

# EFEITO DO USO DE DIFERENTES QUANTIDADES DE SUBSTRATOS ARTIFICIAIS NA ENGORDA DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931), EM SISTEMA DE CULTIVO SEMI-INTENSIVO

José Antonio DOMINGOS<sup>1</sup> e Luis VINATEA<sup>1</sup>

## RESUMO

O uso de substratos artificiais, que favorece o desenvolvimento do biofilme ou perifiton, aumenta a produtividade planctônica dos viveiros em um espaço tridimensional, beneficiando diretamente organismos onívoros de hábitos bentônicos, como os camarões, e indiretamente por favorecer níveis mais adequados de qualidade de água ao longo do cultivo. O presente estudo avaliou o efeito do acréscimo de diferentes quantidades de substratos artificiais verticais de alta superfície (0, 15, 30 e 45% sobre a área de fundo) sobre o crescimento, a sobrevivência, a demanda por ração, a produtividade e a conversão alimentar de juvenis de *Litopenaeus vannamei* cultivado em cercados dentro de um viveiro de terra em sistema semi-intensivo. Em relação ao grupo controle, não houve melhora em crescimento nem em conversão alimentar ( $P>0,05$ ), no entanto, independente da quantidade de substratos acrescida, a sobrevivência, a produtividade e a demanda por ração foram cerca de 20% superiores ( $P<0,05$ ). Observou-se um padrão oscilatório e crescente na demanda por ração, provavelmente associada a picos de muda e a estresses ambientais. Mesmo com ampla quantidade de biofilme disponível, a demanda por ração continuou proporcional a biomassa cultivada. Os resultados obtidos sugerem que o limiar do efeito de substratos artificiais testados sobre a produção de *L. vannamei* em sistemas semi-intensivos seja ainda menor que 15% da área de fundo.

**Palavras chave:** substratos artificiais, cultivo de *Litopenaeus vannamei*, engorda

## EFFECT OF DIFFERENT QUANTITIES OF ARTIFICIAL SUBSTRATES ON SHRIMP *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) GROW OUT, IN SEMI-INTENSIVE CULTURE SYSTEM

### ABSTRACT

The use of artificial substrates, that help the development of biofilm or periphyton, enhances phyto and zoobenthos productivity within ponds in a tri dimensional space. Benthic omnivorous organisms, like shrimp, take advantage of biofilms from nourishment and the maintenance of more adequate levels of water quality parameters. The present study evaluated the effects of increasing amounts of a high surface vertical substrate (0, 15, 30 and 45% of bottom area) over growth, survival, food demand, productivity and feed conversion ratio of *Litopenaeus vannamei* reared in pens (n=3) built into a semi-intensive managed earth pond. Commercial feed was offered 3 times a day through feeding trays for 6 weeks. Growth and feed conversion ratio were not affected by the presence of substrates ( $P>0.05$ ); however, independent from the amount of substrates, survival, demand for food and productivity were about 20% greater than control ( $P<0.05$ ). An oscillatory and increasing pattern on food demand was observed, probably associated to molting peaks and environmental stresses. Even with abundant availability of biofilm, commercial feed remained essential and proportional to cultured biomass. Results suggest that the effect of artificial substrates on *L. vannamei* production in semi-intensive systems can be achieved with a substrate area even less than 15% of the bottom.

**Key words:** artificial substrates, *Litopenaeus vannamei* culture, grow-out

---

**Nota Científica:** Recebida em: 17/05/2006; Aprovada em: 06/08/2007

<sup>1</sup>Laboratório de Camarões Marinhos, Departamento de Aqüicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 88.040-900. E-mail: [vinatea@mbox1.ufsc.br](mailto:vinatea@mbox1.ufsc.br)

## INTRODUÇÃO

O ciclo de vida de camarões peneídeos compreende sucessivas metamorfoses de estádios larvais planctônicos (náuplio, protozoéia e mysis) até a fase pós-larval. A partir deste último estágio, os camarões passam de uma condição de livre natante para uma condição bentônica (DALL *et al.* 1990; LIU and LONERAGAN, 1997).

Devido à enorme variedade de itens alimentares que fazem parte de sua dieta, diversos autores classificaram os camarões peneídeos como onívoros oportunistas, detritívoros, carnívoros e predadores (MOSS and PRUDER, 1995). Sobre o fundo de estuários, assim como em viveiros de cultivo, pós-larvas e juvenis procuram e consomem grande parte do alimento, sendo este de origem vegetal, animal ou detritica (NUNES *et al.* 1996). Presas preferenciais, como diatomáceas, foraminíferos, nemátodes, poliquetas, moluscos, misidáceos, anfípodes, etc. (STONER and ZIMMERMAN, 1988), também são epibênticos, ou seja, dependem de algum tipo de substrato para se fixar e desenvolver. Em viveiros, a área disponível para fixação destes limita-se ao fundo, onde a incidência da luz solar é baixa para dar suporte a uma cadeia trófica suficientemente complexa, a ponto de que seu fluxo de matéria e energia chegue de forma mais efetiva aos organismos cultivados. O enorme potencial que estes organismos têm em incrementar a comunidade microbiológica de um viveiro é, parcialmente, desperdiçado (DOMINGOS e VINATEA, 2002).

Ainda assim, o alimento natural disponível em viveiros de cultivo semi-intensivos 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). Nestes, o alimento natural representa entre 52 a 78% do conteúdo estomacal (em peso seco) de *Penaeus monodon* (FOCKEN *et al.*, 1998), e em média 84,4% de *Penaeus subtilis* (NUNES *et al.*, 1997). Para esta última espécie, a biota é responsável por 75% em média do carbono utilizado para crescimento (NUNES *et al.*, 1997); similarmente, para *Litopenaeus vannamei* cultivado em condições semelhantes, a contribuição relativa da biota ao carbono incorporado ao crescimento está entre 53 a 77% (ANDERSON *et al.* 1987).

De acordo com JORY *et al.* (2001), o manejo de viveiros de cultivo de camarão deve estimular o crescimento planctônico, a produtividade microbiana

e bentônica, assim como manter adequados os parâmetros de qualidade de água. O objetivo da preparação dos viveiros é fornecer a pós-larvas e juvenis um ambiente ótimo para seu desenvolvimento, livre de estresses e com abundante alimento natural. Entre diversos pesquisadores há o consenso de que a redução do estresse sobre os organismos cultivados é o mecanismo mais eficaz na prevenção de doenças (HOROWITZ and HOROWITZ 1998; BOYD 2000; FEGAN and CLIFFORD 2001).

ABARZUA and JAKUBOWSHI (1995) descrevem com riqueza de detalhes os eventos físicos, químicos e biológicos sofridos por materiais submersos em água do mar os quais resultam na formação de uma complexa camada de organismos aderidos, o biofilme ou perifiton. Um incremento artificial da superfície, através do uso de substratos artificiais, possibilita o desenvolvimento dessas comunidades e em viveiros, simulam o ambiente natural encontrado por juvenis em sua fase de crescimento – as enseadas estuarinas rasas com pradarias de fanerógamas submersas e raízes do mangue (PRIMAVERA and LEBATA, 1995).

Os benefícios que o biofilme traz aos sistemas de produção aquática incluem a otimização do fluxo de nutrientes e energia (AZIM *et al.* 2001), com conseqüente aumento da capacidade de carga do sistema. A utilização de substratos artificiais em aqüicultura proporciona: (1) aumento na disponibilidade de alimento natural (THOMPSON *et al.* 2002) e redução nas taxas de conversão alimentar (TIDWELL *et al.* 1999; BRATVOLD and BROWDY 2001); (2) reciclagem *in situ* de compostos tóxicos (amônia, fosfato) em produtos de baixa toxicidade (BRATVOLD and BROWDY 2001; THOMPSON *et al.* 2002), com conseqüente minimização nas necessidades de trocas de água e redução de efluentes; (3) promoção do desenvolvimento da comunidade microbiana autóctone com ação probiótica sobre os organismos cultivados (AZAD *et al.* 1997 apud AZIM *et al.* 2001); (4) diminuição do risco de doenças através da exclusão competitiva de patógenos (ABREU *et al.* 1988); (5) melhoria dos índices zootécnicos - aumento da sobrevivência, crescimento e produtividade (AZIM *et al.* 2001; BRATVOLD and BROWDY, 2001; TIDWELL *et al.* 2001); (6) desenvolvimento de novos produtos para aqüicultura (ex: Aquamats®); (7) geração de novos postos de trabalhos, uma vez que a necessidade de confecção, instalação e manutenção requer substancial mão-de-obra (DOMINGOS e VINATEA, 2002); (8) redução do tempo de cultivo,

dos custos de produção e aumento na rentabilidade dos empreendimentos (OTOSHI *et al.*, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do acréscimo de 15%, 30% e 45% de superfície em relação à área de fundo de cercados em um viveiro de terra, através do uso de substratos artificiais, sobre a sobrevivência, o crescimento, a biomassa final, a demanda por ração e o fator de conversão alimentar de *L. vannamei* em um sistema semi-intensivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado num viveiro de engorda de 1,2 ha com fundo areno-lodoso, da Fazenda Experimental Yakult (Universidade Federal de Santa Catarina), Barra do Sul, SC, de janeiro a março de 2003. A preparação do viveiro consistiu na aplicação de calcário agrícola no viveiro seco (4 ton/ha), posterior abastecimento com água estuarina filtrada com tela de 0,5 mm e fertilização única com 21 kg/ha de uréia e 7 kg/ha de superfosfato triplo.

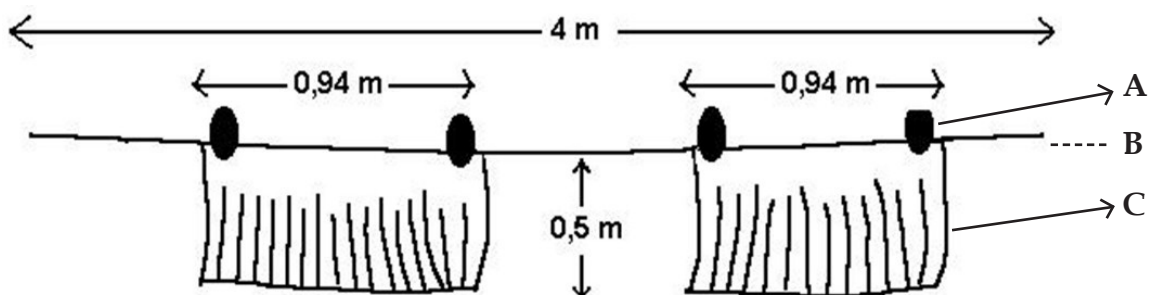
A escolha do material utilizado como substrato artificial baseou-se nos seguintes critérios: (1) alta superfície específica, (2) resistência a água, (3) resistência a tração mecânica, (4) resistência aos raios U.V., (5) mais denso que a água, (6) baixo custo, (6) lavável, reutilizável e reciclável. O geotêxtil não-tecido de polietileno *Bidim® OP 60* foi escolhido para os testes. Os substratos (Figura 1) foram manualmente confeccionados na forma de espinheis com faixas de cortinas verticais cortadas em franjas penduradas na linha mãe. Cada espinhel de substrato possuía 2 faixas de 0,94 m de comprimento por 0,5 m de altura, com um intervalo de 1 m entre as faixas (área total = 1,88 m<sup>2</sup> = 15% de superfície em relação à área do fundo do cercado). Na porção superior, bóias de isopor garantiam a flutuação do substrato, ao passo que em sua porção inferior as franjas foram unidas com linha de náilon presa a chumbadas para

garantir a verticalidade da estrutura.

Doze (12) cercados circulares de 4 m de diâmetro (12,5 m<sup>2</sup> de fundo) feitos com tela de polietileno com 2 m de altura (malha de 4 mm de abertura) enterrada 20 cm no sedimento foram construídos dentro do viveiro ainda seco. Os cercados foram sustentados por bambus espaçados a cada 60 cm, com distância mínima de 10 m do talude. Para facilitar o manejo experimental, foram construídos três trapiches de acesso aos cercados, cada um atendendo a quatro cercados.

Os tratamentos experimentais consistiram em incrementos em área em relação à área de fundo do cercado, através do uso dos substratos e na ordem de 0% (T0: grupo controle - sem substrato), 15% (T15), 30% (T30) e 45% (T45). Para cada tratamento foram sorteados três cercados, sendo que os cercados T15 receberam um espinhel posicionado diametralmente; os cercados T30 receberam dois espinheis posicionados perpendicular e diametralmente, e os cercados T45 posicionados a um ângulo central de 60° e diametralmente. Neste experimento, não foi considerada a área acrescida pela tela dos cercados.

Os camarões utilizados no experimento foram produzidos no Laboratório de Camarões Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina. As pós-larvas (PL 20) foram transportadas em caixas térmicas (400 L; 250 PL/L) providas de aeração e oxigênio puro até a fazenda, onde foram aclimatadas às condições ambientais de um viveiro de terra em sistema de pré-engorda super intensivo (200 PL/m<sup>2</sup>). Após 30 dias, os juvenis (peso médio ± desvio padrão = 1,31 ± 0,48 g) foram despescados à noite com rede saco, e transportados a seco em balaio, até o viveiro sede do experimento. Na Fazenda Experimental Yakult/UFSC, esta metodologia de transferência de juvenis tem sido realizada com sucesso. De fato não foram observados camarões mortos no local do povoamento.



**Figura 1.** Representação de um espinhel de superfície utilizado para incrementar em 15% a área de fundo das unidades experimentais. A. Flutuador; B. Linha d'água; C. manta geotêxtil Bidim® OP60.

O viveiro sede do experimento foi povoado a uma densidade de 26 camarões/m<sup>2</sup>, e seus índices produtivos (sobrevivência, crescimento e conversão alimentar) foram comparados com os resultados do experimento.

Cada cercado foi povoado com 375 camarões (30/m<sup>2</sup>) provenientes do viveiro sede duas semanas após seu povoamento. Os camarões utilizados no experimento foram capturados com rede de tarrafa, e aqueles em intermuda, manualmente selecionados<sup>1</sup> (peso médio±desvio padrão = 3,78±0,8g).

Para acompanhar o crescimento dos camarões, a cada duas semanas 30 juvenis de cada unidade experimental foram capturados com o auxílio de rede de tarrafa (os substratos foram afastados para a periferia dos cercados) e individualmente pesados em balança analítica (0,01 g), e imediatamente repostos em seu cercado de origem. Ao término do experimento, o lote todo foi contado e pesado em conjunto para obtenção da biomassa final e média. Para se obter o peso médio dos camarões cultivados no viveiro sede, cinco lotes de 100 camarões foram pesados em conjunto no decorrer da despesca.

A alimentação (ração comercial para camarões *Camaronina 35*<sup>®</sup>, *Agribands do Brasil Ltda.*) de cada unidade experimental foi fornecida através de uma bandeja de alimentação (Ø= 40 cm), três vezes ao dia (14:00, 18:00 e 22:00) durante todo o período experimental. A alimentação foi controlada com o uso de anéis em um esquema adaptado de ROCHA e MAIA (1998) e NUNES (2000) e objetivou ofertar a ração de modo a sobrar a menor quantidade possível na bandeja no momento da próxima alimentação. Determinou-se também o desperdício de ração

com o esquema alimentar adotado, recolhendo e congelando-se as sobras de ração para posterior secagem em estufa a 60 °C e pesagem. Em paralelo, determinou-se que nas condições experimentais, o processo de imersão da ração, per se, lixívia 23% de matéria seca.

Para o cálculo do fator de conversão alimentar e a demanda extrapolada de ração (Kg/ha), a quantidade total de ração utilizada em cada unidade experimental foi dividida pelo fator 0,8. Segundo FOES (2003, com. pes.), de acordo com o histórico da Fazenda Experimental Yakult/UFSC, os camarões, a partir de 4g (peso médio em que se iniciou o experimento) consomem cerca de 80% do total da ração utilizada para atingirem o tamanho comercial.

Na Tabela 1 estão apresentadas as variáveis ambientais dentro dos cercados, monitoradas durante o experimento. O experimento terminou seis semanas após o povoamento dos cercados, quando o viveiro sede foi drenado e os camarões capturados na comporta de drenagem e pesados. Com o viveiro seco, os camarões aprisionados em cada cercado foram manualmente capturados. O biofilme aderido ao substrato, apesar de não ter sido monitorado de modo sistemático, foi raspado e observado ao microscópio óptico, a fim de monitorar o crescimento dos organismos fixados, em três períodos distintos (inicial, médio e final do cultivo) ao longo do experimento.

Os dados referentes ao peso final, sobrevivência (arcoseno √%), biomassa final o fator de conversão alimentar (FCA) foram submetidos a análise de variância (F-test, P<0,05). Quando detectadas diferenças significativas entre tratamentos, aplicou-se o teste LSD (P<0,05).

**Tabela 1.** Variáveis ambientais monitoradas durante o período experimental. P - profundidade de amostragem; S - 0,1 m abaixo da superfície da água; F - 0,1 m acima do sedimento

Variável	P	Horário	Instrumento	Precisão
Temperatura	S/F	06:00 / 18:00	Termômetro YSI 55 <sup>®</sup>	0,01 °C
Oxigênio dissolvido	S/F	06:00 / 18:00	Oxímetro YSI 55 <sup>®</sup>	0,01 mg/L
Transparência	S	18:00	Disco de Secchi	0,01 m
pH	S	18:00	pH-metro Hanna <sup>®</sup>	0,01
Salinidade*	S	18:00	Refratômetro	%

\* coleta semanal.

<sup>1</sup> Mediante técnica de percepção que se faz com o tato para saber se a carapaça está mole (muda) ou dura (intermuda).



## RESULTADOS

As variáveis ambientais monitoradas durante o experimento são apresentadas na Tabela 2. A temperatura da água esteve bastante elevada durante todo o período, mesmo na semana mais fria (quarta semana) a temperatura média foi 26,9 °C. O oxigênio dissolvido foi o parâmetro que apresentou a maior oscilação, tanto diária quanto semanal. Apesar de não ter atingido limites letais (< 1 mg/L), por duas manhãs esteve menor que 2 mg/L e em 28% das manhãs esteve abaixo de 3 mg/L, ao passo que em 65% das tardes esteve supersaturado. A temperatura e o O.D. da superfície e fundo às 18:00h apresentaram pequenas diferenças, demonstrando ligeira estratificação, fato não observado às 06:00h, quando os aeradores ainda estavam ligados.

Os resultados de peso final, sobrevivência, biomassa final e conversão alimentar em cada tratamento são apresentados na Tabela 3. Não houve diferença

significativa entre o peso final dos camarões entre tratamentos ( $P > 0,05$ ), sendo o crescimento bastante favorável (média geral = 1,08 g/sem). No entanto, os tratamentos que incluíram substratos artificiais, independente da quantidade acrescida, apresentaram sobrevivências significativamente superiores ao controle ( $P < 0,05$ ). Tais aumentos na sobrevivência refletiram-se na biomassa final, significativamente superiores ao controle nos tratamentos com substratos ( $P < 0,05$ ). A conversão alimentar não apresentou diferenças significativas entre tratamentos ( $P > 0,05$ ). Os resultados relativos à produtividade e à demanda de ração por tratamento foram extrapolados para escala comercial (Kg/ha). Em relação ao grupo controle, a demanda por ração apresentou tendência superior em T15 ( $P > 0,05$ ) e superior nos tratamentos T30 e T45 ( $P < 0,05$ ). A demanda por ração continuou proporcional à biomassa cultivada, independente da presença dos substratos artificiais.

**Tabela 2.** Valores mínimos, máximos, média e desvio padrão (DP) das variáveis de qualidade de água da superfície e fundo monitoradas durante o período experimental, às 06:00 (M) e às 18:00 (T) dentro das unidades experimentais (n = número de dados)

Variável	Período	Mínimo	Máximo	Média ( $\pm$ DP)	n
Temperatura (°C)	M	24,6	29,7	27,3 $\pm$ 1,4	504
Temperatura (°C)	T	26,1	31,9	29,8 $\pm$ 1,8	504
O.D. (mg/L)	M	1,80	4,55	3,4 $\pm$ 0,7	504
O.D. (mg/L)	T	3,31	14,52	8,7 $\pm$ 2,2	504
pH	T	7,56	9,05	8,5 $\pm$ 0,3	72
Transparência(cm)	T	21	40	29,0 $\pm$ 5,0	504
Salinidade (‰)	T	23	25	24,0 $\pm$ 0,8	72

**Tabela 3.** Valores médios e desvio padrão do peso final, sobrevivência, biomassa final e fator de conversão alimentar (FCA) de *L. vannamei* cultivado no viveiro sede (1,2 ha) e em cercados (12,5 m<sup>2</sup>) acrescidos de diferentes quantidades de substratos artificiais. Letras diferentes entre colunas, diferenças significativas ( $P < 0,05$ )

	Peso final (g)	Sobrevivência (%)	Biomassa (g)	FCA
Viveiro sede	11,8	69,8	2570 x 10 <sup>3</sup>	1,09
Controle-0%	10,93 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	71,1 $\pm$ 10,1 <sup>a</sup>	2905,8 $\pm$ 335,6 <sup>a</sup>	1,07 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>
15%	10,21 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	93,4 $\pm$ 2,9 <sup>b</sup>	3579,0 $\pm$ 164,1 <sup>b</sup>	0,96 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
30%	10,26 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	88,8 $\pm$ 1,9 <sup>b</sup>	3417,6 $\pm$ 171,4 <sup>ab</sup>	1,05 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
45%	10,73 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>	89,0 $\pm$ 7,7 <sup>b</sup>	3594,5 $\pm$ 504,2 <sup>b</sup>	1,07 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>

A oferta de alimento exclusivamente em bandeja, juntamente com o sistema de W's e argolas demonstrou ser eficiente. A quantidade de ração recolhida das bandejas representou 6,4 $\pm$ 4,4% (média $\pm$ desvio padrão) do total ofertado. A partir da segunda semana pôde ser observado um consumo de ração

inferior no grupo controle em relação aos tratamentos com substratos. No decorrer dos cultivos, observou-se um padrão oscilatório, sincronizado e crescente de consumo. Observou-se também, a partir da segunda semana, um consumo inferior no grupo controle em relação aos demais tratamentos.

Parece existir um padrão de consumo, pois foi observado que há um aumento voraz de apetite por 2 dias e então há uma estabilização do consumo em um platô máximo por períodos de até 4 dias. Após períodos de intenso consumo, a demanda por ração diminui pela metade no intervalo de 1 a 3 dias (média do período de diminuição de consumo = 51 horas), voltando os animais a demandarem por quantidades ligeiramente superiores ao último nível máximo.

Reduções abruptas na temperatura da água não foram imediatamente acompanhadas por diminuições no apetite, exceto na quarta semana, quando a água do viveiro esteve mais fria e houve diminuição do consumo. Existem períodos de aumento na demanda com temperaturas em declínio e períodos de redução de consumo de até três dias

com temperaturas subindo. Mesmo variações na média diária de 2,4 a 3 °C (tanto positivas quanto negativas) não chegaram a afetar a demanda em períodos de máximo consumo, entretanto, em quatro ocasiões que isto ocorreu, observou-se brusca redução na demanda a partir das 24 horas seguintes.

A microtextura filamentosa do *Bidim*<sup>®</sup>, utilizado como substrato, parece contribuir na formação do biofilme e no acúmulo de material orgânico particulado (detrito). Sobre os microfilamentos de polietileno desenvolveram-se predominantemente algas cianofíceas filamentosas, diatomáceas penadas, protozoários e nematóides, juntamente com material amorfo de provável origem orgânica (Figura 2). Poliquetas e anfípodes, abundantemente encontrado sobre os substratos em ensaios prévios, não foram observados no decorrer do experimento.



**Figura 2.** Substrato artificial (microtextura filamentosa Bidim<sup>®</sup>) colonizado pelo biofilme.

## DISCUSSÃO

A qualidade da água monitorada durante o período experimental esteve dentro do que é considerado adequado para a espécie (CLIFFORD, 1994; BOYD, 1990). O oxigênio dissolvido, apesar de ter apresentado grandes oscilações, atingindo valores abaixo de 2 mg/L, parece não ter afetado os animais, pois em tais ocasiões não foram observados camarões nadando próximos à superfície. Apesar de juvenis de *L. vannamei* sobreviverem à exposição contínua de 1,17 mg/L de O<sub>2</sub> (SEIDMAN and LAWRENCE, 1985). BOYD (2000) considera o baixo

nível de oxigênio dissolvido o fator mais provável de estresse em viveiros de camarão. LE MOULLAC (2000) acrescenta que baixos níveis aumentam a suscetibilidade às doenças contagiosas. Atualmente, diversos carcinicultores asiáticos preferem trabalhar com níveis de oxigênio dissolvido superiores a 4 mg/L, quando comparado aos níveis de 3-3,5 mg/L antes da epidemia do vírus da mancha branca (FEGAN and CLIFFORD, 2001).

THOMPSON *et al.* (2002) descreve o processo de formação de biofilme sobre tanques de berçário do camarão rosa *Farfantepenaeus paulensis*, apontando

pequenas bactérias heterotróficas como colonizadores primários, seguidos por bactérias heterotróficas filamentosas, protozoários flagelados e ciliados com posterior dominância de diatomáceas penadas e cianobactérias filamentosas, apresentando certa similaridade com o biofilme presente sobre os substratos artificiais deste experimento. A turbulência causada pelas ondas em dias de ventos desprende placas de biofilme e detrito dos substratos. Ocasionalmente, alguns camarões eram vistos tanto sobre o substrato, quanto sobre a tela dos cercados, mais comumente no período noturno.

Apesar da própria tela dos cercados representar um substrato apropriado à colonização microbiana, o biofilme que se desenvolveu sobre a tela era muito tênue, não chegando a interferir na circulação d'água. PAQUOTTE *et al.* (1998) consideram a contribuição alimentar do biofilme presente nas panagens de gaiolas flutuantes de cultivos intensivos de *L. vannamei* um fator chave para a alta capacidade produtiva desse sistema de cultivo. Contudo, todas as 12 unidades experimentais eram idênticas e foram submetidas às mesmas condições de manejo, portanto a quantidade de substrato acrescido representou a única variável no experimento. Conforme os resultados obtidos, é provável que a contribuição deste biofilme como complemento nutricional aos camarões do cercado possa ser ignorada.

O uso de bandejas de alimentação, introduzida em cultivos de camarões marinhos como uma forma de monitoramento da quantidade diária de ração a ser espalhada a lanço, e posteriormente utilizada em muitos empreendimentos como modo exclusivo de oferta (VIACAVA, 1995; ROCHA e MAIA, 1998), vem a ser uma das maneiras mais eficazes de determinar, com relativa precisão, a demanda diária de ração pelos camarões. As bandejas de alimentação, associadas ao uso de marcadores, como o sistema de W's empregados neste estudo, possibilitam a obtenção de taxas de conversão alimentar da ordem de 1:1, maximizando a disponibilidade de alimento natural. Este experimento sugere que a alimentação de camarões, em sistema semi-intensivo, não deveria ser norteadas apenas por tabelas de alimentação, visto que o comportamento alimentar dos camarões é variável conforme seu desenvolvimento. A utilização de outras técnicas que não o monitoramento periódico das bandejas pode trazer tanto prejuízo econômico quanto ambiental.

NUNES (2000) relata que a muda dos animais em cultivo pode ser induzida por mudanças bruscas

de temperatura ou por fluxos elevados de água. Os resultados obtidos no presente estudo sugerem uma influência do estresse térmico sobre o processo de muda e, por conseqüência, sobre a demanda por ração. No manejo de viveiros, CLIFFORD (1994) relata adotar fortes renovações com o intuito de promover a muda e reduzir a incidência de manchas negras (melanose) sobre o exoesqueleto dos camarões.

A princípio, a presença dos substratos artificiais dentro dos cercados pareceu estimular o apetite dos camarões logo a partir da segunda semana de cultivo. Em teoria, a disponibilidade de alimento natural sobre os substratos favoreceria uma menor demanda de ração e conversão alimentar (BRATVOLD and BROWDY, 2001). A ausência de diferenças estatísticas nos resultados de conversão alimentar e de crescimento entre tratamentos ( $P > 0,05$ ) sugere que a flora e fauna bêntica disponível nos substratos não foi capaz de atender à demanda protéica e/ou energética dos juvenis de *L. vannamei* ( $> 4g$ ) na densidade de cultivo empregada. THOMPSON *et al.* (2002) obtiveram 98% de sobrevivência cultivando juvenis de *F. paulensis* por 28 dias em tanques pré-colonizados com biofilme, sem adição de ração. Os autores acreditam que apesar do baixo teor protéico do biofilme (6% em peso úmido), os ácidos graxos poliinsaturados, esteróis, aminoácidos, vitaminas e carotenóides contidos em bactérias, microalgas e protozoários dos biofilmes (STOECKER and CAPUZZO, 1990) podem fornecer elementos essenciais aos camarões. MOSS *et al.* (1992) encontraram que o crescimento de *L. vannamei* é 89% superior quando cultivado em água de viveiros em relação à água límpida de poço. Em sistema semi-intensivo, a freqüência de ocorrência de microalgas bentônicas no estômago de *L. vannamei* é de 100% (GAUTIER *et al.*, 2001). CHAMBERLAIN *et al.* (2001), discutindo as vantagens de sistemas aerados de reciclagem microbiana aplicados à produção de camarões, concluem que flocos bacterianos detriticos suspensos, apesar de importantes suplementos nutricionais e promotores de crescimento, não são ideais como única fonte alimentar, por limitar o crescimento quando não é oferecida uma dieta completa. No presente estudo, o consumo de ração manteve-se proporcional à biomassa cultivada, portanto, além de maior produtividade, também é esperada uma demanda maior de ração em viveiros acrescidos de substratos artificiais.

A sobrevivência média do tratamento controle (T0) está de acordo com resultados obtidos por diversos autores na engorda de *L. vannamei*

(SANDIFER *et al.* 1987, 1991; WYBAN *et al.* 1987; CLIFFORD (1994); VIACAVA (1995); ROCHA e MAIA (1998); PAQUOTTE *et al.* (1998); TORIGOI (2001); SCHAWAB *et al.* (2002)), e curiosamente similar a sobrevivência do viveiro sede. O peso médio final, contudo, foi aproximadamente 1 g maior fora dos cercados, talvez o maior crescimento esteja associado a menor densidade fora dos cercados ao final do cultivo. A presença dos substratos artificiais, independentemente da quantidade acrescida, possibilitou o aumento médio da sobrevivência e da produtividade de 21,5% e 27,1% em relação ao grupo controle. Os resultados obtidos no presente trabalho sugerem que o limiar do efeito de substratos artificiais feitos com Bidim® sobre a produção de *L. vannamei* seja ainda menor que 15% da área de fundo. TIDWELL *et al.* (2000), entretanto, cultivando o camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii*, obtiveram aumentos em produtividade diretamente proporcionais ao incremento em superfície com substratos artificiais. A empresa Meridian Aquatic Technology, LLC, USA, fabricante do substrato Aquamats®, divulgam que seu produto incrementa a produtividade na engorda de camarões por aumentar a sobrevivência entre 15 a 30%. Em um estudo de caso, CURIEL (com. pes., 2001) previu que o uso de Aquamats® na Fazenda Experimental Yakult/UFSC, possibilitaria um aumento na densidade de estocagem em 20% (30 para 36 cam./m<sup>2</sup>), um aumento de sobrevivência em 10% (70 para 77%), incrementando desta forma a produtividade em 32% sem melhora em crescimento (ou redução do tempo de cultivo) e diminuindo a necessidade de renovação de água entre 60 e 100%. De fato, BRATVOLD e BROWDY (2001) comprovaram o efeito do uso de Aquamats® em um sistema de cultivo super-intensivo de *L. vannamei* (130/m<sup>2</sup>), obtendo resultados significativamente superiores em sobrevivência e peso final e inferiores para conversão alimentar, ao mesmo tempo que houve menor acúmulo de ortofosfato, amônia e nitrito quando comparado com os tratamentos sem Aquamats®. Similarmente, BOYD e CLAY (2002) reportam que a carcinicultura super-intensiva Belize Aquaculture Ltd. conseguiu otimizar a média de sobrevivência através de melhores práticas de manejo, de 65 para 78%; no entanto, quando estas práticas foram associadas ao uso de Aquamats®, a sobrevivência média da fazenda passou a ser de 91% e a conversão alimentar passou de 2:1 para 1,35:1.

NUNES (2000) recomenda que a estratégia como a montagem de telas nos viveiros para fixação de

organismos é um método simples que traz bons resultados, indicando o uso de sacos velhos de ração (ráfia), abertos em toda sua extensão e posicionados de modo a não comprometer a circulação de água. No entanto, é provável que a utilização materiais distintos do utilizado no experimento não necessariamente resultem em resultados zootécnicos similares, considerando que cada material possui superfície específica diferente. KESHAVANATH *et al.* (2001) concluíram que o tipo de substrato artificial tem grande efeito sobre a composição e produtividade do biofilme e sobre a produtividade de peixes herbívoros de água doce cultivados em viveiros de terra. É provável também que resultados zootécnicos diferentes dos obtidos no presente trabalho possam vir a ocorrer entre fazendas sob condições diferenciadas de manejo, de qualidade da água e solo assim como da disponibilidade de colonizadores primários e secundários trazidos pela água de captação.

Trabalhos em larga escala se fazem necessários para confirmar os presentes resultados em fazendas comerciais.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABARZUA, S. e JAKUBOWSHI, A. 1995 Biotechnological investigation for the prevention of biofouling. I. Biological and biochemical principles for the prevention of biofouling. *Mar. Ecol. Prog. Series*, 123: 301-312.
- ABREU, P.C.; THOMPSON, F.L.; WASIELESKY, W.Jr.; CAVALLI, R.O. 1998 New perspectives in the use of microorganisms in shrimp culture: food source, water quality and diseases control. Anais do I Congresso Sul-Americano de Aqüicultura, v.2: 703-712.
- ANDERSON, R.; PARKER, P.; LAWRENCE, A. 1987 <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C tracer study of the utilization of presented feed by a commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond grow out system. *J. World Aquacult. Soc.* 18(3), 148-155.
- AZIM, M.; VERDEGEM, M.; WAHAB, M.; van DAM, A.; BEVERIDGE, M. 2001 Periphyton boosts production in pond aquaculture systems. *World Aquaculture*, 32(4) 57-61.
- BOYD, C. 1990 Water quality in ponds for aquaculture. Auburn University, Alabama. Birmingham Publishing Co : Alabama, 482p.



- BOYD, C. 2000 Suggestions of pond management practices for combating white spot virus. Proceedings of V Congresso Equatorialiano de Aquicultura: enfocando los retos del 2000, CD-ROM.
- BOYD, C. and CLAY, J. 2002 Evaluation of Belize Aquaculture, Ltd: a superintensive shrimp aquaculture system. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. 17p Disponível em: <http://www.enaca.org/shrimp>.
- BRATVOLD, D. and BROWDY, C. 2001 Effects of sand sediment and vertical surfaces (Aquamats™) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system. *Aquaculture* 195, 81-84.
- CLIFFORD III, H. 1994 Semi-intensive sensation: a case study in marine shrimp pond management. *World Aquaculture*, 25(3): 6-12, 98-104.
- CHAMBERLAIN, G.; AVNIMELECH, Y.; MCINTOSH, R.; VELASCO, M. 2001 Advantages of aerated microbial reuse systems with balanced C:N. II: composition and nutritional value of organic detritus. *The Global Aquaculture Advocate*, June 2001.
- DALL, W.; HILL, B.; ROTH LISBERG, P.; STAPLES, D. 1990 The biology of Penaeidae. *Adv. Mar. Biol.* 27: 1-489.
- DOMINGOS, J.A.S. e VINATEA, L. 2002 Perspectivas do uso de substratos artificiais. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Goiânia, GO, Brasil. p.36
- FEGAN, D. and CLIFFORD III, H. 2001 Health management for viral diseases in shrimp farms. In: Craig L. Browdy and Darryl E. Jory (Ed.), The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, *Aquaculture* 2001, The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA, p.168-198.
- FOCKEN, U.; GROTH, A.; COLOSO, M.C.; BECKER, K. 1998 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, 105-116.
- GAUTIER, D.; BSATIDAS, M.; ARAGÓN, L.; URANGO, W.; RAMOS, C.; GARCÍA, S.; PASTRANA, J.; NEWMARK, F. 2001 The relative importance of natural food and pelleted feed in the gut content of *Litopenaeus vannamei* raised in semi-intensive ponds – role of benthic diatoms. 2001. In: BROWDY, C.L. and JORY, D.E. (Ed.), The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, *Aquaculture* 2001, Abstracts of Contributed Papers. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. p.340-341.
- HOROWITZ, A. and HOROWITZ, S. 1998 Sustainable shrimp aquaculture: a microbiological perspective. Proceedings on the First Latin American Shrimp Culture Congress. Panama, 6-10, out. CD-Rom.
- JORY, D.E.; CABRERA, T.R.; DUGGER, D.M.; FEGAN, D.; LEE, P.G.; LAWRENCE, A.L.; JACKSON, C.J.; MCINTOSH, R.P.; CASTAÑEDA, J. 2001 A global review of shrimp feed management: status and perspectives. In: BROWDY, C.L. and JORY, D.E. (Ed.), The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, *Aquaculture* 2001. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA, p. 104-152.
- KESHAVANATH, P.; GANGADHAR, B.; RAMESH, T.J.; van ROOIJ, J.M.; BEVERIDGE, M.; BAIRD, D.; VERDEGEM, M.; van DAM, A. 2001 Use of artificial substrates to enhance production of freshwater herbivorous fish in pond culture. *Aquac. Res.*, 32 (3): 189-197.
- LE MOULLAC, G. 2000 Environmental factors affect immune response and resistance in crustaceans. *The Advocate*, December: 18-19.
- LIU, H. and LONERAGAN, N. 1997 Size and time of day response of postlarvae and early juvenile grooved tiger prawn *Penaeus simisulcatus* De Haan (Decapoda: Penaeidae) to natural and artificial sea grass in the laboratory. *J. of Exp. Mar. Biol. Ecol.* 211 (2), 263-277.
- MOSS, S., PRUDER, G. 1995 Characterization of organic particles associated with rapid growth in juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei* Boone, reared under intensive culture conditions. *J. of Exp. Mar. Biol. Ecol.* 187: 175-191.
- MOSS, S., PRUDER, K., LEBER, K., WYBAN, J. 1992 The relative enhancement of *Penaeus vannamei* growth by selected fractions of shrimp pond water. *Aquaculture*, 101: 229-239.

- NUNES, A. 2000 Manual Purina de alimentação de camarões marinhos. Agribbrands do Brasil Ltda. 40p.
- NUNES, A.; GODDARD, S.; GESTEIRA, T. 1996 Feeding activity patterns of the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture*, 144 (4), 371-386.
- NUNES, A.; GESTEIRA, T.; GODDARD, S. 1997 Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture*, 149 (1-2), 121-136.
- OTOSHI, C.; MONTGOMERY, A.; MATSUDA, E.; MOSS, S. 2006 Effects of artificial substrate and water source on growth of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37(2), 210-213.
- PAQUOTTE, P.; CHIM, L.; MARTIN, J.-L.M.; LEMOS, E.; STERN, M.; TOSTA, G. 1998 Intensive culture of shrimp *Penaeus vannamei* in floating cages: zootechnical, economic and environmental aspects. *Aquaculture* 164: 151-166.
- PRIMAVERA, J. and LEBATA, J. 1995 Diel activity patterns in *Metapenaeus* and *Penaeus* juveniles. *Hidrobiologia*, 295 (1-3): 295-302.
- ROCHA, I. e MAIA, E. 1998 Desenvolvimento tecnológico e perspectivas de crescimento da carcinicultura marinha brasileira. Anais do I Congresso Sul-Americano de Aqüicultura, Recife, PE, Brasil, v.1: 213-235.
- SANDIFER, P.; HOPKINS, J.; STOKES, A. 1987 Intensive culture potential of *Penaeus vannamei*. *J. of the World Aquacult. Soc.*, 18 (2): 94-100.
- SANDIFER, P.; STOKES, A.; HOPKINS, J. 1991 Further intensification of pond shrimp culture in South Carolina. In: Paul Sandifer (Ed.), Shrimp Culture in North America and the Caribbean. Advances in World Aquaculture, v. 4 The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA, p. 84-95.
- SCHWAB, B.; WEBER, M.; LEHMANN, B. 2002 Key management challenges for the development and growth of a shrimp farm in Northeast Brazil: a case study of Camanor Produtos Marinhos Ltda. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment, 33p. Disponível em: <http://www.enaca.org/shrimp>.
- SEIDMAN, S. and LAWRENCE, A. 1985 Growth, feed digestibility, and approximate body composition of juvenile *Penaeus vannamei* and *Penaeus monodon* grown at different dissolved oxygen levels. *J. of World Mar. Soc.*, 16: 333-346.
- STOECKER, D. and CAPUZZO, J. 1990 Predation on protozoa: its importance to zooplankton. *J. Plankton Res.*, 12: 891-908.
- STONER, A. and ZIMMERMAN, S. 1998 Food pathways associated with penaeid shrimps in a mangrove-fringed estuary. *Fish. Bull.*, 86: 543-551.
- TIDWELL, J.H., COYLE, S., WEIBEL, C., EVANS, J. 1999 Effects and interactions of stocking density and added substrate on production and population structure of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii*. *J. of the World Aquacult. Soc.* 30(2): 174-179.
- TIDWELL, J., COYLE, S.D., VANARNUM, A., WEIBEL, C. 2000 Production response of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* to increasing amounts of artificial substrate. *J. of the World Aquacult. Soc.*, 31:452-457.
- TIDWELL, J., COYLE, S., ARNUM, A.V., WEIBEL, C. D'ABRAMO, L. 2001 Use of artificial substrates to maximize production of freshwater prawns in temperate climates. *World Aquaculture*, 40-60.
- TORIGOI, R. H. 2001 Avaliação do efeito de três densidades de estocagem de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) sobre os índices de produção e qualidade do efluente. Dissertação de Mestrado em Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, 80p.
- THOMPSON, F., ABREU, P., WASIELESKY, W. 2002 Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture* 203(3-4), 263-278.
- VIACAVA, M. 1995 Feeder trays for commercial shrimp farming in Peru. *World Aquaculture* 26(2): 11-17.
- WYBAN, J., LEE, C., SATO, V., SWEENEY, J., RICHARDS-Jr, W. 1997 Effect of stocking density on shrimp growth rates in manure-fertilized ponds. *Aquaculture*, 61: 23-32.