abaixo de 1 mg.L⁻¹ concorre para a mortalidade (FAST; LANNAN, 1992; PRIMAVERA, 1993).

Houve diferença significativa entre todos os tratamentos que utilizaram diferentes níveis de arraçoamentos e substratos artificiais (1% e a 5% de probabilidade pelo teste de F). As concentrações de oxigênio dissolvido entre os tratamentos 4,4 mg/L (± 0,125), 4,4 mg/L (± 0,125), 4,1 mg/L (± 0,15) e 3,7 mg/L (± 0,4). Houve diferença significativa (p<0,05) entre o tratamento com 6% de arraçoamento e com substratos artificiais e o tratamento testemunha 4,6 mg/L (± 0,175).

O tratamento com 6% de arraçoamento e substratos artificiais, de acordo com a Figura 1, provavelmente foi influenciado pela carga maior de ração disponível no tratamento. Estes valores baixos podem ter sido influenciados pela taxa de arraçoamento.

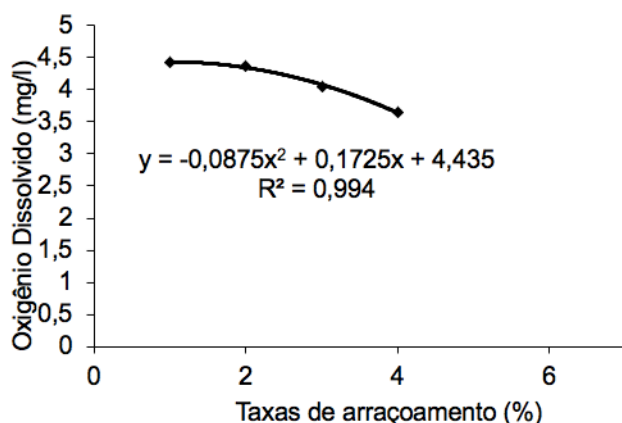


Figura 1. Concentração de Oxigênio Dissolvido em função das taxas de arraçoamento.

No período experimental, os picos de baixa de oxigênio foram percebidos durante o horário da coleta (05h00min a 06h00min), caracterizado pela visualização dos camarões na superfície do cercado do tratamento com 6% de arraçoamento que apresentou no dia 20/12/09, às 05h30min o menor índice de oxigênio dissolvido (1,99 mg/L) entre os tratamentos.

pH

A faixa ideal do pH para cultivo de *L. vannamei* varia entre 8,1 e 9,0 (HERNANDEZ; NUNES, 2001). Segundo Igarashi (1995), o pH da água de cultivo deve ser levemente alcalino entre 8,0 a 8,5.

Durante o período experimental não houve variação dos valores de pH, portanto não havendo diferença significativa (p>0,05) entre as médias dos tratamentos que utilizaram diferentes níveis de arraçoamentos e substratos artificiais 8,5 (± 0,0), 8,5 (± 0,0), 8,5 (± 0,025) e 8,5 (± 0,025). Não existiu diferença significativa (p>0,05) entre os tratamentos e a testemunha 8,5 (± 0,25). As médias dos tratamentos não apresentaram diferença significativa (p>0,05) em relação à média do viveiro 8,56 (± 0,15).

Matéria seca do biofilme

Conforme pode ser observado na Tabela 3, a matéria seca do biofilme não apresentou diferença significativa em relação às médias dos tratamentos que utilizaram diferentes níveis de arraçoamentos e substratos artificiais 22,5 g/m² (± 13,75) e 25,0 g/m² (± 10,0) entre si a 1% de probabilidade pelo teste de F.

Tabela 3. Relação do consumo do biofilme nos tratamentos com diferentes taxas de arraçoamento. T – Tratamento; MSB – Matéria seca do biofilme; MDP – Média do desvio padrão.

T	MSB (g)	MDP
T ₁	-	-
T ₂	22,5	± 13,75
T ₃	25,0	± 10,00
T ₄	50,0	± 20,00
T ₅	72,5	± 12,50
VE.06	106,7d	± 21,70

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 1% de probabilidade.

Os tratamentos com 4% 50,0 g/m² (± 20,0) e 5% 72,5 g/m² (± 12,5) que utilizaram diferentes níveis de arraçoamentos e substratos artificiais, também não apresentaram diferença significativa entre si a 1% de probabilidade pelo teste de F. Porém existe diferença significativa dos tratamentos 0% e 2% entre os tratamentos 4% e 6%. Também existe diferença significativa (p>0,05) entre os tratamentos 0, 2 e 4% que utilizaram diferentes níveis de arraçoamentos e substratos artificiais em relação a testemunha 106,7 g/m² (± 21,7) (Fig. 2).

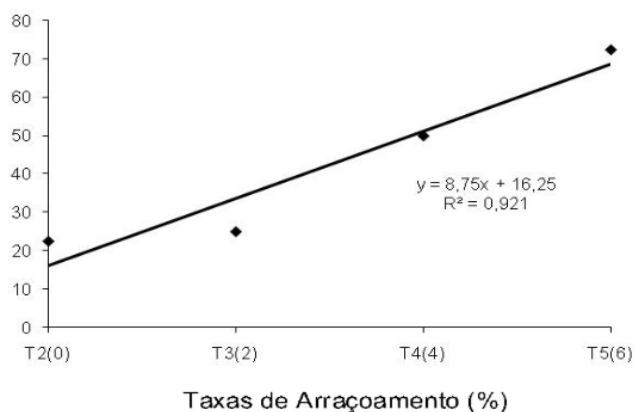


Figura 2. Conteúdo médio da matéria seca do biofilme (g) nas diferentes taxas de arraçoamento.

Os tratamentos que tiveram a menor carga de arraçoamento (0% de uso de ração da biomassa total de camarões, 2% de uso de ração da biomassa total de camarões e 4% de uso de ração da biomassa total de camarões) tiveram seus pesos, em matéria seca de biofilme, menores em relação ao tratamento com 6% de uso de ração da biomassa total de camarões. Todos os tratamentos tiveram pesos, em matéria seca de biofilme, menores que os substratos artificiais do viveiro 06, que não tiveram predação pelos camarões. Isso indica que, houve consumo do biofilme em todos os tratamentos e no caso do tratamento com 6% de arraçoamento e substratos artificiais, os camarões deram preferência em consumir a ração e consumindo pouco o biofilme. Os tratamentos 0, 4 e 6% de arraçoamento e substratos artificiais, tiveram as taxas de arraçoamento crescentes em relação ao fornecimento de ração, respectivamente, por isso houve um maior desestímulo ao consumo do biofilme, em função da oferta da ração.

Como pode ser observado na Figura 2, o tratamento com 6% de arraçoamento e substratos artificiais apresentou um maior peso seco em gramas em relação aos tratamentos com 0, 2 e 4%. Esta diferença pode ser atribuída a maior disponibilidade de ração no tratamento com 6%, que foi suficiente para determinar esta sobra de biofilme neste tratamento, indicando a preferência do camarão à ração balanceada. Isto não inviabiliza a introdução do biofilme, pois uma dieta com taxas menores de arraçoamento, praticadas nos cultivos comerciais, e o biofilme pode ser uma complementação da dieta, introduzindo nutrientes naturais de baixo custo na alimentação dos camarões. O alimento natural disponível em viveiros

de cultivo semi-intensivo é ininterruptamente consumido em grandes quantidades pelos camarões, sendo este consumo estimulado ainda mais com a oferta de rações comerciais (NUNES et al., 1996, FOCKEN et al., 1998).

A economia de quilos de ração usando substratos artificiais nos tratamentos do experimento foi positiva, pois a conversão alimentar dos tratamentos com 2% (0,6: 1), 4% (1,1: 1) e 6% (1,5: 1) apresentaram valores dentro do recomendado para conversão alimentar. Os tratamentos com 4% e 6% tiveram taxas de conversão alimentar dentro do recomendado e no tratamento com 2% a conversão alimentar foi menor em relação aos cultivos convencionais, que recomendam uma taxa de conversão alimentar satisfatória entre 0,9-1,5:1 (OSTRENSKY; BARBIERI, 2002).

A produtividade da carcinicultura brasileira no ano de 2003 foi de 2028 kg/ha/ciclo, sendo um recorde mundial à nível de produtividade dos países produtores (ABCC, 2007), este valor evidencia a produtividade conseguida com este trabalho que obteve nos tratamentos que conciliou o fornecimento de biofilme com a ração 2% (2.400,4 kg/ha/ciclo), 4% (3.244,6 kg/ha/ciclo) e 6% (3.145,3 kg/ha/ciclo) resultados superiores ao melhor ano da carcinicultura brasileira.

De acordo com a Figura 3, a relação biomassa/consumo do biofilme foi inversamente proporcional, pois nos tratamentos onde houve exclusivo consumo do biofilme 2% (0% de uso de ração da biomassa total) e pouca oferta de ração 4% (0% de uso de ração da biomassa total) produziram uma biomassa menor. Os tratamentos que consumiram menos biofilme, mas que continuam em suas dietas taxas de arraçoamento maiores com 4% de uso de ração da biomassa total e 6% de uso de ração da biomassa total, que produziram uma biomassa maior.

No período experimental os camarões ocupavam constantemente os substratos e consumiam biofilme, comprovando que esta espécie foi atraída pela alimentação disponível nos substratos artificiais (THOMPSON et al., 2002).

Além disso, Soares (2004) sugere que *F. paulensis* consome materiais vegetais no ambiente natural, a fim de ingerir o perifíton (biofilme). Embora sua abundância não foi estimada, bactérias heterotróficas estiveram igualmente pre-

sentes no biofilme. O biofilme é composto por diatomáceas, cianobactérias filamentosas e meiofauna, organismos (nematóides e protozoários ciliados). Todos estes organismos são referidos como sendo parte da dieta de camarões Peneídeos no ambiente natural (ALLAN; MAGUIRE, 1995; ALLAN et al., 1995; NUNES et al., 1997).

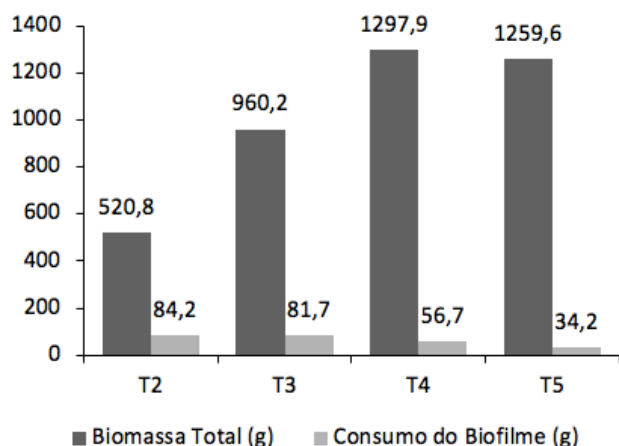


Figura 3. Peso total do Biofilme consumido em relação a biomassa total.

Pisseti (2005) observou que um incremento na taxa de crescimento na taxa de crescimento dos camarões entre a 9ª e 10ª semana, concomitante com a diminuição do peso seco do biofilme neste mesmo período.

Existem vários fatores que podem influenciar na predação do biofilme pelos camarões, como os fatores ambientais. Nos estudos deste experimento atribuímos o consumo do biofilme ao equilíbrio do alimento natural, disponível nos substratos artificiais, através do biofilme, ao consumo de ração, como partes de uma dieta altamente equilibrada e variada. As comunidades pertencentes a dieta natural dos camarões pode estar disponível para os camarões e contribuir positivamente ao crescimento dos animais.

A intensificação dos cultivos de *Litopenaeus vannamei* requer o estabelecimento de comunidades bem desenvolvidas, uma vez que esta é utilizada pelos camarões como complemento alimentar, fornecendo-lhes importantes compostos nutricionais, como ácidos graxos, essenciais à sobrevivência e crescimento dos camarões (MAIA et al., 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença dos substratos artificiais não influenciou na qualidade da água para o cultivo de camarões. No entanto, na presença do biofilme e do percentual de ração acima de 4%, os camarões tiveram preferência alimentar pela ração, aumentando os custos e perdendo desempenho produtivo.

AGRADECIMENTOS

À Bahia Pesca, pela concessão da estrutura, material biológico e pela flexibilidade nos horários de trabalho e a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela possibilidade de participar como discente da Pós-graduação no curso de Mestrado em Ciência Animal.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P.C.; THOMPSON, F.L.; WASIELESKY, W.; CAVALLI, R.O. New perspectives in the use of microorganisms in shrimp culture: food source, water quality and diseases control. **Anais do Aquacultura Brasil 98**. Pernambuco, v, 2-6, p. 703-709, 1998.
- ALLAN, G.L.; MAGUIRE, G.B. Effect of sediment on growth and acute ammonia toxicity for the school prawn, *Metapenaeus macleayi* (Haswell). **Aquaculture**, 131: 59-71, 1995.
- ANDERSON, R.K.; PARKER, P.L.; LAWRENCE, A.L. A ¹³C/ ¹²C tracer study of the utilization of presented feed by commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond growout system. **Journal of the World Aquaculture Society**, 18: 148-155, 1987.
- ARANA, L.V. **Fundamentos de Aqüicultura**. Florianópolis: EDUFSC, 2004.
- AZIM, M.E.; WAHAB, M.A.; VAN DAM, A.A.; BEVERIDGE, M.C.M.; VERDEGEM, M.C.J. The potential of periphyton-based culture of two Indian major carps, rohu *Labeo rohita* (Hamilton) and gonia *Labeo gonius* (Linnaeus). **Aquaculture Research**, 32: 209-216, 2001.
- BARBIERI JR, R.C.; OSTRENSKY NETO, A. **Camarões Marinhos**: Engorda. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.
- BOYD, C.E. Empirical modeling of phytoplankton growth and oxygen production in aquaculture ponds. p. 363-395. In: BRINE, D.E.; TOMMASSO, J.R. (Eds). **Advances in World Aquaculture**. World Aquaculture Society, 1991. 606 p.
- BOYD, C.E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm level. **Aquaculture**, 226: 101-112, 2003.

- BOYD, C.E. **Manejo da qualidade de água na aquicultura e no cultivo do camarão marinho**. 1ed. Recife: ABCC, 2000.
- BOYD, C.E. Potential of sodium nitrate to improve environmental conditions in aquaculture ponds. **Journal of the World Aquaculture Society**, 26: 38-40. 1995.
- BOYD, C.E.; TEICHERT-CODDINGTON, D. Relationship between wind speed and reaeration in small aquaculture ponds. **Aquacultural Engineering**, 11: 121-131, 1992.
- BRATVOLD, D.; BROWDY, C.L. Effects of sand sediment and vertical surfaces (AquaMats™) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system. **Aquaculture**, 195: 81-94, 2001.
- BUFORD, M. Phytoplankton dynamics in shrimp ponds. **Aquaculture Research**, 28: 351-360, 1997.
- CONAMA. **Resolução nº 312/2002**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira. Diário Oficial da União. Brasília, DF, p. 60-66. 10 de out. 2002.
- DOMINGOS, J.A.S.; ARANA, L.V. Efeito do Uso de diferentes quantidades de substratos artificiais na engorda do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), em um sistema de cultivo semi-intensivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, 34: 141-150, 2008.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, V.3, n.4, 2003.
- FOCKEN, U.; COLOSO A.; BECKER M.C. Contribution of natural food and supplemental feed to the gut content of *Penaeus monodon* Fabricius in a semi-intensive pond system in the philippines. **Aquaculture**, 164: 5-116, 1998.
- HERNÁNDEZ, J.Z.; NUNES, A.J.P. Biossegurança no cultivo de camarão marinho: qualidade da água e fatores ambientais. **Revista da ABCC**, 3(2): 55-59, 2001.
- HUNTER, B.; PRUDER, G.; WYBAN, J. Biochemical Composition of Pond Biota, Shrimp Ingesta, and Relative Growth of *Penaeus vannamei* in Earthen Ponds. **Journal of the World Aquaculture Society**, 18: 162-174. 1987.
- IGARASHI, M.A. **Estudo sobre o cultivo de camarões marinhos**. Fortaleza: SEBRAE, 1995. 66 p.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1ed. Jundiá: , 2003. 229 p.
- MAIA, E.P.; LEAL, A.; CORREIA, E.S.; PEREIRA, A.L.; OLIVERA, A. Caracterização planctônica de cultivo super-intensivo de *Litopenaeus vannamei*. **Revista da ABCC**, 5(2): 60-62. 2003.
- MERCADANTE, C.T.J.; SILVA, D.; COSTA, S.V. Avaliação da qualidade da água de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo por meio de uso de variáveis abióticas e clorofila. In: ESTEVES, K.E.; SANT'ANNA, C.L. (Orgs) **Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo**. São Carlos: RiMa, 2006. 240 p.
- MOSS, K.R.K.; MOSS, S.M. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**, 35: 537-542, 2004.
- NUNES, A.J.P. O impacto da temperatura no cultivo de camarões marinhos. **Revista da ABCC**, 4: 43-48, 2002b.
- NUNES, A.J.P.; GODDARD, S.; GESTEIRA, T.C.V. Feeding activity patterns of the Southern Brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. **Aquaculture**, 144: 371-386, 1996.
- PIEDRAHITA, R.H. Simulation of short-term management actions to prevent oxygen depletion in ponds. **Journal World Aquaculture Society**, 22: 157-166. 1991.
- PILLAY, T.V.R. **Aquaculture: principles and practices**. 1ed. Oxford: Fishing News Books, 1990.
- PISSETI, T.L. Efeito da densidade de estocagem e do substrato atificial no cultivo do camarão-rosa *Farfantepeneaus paulensis* (Pérez – Farfante, 1967) em cercados. **Dissertação de Mestrado**. Fundação Universidade Federal do rio Grande, Rio Grande. 2005. 57 p.
- POMEROY, L.R. The ocean's food web, a changing paradigm. **Bioscience**, 24: 499-504, 1974.
- PRETO, A.L.; CAVALLI, R.O.; PISSETI, T.L.; ABREU P.C.; WASIELESKY JR, W. Efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepeneaus paulensis* cultivadas em gaiolas. **Ciência Rural**, 35(6): 1417-1423, 2005.
- RAMESH, M.R.; SHANKAR, K.M.; MOHAN, C.V.; VARGHESE, T.J. Comparison of three plant substrates for enhancing carp growth through bacterial biofilm. **Aquacultural Engineering**, 19: 119-131, 1999.
- SIPAÚBA-TAVARES. L.H.; GOMES, J.P.F.S.; BRAGA, F.M.S. Effect of liming management on the water quality in *Colossoma macropomum* ("Tambaqui"), ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 15(3): 95-103, 2003.
- SOARES, R.B. Comportamento alimentar de pós-larvas e juvenis do camarão-rosa *Farfantepeneaus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) em sistemas de cultivo. **Unpublished Ph.D. thesis**. Federal University of Rio Grande, Rio Grande, Brasil. 2004. 137 p.
- STAHL, M.S. The role of natural productivity and applied feeds in the growth of *Macrobrachium rosenbergii*. **Proceedings World Mariculture Society**, 10: 92- 109, 1979.
- THOMPSON, F.L.; P.C. ABREU; WASIELESKY JR, W. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. **Aquaculture**, 203: 263-278, 2002.

VINATEA, L.A. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**: uma revisão para peixes e camarões. 1ed. Florianópolis: UFSC, 1997.

WASIELESKY JR, W.; PERSH, L.H.; JENSEN, L.; BIANCHINI, A. Effect of stocking density on pen reared pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Decapoda, Penaeidae). **Nauplius**, 9: 163-167, 2001.