

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

EFETTO DA FREQUÊNCIA ALIMENTAR SOBRE O DESEMPENHO
ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO BRANCO DO PÁCIFICO,
Litopenaeus vannamei, EM CONDIÇÕES DE CULTIVO

ESAÚ AGUIAR CARVALHO

843
e
N.Cham. D 595.3843 C323e
Autor: Carvalho, Esau A. d
Titulo: Efeito da frequência alimentar s



13848060

Ac. 74323

BLCM

FORTALEZA-CE
Maio / 2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

EFEITO DA FREQUÊNCIA ALIMENTAR SOBRE
O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO
BRANCO DO PACÍFICO, *Litopenaeus vannamei*, EM
CONDIÇÕES DE CULTIVO

ESAÚ AGUIAR CARVALHO

Dissertação apresentada ao Mestrado em
Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de
Ciências do Mar da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
título de MESTRE

Orientador: Alberto Jorge Pinto Nunes, Ph.D.

FORTALEZA – CE
Maio / 2005

Após a finalização dos trabalhos da defesa de Dissertação de Mestrado do aluno **ESAU AGUIAR CARVALHO**, intitulada "Efeito da frequência alimentar sobre o desempenho zootécnico do camarão branco do pacífico *Litopenaeus vannamei*, em condições de cultivo", a Banca Examinadora considerando o conteúdo do trabalho e a apresentação realizada considera a **DISSERTAÇÃO APROVADA**.

Prof Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes
(orientador)



Prof. Dr. Marcelo Vinicius do Carmo e Sá
(membro interno)



Prof. Dr. Marcos Rogério Câmara
(membro externo)



Dr. Marcos Henrique Silva Santos
(membro externo)



AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e pela força interior.

Ao meu orientador, Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes, por todo seu valioso apoio e confiança depositados em mim.

À Professora Dra. Tereza Cristina V. Gesteira, pela valiosa contribuição pessoal que muito me incentivou para a realização desse estudo.

Ao Professor Dr. Luís Drude de Lacerda, pela compreensão na mudança de assunto de dissertação.

Ao Professor Dr. Aduino Fonteles Filho, pelas correções e sugestões concedidas.

Ao amigo Dr. Marcelo Vinícius do Carmo e Sá, pelas dicas concedidas

À CEAQUA (Ceará Aquacultura Ltda), pelo apoio e concessão das instalações para realização do experimento de campo.

À ABCC (Associação Brasileira dos Criadores de Camarão), pelo valioso apoio financeiro para realização desse estudo.

À Agribrands Purina do Brasil Ltda pela concessão da ração utilizada no estudo.

À Plastsan (Plásticos do Nordeste Ltda), pelo fornecimento das bandejas de alimentação utilizadas no estudo.

À FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão da bolsa que muito me ajudou nesse tempo de estudo.

Aos colegas do Laboratório de Ração e Nutrição de Camarão Marinho do LABOMAR (Rômulo, Junior, Leandro, Fabiana, Fernandes, Davi, Felipe Wagner, Patrícia, Bruno, Alex, Augusto), pelo auxílio no estudo de laboratório e pelos momentos de descontração.

Aos funcionários Mano, Sueiko, Heládio, Mincharia e outros, pertencentes ao grupo CEAQUA, pelo valioso auxílio prestado na realização do estudo de campo.

À minha irmã Elna e sobrinhos, que me acolheram com carinho no retorno a Fortaleza.

Aos meus primos Rachel e Hassan Sabry, pelo grande incentivo e apoio prestados.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
3. MATERIAL E MÉTODOS	05
3.1. Local de Estudo e Delineamento Experimental	05
3.2. Montagem das Unidades de Cultivo	08
3.3. Preparação do Viveiro	10
3.4. Povoamento e Densidade de Estocagem	10
3.5. Alimento e Alimentação	11
3.6. Biometria Populacional	17
3.7. Análise dos Parâmetros de Qualidade de Água	17
3.8. Análise da Qualidade Física e Nutricional da Ração após Imersão em Água	17
3.9. Parâmetros de Desempenho Zootécnico	18
3.10. Consumo Alimentar	19
3.11. Análises Estatísticas	20
4. RESULTADOS	21
4.1. Qualidade de Água	21
4.2. Características Físicas e Nutricionais da Ração	21
4.3. Consumo Alimentar em Função do Tempo de Exposição	24
4.4. Crescimento do Camarão	27
4.5. Desempenho Zootécnico	27
5. DISCUSSÃO	33
5.1. Perdas Físicas e Nutricionais da Ração	33
5.2. Tempo de Exposição e Consumo Alimentar	34
5.3. Crescimento do Camarão	35
5.4. Efeito da Frequência Alimentar sobre o Desempenho Zootécnico	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Tabela de arraçamento adotada no estudo conduzido em tanques de 500 L. (Fonte: Nunes & Parsons, 2000a).	14
Tabela 2.	Horário de arraçamento adotado no estudo sobre freqüência alimentar em cercados, tendo como referência práticas comerciais de alimentação diária.	15
Tabela 3.	Tabela de arraçamento adotada para cercados, conforme peso médio e sobrevivência da população cultivada. (Fonte: Clifford, 1992).	16
Tabela 4.	Umidade (%), lixiviação (%) e absorção (%) das rações fornecidas ao camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> , cultivado em tanques de 500 L. Dados expressos como média \pm desvio padrão.	22
Tabela 5.	Crescimento quinzenal do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> , cultivado em tanques de 500 L. Cada valor representa o peso médio (g) \pm desvio padrão de 28 animais coletados de quatro tanques. Linhas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa.	29
Tabela 6.	Crescimento semanal do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> , cultivado em cercados de 50 m ² . Cada valor representa o peso médio (g) \pm desvio padrão de 120 animais capturados de três cercados. Linhas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa.	30
Tabela 7.	Desempenho zootécnico do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> , cultivado em tanques de 500 L. Dados expressos como média \pm desvio padrão obtidos dos resultados finais de quatro tanques (n = 4). Letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre tempos de exposição à ração.	31
Tabela 8.	Desempenho zootécnico do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> , cultivado em cercados de 50 m ² . Dados expressos como média \pm desvio padrão obtidos dos resultados finais de três cercados (n = 3). Letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre freqüências de alimentação.	32

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Arranjo experimental empregado no estudo de laboratório. T, tratamento; r, réplica. 06
- Figura 2. Distribuição dos tratamentos no viveiro de cultivo empregando cercados. Cada fila foi composta por cinco cercados, posicionados entre corredores de bandejas de alimentação ou aeradores mecânicos. 07
- Figura 3. Cercados e tanques de cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*, adotados no presente estudo. 09
- Figura 4. Bandeja de alimentação com abertura e fechamento retrátil de tampa. (A) fechamento de tampa durante o resgate da bandeja para oferta da ração; (B) liberação da bandeja em água após oferta do alimento; (C) abertura total da tampa após contato com o fundo do viveiro. 13
- Figura 5. Perda das características físicas da ração peletizada empregada no estudo de campo submetida a imersão em água em tanques de 500 L. Cada coluna representa a média \pm desvio padrão de quatro amostras. Letras iguais indicam diferença estatística não significativa ao nível de $\alpha = 0,05$. 23
- Figura 6. Perda de proteína bruta e extrato etéreo da ração peletizada submetida a períodos progressivos de imersão na água do viveiro experimental. Cada valor representa a média de duas amostras. 25
- Figura 7. Consumo alimentar médio (\pm desvio padrão) do camarão *Litopenaeus vannamei* ao longo de 8 h de exposição à ração. Letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre horários de exposição à ração ($\alpha = 0,05$). 26

RESUMO

O manejo alimentar tem um papel importante sobre a condição econômica e ambiental de fazendas de camarão, envolve aspectos básicos sobre quando, onde e quanto alimentar. Estudos foram realizados utilizando cercados e tanques de cultivo para determinar os efeitos da frequência alimentar e do período de exposição à ração sobre o desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus vannamei*. A perda de proteína bruta, extrato etéreo e matéria seca em água ao longo de diferentes intervalos de tempo foram também investigados. Sob condições controladas, camarões de $2,78 \pm 1,2$ g de peso corporal foram estocados em 20 tanques (5 tratamentos e 4 réplicas) de 500 L sob uma densidade de 46 animais/m² (26 camarões/tanque). Em uma fazenda comercial de engorda de camarão, 25 cercados (5 tratamentos e 5 réplicas) de 50 m² de área individual foram instalados em um viveiro de engorda e estocados com 80 indivíduos/m² ($2,66 \pm 1,52$ g de peso corporal). Em ambos os estudos, os camarões foram alimentados com uma ração peletizada, ofertada em bandejas de alimentação, 2, 3, 4, 5 e 6 vezes/dia. Nos tanques de cultivo, o alimento não consumido foi coletado 1 h após a oferta. Nos cercados, o alimento foi disponibilizado de forma contínua, sendo a ração não consumida coletada a cada horário de alimentação. Após 8 h de imersão, a proteína bruta e o extrato etéreo caíram de 39,58% para 34,07% e de 9,25% para 7,88%, respectivamente. A lixiviação de matéria seca alcançou $4,65 \pm 0,34\%$ após a primeira hora de imersão em água. Em tanques, ao longo de um período de 8 h, os camarões consumiram de 4,00% a 4,18% de ração em relação ao seu peso corporal. O consumo acumulado de ração alcançou 68,6% após as primeiras duas horas de exposição, com um pico de 97,5% após 7 h. Em tanques, depois de 96 dias de cultivo, os camarões alcançaram de 11,72 a 14,98 g de peso corporal. Na despesca, melhores índices de conversão alimentar (FCA), crescimento semanal, produtividade e biomassa foram obtidos quando a ração foi ofertada por 4, 5 e 6 h/dia comparado com 2 e 3 h/dia. Nos cercados, após 84 dias de cultivo, não foi detectado nenhum benefício no desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* com um aumento da frequência alimentar. Através do presente trabalho, pode ser concluído que, quando as refeições sofrem apenas um ajuste semanal, tendo como único critério a biomassa estocada de camarões, um maior número de refeições diurnas não é vantajoso no cultivo do *L. vannamei*.

Palavras chave: frequência alimentar, cultivo, camarão, *L. vannamei*, ração.

ABSTRACT

Feed management plays a major role in the economical and environmental status of shrimp farms. It involves basic aspects such as when, where and how much to feed. Studies were carried out under pond and tank controlled conditions in order to determine the effects of feeding frequency and period of feed exposure on the growth performance of *Litopenaeus vannamei*. Feed loss of crude fat, protein and dry matter over different time periods were also investigated. Under tank-controlled conditions, shrimp (2.78 ± 1.2 g body weight) were stocked in 20 tanks (5 treatments and 4 replicates) of 500 L at a stocking density of 46 animals/m² (26 shrimp/tank). In a commercial shrimp farm, 25 bottomless enclosures (5 treatments and 5 replicates) of 50 m² each were installed in a grow-out pond and stocked at 80 shrimp/m² (2.66 ± 1.52 g body weight). In both studies, shrimp were fed a commercial pelleted feed, delivered in feeding trays, 2, 3, 4, 5, and 6 times/day. Under tank conditions, feed remains were always collected 1 h after water immersion. In the enclosures, feed was made available over 24-h periods and remains were only collected at the next feeding. After 8 h of water immersion, feed crude protein and fat level dropped from 39.58% to 34.07% and from 9.25% to 7.88%, respectively. Leaching of dry matter reached $4.65 \pm 0.34\%$ after the first hour of feed water immersion. Under tank rearing conditions, shrimp fed at constant a rate of 4.00% to 4.18% of their body weight per hour over an 8-h period. Cumulative feed consumption reached 68.6% in the first two hours of feed exposure, reaching a peak of 97.5% after 7 h. After 96 days of tank rearing, shrimp attained from 11.72 to 14.98 g body weight. At harvest, a better FCR (Food Conversion Ratio), weekly growth, yield and biomass were achieved when feed was offered for 4, 5 and 6 h/day compared to 2 and 3 h/day. In the pond enclosures, after 84 days of grow-out, no shrimp performance benefit could be detected by adopting higher diurnal feeding frequencies. The present study indicated that when feed rations are only adjusted at a weekly basis, using as the only criteria shrimp estimated biomass, delivering feed more times per day is not advantageous in the grow-out of *L. vannamei*.

Key words: feeding frequency, aquaculture, shrimp, *L. vannamei*, feed.

1. INTRODUÇÃO

A produção de camarão cultivado aumentou de forma significativa em regiões tropicais e subtropicais do mundo. Em 2002, um total de 1.292.476 ton. de camarão de cativeiro foram despendidas de fazendas de cultivo, contabilizando mais de US\$ 7,3 bilhões em receita (FAO, 2004). Esta rápida expansão tem levantado questões de ordem ambiental (Naylor *et al.*, 2000), desencadeando uma série de estudos, desde sistemas estáticos e integrados de cultivo (Burford *et al.*, 2003; Wang, J. -H., 2003), tratamento de efluentes de fazendas de camarão (Tilley *et al.*, 2002; Jackson *et al.*, 2003) até o uso de ingredientes alternativos em rações para camarões (Smith *et al.*, 2000; Forster *et al.*, 2003).

Contraditoriamente, pouca atenção tem sido dada à melhoria da tecnologia de manejo alimentar, apesar de seu potencial na redução da pressão econômica e ambiental que as rações impõem sobre fazendas de cultivo. A nível prático, o tripé do manejo alimentar tradicional na carcinicultura combina a amostragem populacional de camarões para estimar o ganho da biomassa estocada, o uso de tabelas para o ajuste das refeições; e, às vezes, o monitoramento contínuo de bandejas de alimentação para servir como indicativo do consumo alimentar e da sobrevivência populacional. As taxas de alimentação, os horários de oferta da ração, a frequência alimentar e o método de distribuição do alimento variam consideravelmente, dependendo da espécie cultivada, peso do camarão, tamanho da fazenda, nível de intensificação e qualidade da água e da ração. Em alguns países, houve uma evolução de protocolos mais complexos de alimentação (Nunes & Suresh, 2001; Nunes, 2003; Nunes, 2004), mas grande parte das técnicas de manejo alimentar ainda está praticamente inalterada desde meados dos anos 80.

Devido aos camarões peneídeos aparentemente exibirem uma periodicidade alimentar contínua (Hall, 1962; Hill & Wassenberg, 1987; Nunes & Parsons, 200) e as rápidas perdas físicas e nutricionais que a ração sofre em contato com a água (Marchetti *et al.*, 1999), sempre se acreditou que um aumento da frequência alimentar resultava em um crescimento mais rápido dos camarões, uma conversão alimentar mais eficiente e uma melhor qualidade de água (Sedgwick, 1979; Robertson *et al.*, 1993; Jaime *et al.*, 1996). Contudo, mais recentemente, dados contrários a estes trabalhos revelaram não existir nenhum benefício na oferta de múltiplas refeições ao dia (Velasco *et al.*, 1999; Smith *et al.*, 2002). No Brasil,

diferente da maioria dos países da América Latina, as rações são ofertadas exclusivamente em bandejas de alimentação, de três a quatro vezes ao dia. Sob tais condições, os horários de alimentação são condicionados ao turno diurno para coleta de sobras e ajuste da refeição seguinte. Em geral, um parcelamento mais freqüente das refeições não é desejável devido a maior exigência de mão-de-obra que tal método impõe. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do período de exposição ao alimento e da oferta de múltiplas refeições ao dia sobre o desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus vannamei*, estocado em tanques e cercados de cultivo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os camarões peneídeos são onívoros escavadores que se alimentam de uma grande variedade de organismos bentônicos e detritos. Evidências indicam que estes animais apresentam hábito alimentar contínuo ou freqüente, durante períodos de atividade alimentar (Hill & Wassenberg, 1987). A quantidade relativa de cada item consumido depende da sua disponibilidade no ambiente, além do estágio de crescimento e espécie de camarão cultivada. A evacuação completa do alimento consumido pode ocorrer entre 2 h e 4 h após ingestão (Nunes & Parsons, 2000a).

A variabilidade no comportamento e hábito alimentar dos camarões peneídeos em viveiros é ainda pouco compreendida. Nos cultivos semi-intensivos, as rações formuladas são utilizadas para aumentar a produção além dos níveis suportados pela produtividade natural do viveiro, que pode alcançar até 85% da dieta dos animais (Nunes *et al.*, 1997). Devido à soma expressiva de ração utilizada durante o cultivo, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos que visem otimizar o aproveitamento racional desse insumo.

Nos programas alimentares para camarões cultivados, a escolha do alimento a fornecer é função direta de suas características físicas e nutricionais (Jory *et al.*, 2001). Contudo, após imersão, são observadas consideráveis perdas de nutrientes nas primeiras horas (Marchetti *et al.*, 1999; Cruz-Suárez *et al.*, 2002; Smith *et al.*, 2002). Desta forma, o emprego inadequado do alimento comercial, bem como sua baixa utilização pela população estocada, pode comprometer o desempenho zootécnico dos animais, além de provocar conseqüências negativas de ordem ambiental e econômica aos cultivos (Jory, 1995).

Dentre os tópicos do manejo alimentar, torna-se bastante relevante definir quando e quanto do alimento deve ser ofertado, para que sejam fornecidas quantidades de ração adequadas e em freqüências que permitam ser consumida rapidamente. Segundo Jory (1995), a decisão de quando alimentar envolve estudos sobre a atividade alimentar da espécie cultivada, a freqüência alimentar e o horário de alimentação.

Acredita-se que, com a distribuição da ração balanceada em múltiplas refeições ao dia, é possível conseguir-se um incremento nas taxas de crescimento do camarão cultivado e uma redução na deterioração dos parâmetros de qualidade de água (Robertson *et al.*,

1993; Velasco *et al.*, 1999). No entanto, poucos estudos têm sido conduzidos para validar os benefícios associados ao incremento da frequência de alimentação.

Robertson *et al.* (1993) relataram que o padrão de crescimento de *Litopenaeus vannamei*, cultivado em cercados montados em um viveiro de engorda de camarão, foi incrementado progressivamente com o aumento da frequência alimentar de 1 para 4 vezes ao dia. Do mesmo modo, Jaime *et al.* (1996), estudando a influência da frequência de alimentação sobre o crescimento de juvenis de *Litopenaeus schmitti*, encontraram efeito positivo do incremento da frequência alimentar no crescimento dos camarões. Por outro lado, Marques (1997), trabalhando com doze gaiolas fixas, instaladas em um viveiro de cultivo de camarão, não detectou diferença significativa no crescimento de *Farfantepenaeus paulensis* quando o número de alimentações foi incrementado de 2 para 4 vezes ao dia.

Sedgwick (1979), cultivando o *Fenneropenaeus merguensis* em condições controladas, observou que os camarões alimentados quatro vezes ao dia cresceram mais rapidamente e com melhor conversão alimentar do que aqueles com apenas uma refeição diária. Todavia, mais recentemente, trabalhando sob as mesmas condições de cultivo, Velasco *et al.* (1999) não detectaram correlação positiva entre o aumento da frequência de alimentação com o incremento do padrão de crescimento de *L. vannamei*.

Smith *et al.* (2002), trabalhando com o *Penaeus monodon* em tanques de 2.500 L, não observaram benefícios zootécnicos significativos para a espécie com o aumento da frequência alimentar. Em viveiros de cultivo, Nunes & Parsons (2000a) observaram incrementos nos padrões de consumo e de quantidade de ração seca ingerida pela espécie *Farfantepenaeus subtilis* logo na primeira 1,5 h após a alimentação inicial.

O estudo da frequência de alimentação, em viveiros de camarão marinho, também se recobre de relevância quando atentamos para a manutenção das características físicas e químicas da ração fornecida no cultivo, de forma a não comprometer sua atratividade, palatabilidade e hidroestabilidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 *Local de Estudo e Delineamento Experimental.*

O presente estudo foi dividido em duas etapas; uma, sob condição controlada com água clara e outra, em campo, exposta às condições comerciais de cultivo. Os estudos foram conduzidos em locais distintos, mas em períodos simultâneos. O estudo de laboratório foi realizado nas instalações de tanques do Laboratório de Ração e Nutrição de Camarão Marinho, do Instituto de Ciências do Mar (Labomar/UFC), entre o período de 13/08/2004 a 19/11/2004. Foram empregados 20 tanques circulares de polipropileno de cor azul (Plastsan Plásticos do Nordeste Ltda., Caucaia, CE), dispostos em células de quatro unidades. O estudo investigou o efeito do tempo de exposição à ração sobre o desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus vannamei*. Foram empregados cinco tratamentos, com tempos pausados de exposição à ração de 2, 3, 4, 5 e 6 h ao dia. Para cada tratamento, foram designadas quatro réplicas, utilizando-se um arranjo experimental em blocos (Figura 1).

O estudo de campo foi conduzido em um viveiro de engorda de camarão marinho da fazenda comercial CEAQUA - Ceará Aquacultura Ltda. A fazenda está localizada no estuário e na margem direita do Rio Choró, no município de Beberibe, Estado do Ceará. A pesquisa foi executada entre o período de 30/09/2004 e 17/12/2004, tendo consistido de cinco tratamentos, onde foram avaliadas as frequências de alimentação de 2, 3, 4, 5 e 6 vezes ao dia. Cada tratamento dispunha de cinco réplicas, totalizando 25 unidades experimentais. As unidades foram constituídas de cercados, instaladas em um único viveiro de engorda de *L. vannamei* com área de 7,43 ha. Para efeito de diferenciação, os cercados foram numerados de 1 a 25, com plaquetas confeccionadas de PVC (18 cm x 18 cm). Os tratamentos foram randomizados em blocos de forma sistemática de modo a evitar a influência de variáveis não ambientais. Os cercados foram dispostos em diagonal, quando observados frontalmente, a partir da comporta de adução do viveiro (Figura 2).

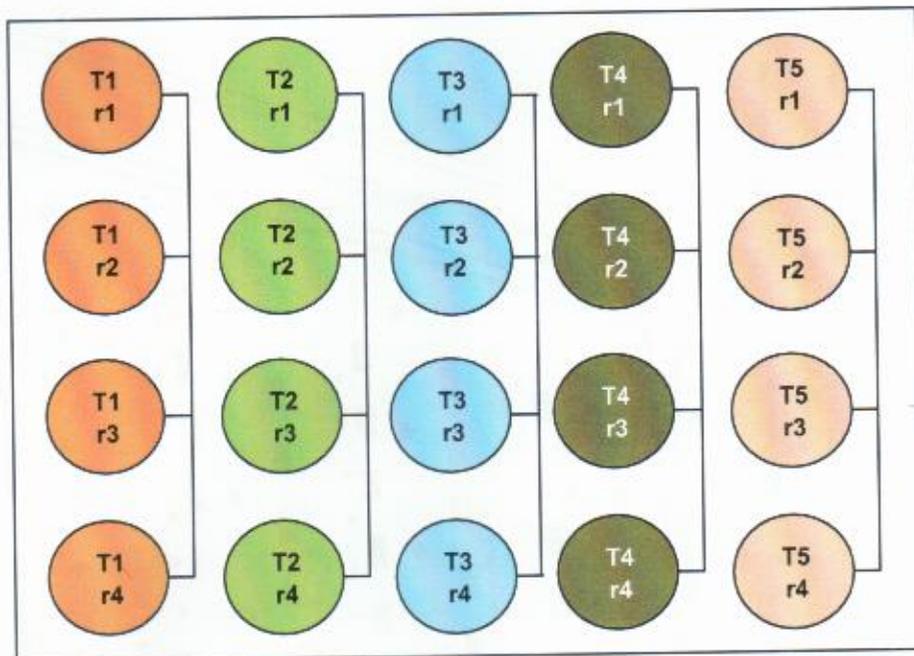


Figura 1. Arranjo experimental empregado no estudo de laboratório. T, tratamento; r, réplica.

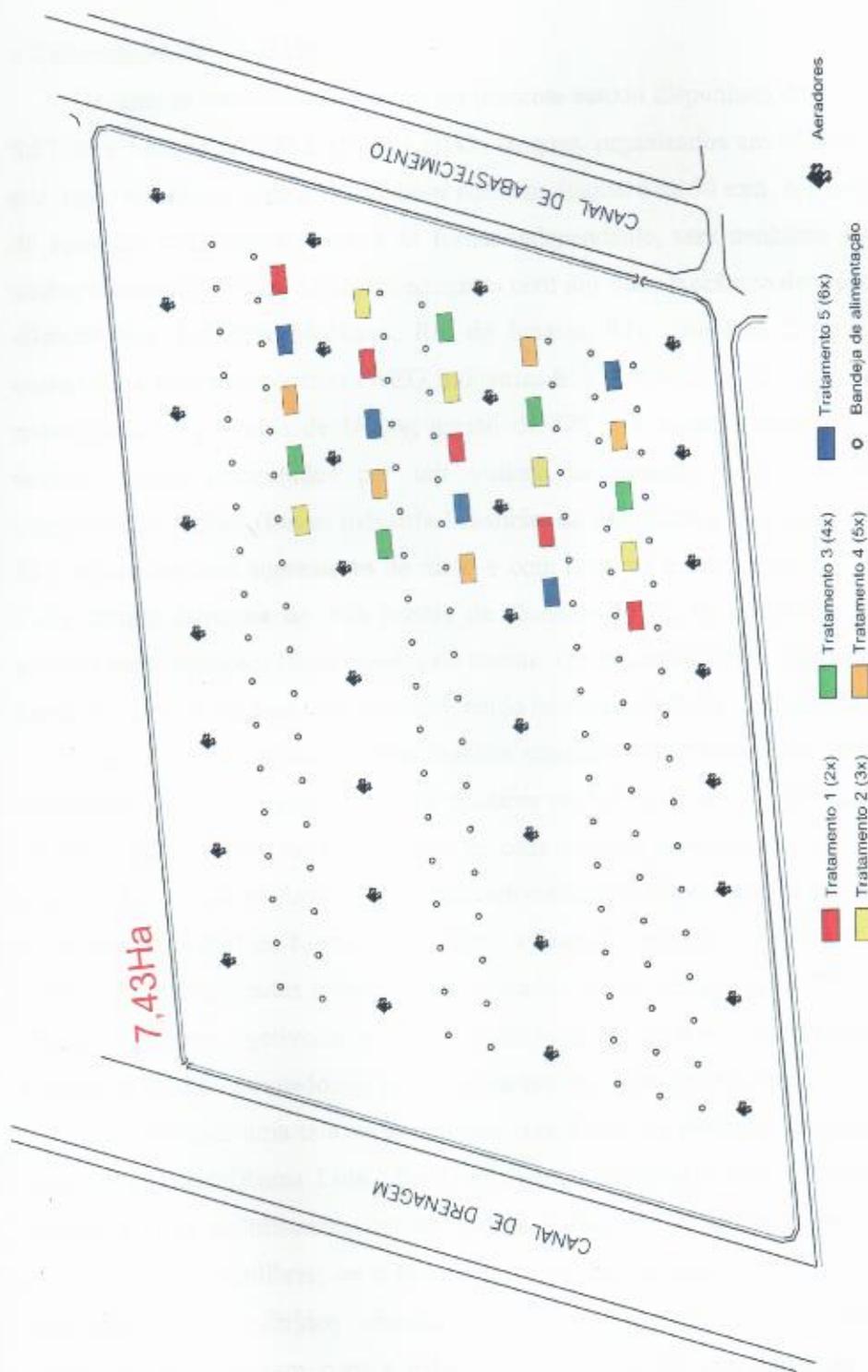


Figura 2. Distribuição dos tratamentos no viveiro de cultivo, empregando cercados. Cada fileira foi composta por cinco cercados, posicionados entre corredores de bandejas de alimentação ou aeradores mecânicos.

3.2 Montagem das Unidades de Cultivo

Os tanques de cultivo utilizados no presente estudo dispunham de área individual de 0,57 m² e volume de 500 L (Figura 3). Os tanques, organizados em células, foram unidos por meio de conexões de PVC soldável com um diâmetro de 50 mm. A filtragem mecânica de água em cada célula ocorreu de forma independente, sem nenhuma interferência de outros tratamentos. Cada célula foi equipada com um filtro mecânico de areia de alta vazão (Dancor S.A. Indústria Mecânica, Rio de Janeiro, RJ), com área filtrante de 0,07 m², conectado a uma eletrobomba (WEG Indústrias S.A., Guarulhos, SP) de serviço contínuo, monofásica, na potência de 1/4 cv, tensão de 220 V e vazão nominal de 3,8 m³/h. Os tanques foram alimentados por um sistema de aeração aérea composto por três compressores radiais (Ibram Indústria Brasileira de Máquinas e Equipamentos, São Paulo, SP), equipados com supressores de ruído e com motores trifásicos de 2,0 cv de potência. Cada tanque dispunha de dois pontos de alimentação de ar, composto de duas pedras porosas localizadas em lados opostos do tanque. Os camarões foram submetidos a um ciclo luminoso de 12 h durante todo o estudo, tendo início às 06:30 h e finalizando às 18:30 h.

Em campo, as unidades experimentais constaram de 25 cercados de 50 m² de área individual, suportados por estacas de madeira de 3,0 m de altura, fíncadas no fundo do viveiro e posicionadas na área interior de cada unidade experimental. Os cercados foram desprovidos de tela no fundo e apresentavam conformação retangular (5 m de lado com 10 m de comprimento) de forma a reproduzir o formato original dos viveiros comerciais de cultivo. As extremidades inferiores dos cercados foram enterradas de 20 cm a 30 cm no sedimento, com o objetivo de reduzir as chances de escape dos animais estocados e (ou) da entrada de animais povoados na área externa dos cercados em referência.

Foi utilizada uma tela de polietileno com 4 mm de abertura de malha e 1,90 m de altura (Tecelagem Roma Ltda., Tatuí, SP) para a construção dos cercados, que ficaram dispostos 11 m equidistantes um dos outros e distantes 27 m dos aeradores mecânicos, como forma de equilibrar, ao máximo, as condições de qualidade de água nas unidades experimentais. Os referidos cercados tiveram um distanciamento mínimo de 30 m dos taludes e permaneceram com a extremidade superior 50 cm acima da lâmina d'água máxima do viveiro. As telas foram fixadas às estacas de suporte através de um cordão de polietileno (Figura 3).



Figura 3. Cercados e tanques de cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*, adotados no presente estudo.

3.3 Preparação do Viveiro

Os cercados foram montados precedendo o enchimento do viveiro, logo após os procedimentos de secagem, revolvimento e calagem do solo. Após a despesca do viveiro e drenagem de água, amostras de solo coletadas no platô e valas foram submetidas à análise de matéria orgânica, tendo apresentado uma média de 2,2%. O tratamento do solo teve início com a sua secagem por um período de trinta dias, sendo, em seguida, realizada a aplicação de 40 kg/ha e 120 kg/ha de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) nas valas e platô, respectivamente. Após cinco dias, poças de água remanescentes foram esterilizadas com 35 kg de hipoclorito de cálcio. Um dia depois, 7,4 kg/ha de Nutrilake® em pó (SQM Brasil, Barueri, SP) foram distribuídos diretamente sobre as valas. A partir de então, o viveiro foi submetido por mais quinze dias à secagem, sendo, logo em seguida, abastecido com água até 60% de sua capacidade. Após o abastecimento, foram feitas aplicações diárias de 19,2 kg/ha de Nutrilake® e 0,9 L/ha de silicato, distribuídos sobre a água de cultivo ao longo de 10 dias. O processo de preparação do viveiro foi concluído com a aplicação de 3,5 kg/ha de uréia.

3.4 Povoamento e Densidade de Estocagem

Para o estudo em condições controladas, camarões juvenis da espécie *Litopenaeus vannamei*, com $2,78 \pm 1,2$ g (média \pm desvio padrão; $n = 30$), foram capturados por meio de rede de arrasto em um viveiro comercial da fazenda Artemisa Aqüicultura S.A. (Acaraú, CE), distante 245 km do laboratório. Os animais foram transportados em bombonas de 50 L, providas de aeração constante (8,2 unidades de pH e 43 ‰ de salinidade). No laboratório, os animais foram contados individualmente e estocados em seus respectivos tanques (7,9 unidades de pH e 40 ‰ de salinidade) sob densidade de 46 camarões/m² (26 camarões/tanque). Os camarões que morreram nos dois primeiros dias, após a estocagem, foram coletados e substituídos.

Para realização do estudo em campo, pós-larvas de *L. vannamei* com idade de 11 dias (PL₁₁) foram transportadas da Vimar Larvicultura (Areia Branca, RN), distante cerca de 200 km da fazenda CEAQUA. Na propriedade, os animais foram submetidos a um processo de aclimação dentro das próprias caixas de transporte. A aclimação ocorreu com a redução em 20 cm do nível da água das caixas de transporte e adição de água do

viveiro, em intervalos de 1 h, para equilibrar a salinidade, monitorando paralelamente a temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido. O processo findou com a liberação da água no viveiro, através da abertura do registro localizado na porção inferior das caixas de transporte. Os animais foram povoados no viveiro em uma densidade de 38 PL/m².

Após 46 dias do povoamento das PL na área externa dos cercados, foi realizada a estocagem de juvenis com $2,66 \pm 1,52$ g (média \pm desvio padrão; n = 200 animais) nos cercados, em uma densidade de 80 indivíduos/m², totalizando 4.000 animais/cercado. Cada cercado foi estocado com animais provenientes do próprio viveiro do estudo, capturados por meio de rede de tarrafa entre 18:00 h e 04:00 h durante dois dias consecutivos. Após a captura, os animais foram transferidos para caixas de isopor de 50 L contendo água, foram pesados e, finalmente, conduzidos de caiaque às suas respectivas unidades de cultivo. A biomassa de camarões a estocar foi estimada por:

$$Spop = tn \times \left(\frac{\sum Ws}{cn} \right)$$

onde,

Spop = Biomassa de camarões estocados (g);

tn = número de animais a ser estocado por cercado;

$\sum Ws$ = somatório dos pesos individuais de 200 camarões amostrados;

cn = número de animais capturados para o cálculo da biomassa a estocar.

3.5 Alimento e Alimentação

Para investigar os efeitos do tempo de imersão em água sob condições controladas, foi empregada uma ração peletizada (Cameronina 40, Purina do Brasil, Volta Redonda, RJ) com os seguintes níveis de garantia: máximo de 13% de umidade, mínimo de 40% de proteína bruta, mínimo de 8% de extrato etéreo, máximo de 6% de fibra e máximo de 13% de cinzas. A ração peletizada apresentava diâmetro de $2,6 \pm 0,2$ mm (n = 30) e comprimento de $6,3 \pm 1,8$ mm (n = 30). Com vistas a facilitar a captura dos *pellets* por camarões menores de $4,60 \pm 1,34$ g (n = 280), até 21^o dia de cultivo, a ração foi desintegrada em um multiprocessador para apresentar um comprimento de $2,7 \pm 0,3$ mm (n = 30).

A ração foi ofertada exclusivamente em bandejas, nos horários de alimentação 2, 3, 4, 5 e 6 vezes ao dia (Tabela 2). As bandejas foram fabricadas com tela de 2,0 mm, envoltas por um arco em PVC com diâmetro interno e altura de bordas com 14,3 cm e 3,5 cm, respectivamente. A cada refeição, o alimento foi disponibilizado por períodos contínuos de 1 h, não ocorrendo alimentação aos domingos. Os ajustes nas refeições empregadas seguiram uma tabela de alimentação, tendo como base a máxima ingestão alimentar do camarão *Farfantepenaeus subtilis* (Nunes & Parsons, 2000a; Tabela 1).

Nos cercados, os camarões foram alimentados com uma ração peletizada (Camaronina 35 hp, Purina do Brasil, São Lourenço da Mata, PE) durante todo ciclo de produção, com os seguintes níveis de garantia: máximo de 13% de umidade, mínimo de 35% de proteína bruta, mínimo de 8% de extrato etéreo, máximo de 4% de fibra e máximo de 12% de cinzas. A ração balanceada foi ofertada nos mesmos horários empregados no estudo em tanques, disponibilizada por períodos contínuos de 24 h, exceto aos domingos. Todo o alimento foi fornecido exclusivamente em bandejas de alimentação, dotadas de fechamento e abertura retrátil de tampa (Plastsan Plásticos do Nordeste Ltda., Caucaia, CE; Figura 4), instaladas a 80 cm da borda da tela, na razão de uma unidade por cercado. A ração foi distribuída em horários preestabelecidos, seguindo práticas comerciais de alimentação diurna (Tabela 2). A cada horário de oferta do alimento, a ração não consumida foi removida das bandejas, pesada e descartada. Os ajustes nas refeições diárias foram realizados semanalmente, de acordo com a biomassa estocada, após a determinação do peso médio da população existente nos cercados (Tabela 3). As refeições foram individualizadas para cada cercado, independente do tratamento adotado, não sofrendo ajustes com base nas sobras observadas nas bandejas de alimentação. Os animais estocados na área externa dos cercados foram alimentados com uma ração peletizada durante todo o ciclo de produção (Laguna CMS 37, Socil Guyomarch'H, São Lourenço da Mata, PE).

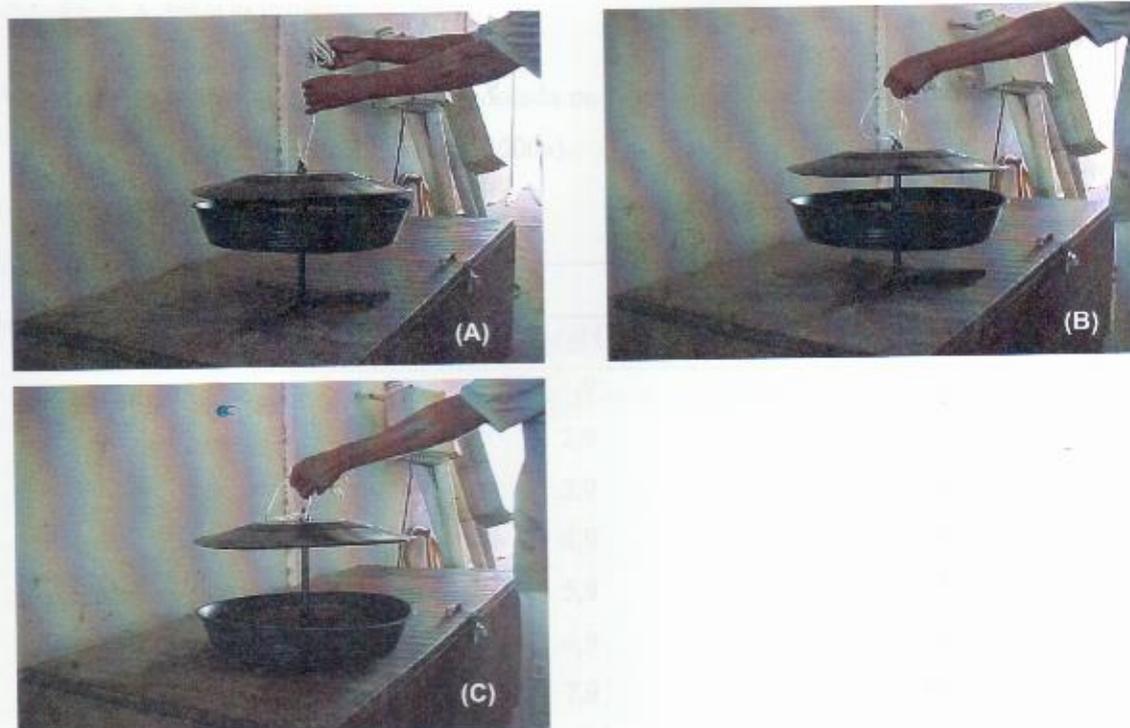


Figura 4. Bandeja de alimentação com abertura e fechamento retrátil de tampa. (A) fechamento de tampa durante o resgate da bandeja para oferta da ração; (B) liberação da bandeja em água após oferta do alimento; (C) abertura total da tampa após contato com o fundo do viveiro.

Tabela 1. Tabela de arraçamento adotada no estudo conduzido em tanques de 500 L.
(Fonte: Nunes & Parsons, 2000a).

Peso Corporal		Taxa Alimentar
Inicial (g)	Final (g)	(%)
1,0	1,9	8,0
2,0	2,9	7,5
3,0	3,9	7,0
4,0	4,9	6,5
5,0	5,9	5,5
6,0	6,9	5,0
7,0	7,9	4,5
8,0	8,9	4,0
9,0	9,9	3,5
10,0	10,9	3,0
11,0	11,9	2,5
12,0	12,9	2,0
13,0	13,9	1,5
14,0	14,9	1,4
15,0	15,9	1,3
16,0	16,9	1,2
17,0	17,9	1,1
18,0	18,9	1,0
19,0	19,9	1,0

Tabela 2. Horário de arraçoamento adotado no estudo sobre frequência alimentar em cercados, tendo como referência práticas comerciais de alimentação diurna.

Tratamento	Horário de Arraçoamento (h)										
	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
2 vezes	■								■		
3 vezes	■				■				■		
4 vezes	■			■			■			■	
5 vezes	■		■			■			■		■
6 vezes	■		■		■		■		■		■

Tabela 3. Tabela de arraçamento adotada para cercados, conforme peso médio e sobrevivência da população cultivada. (Fonte: Clifford, 1992).

Semana de Engorda	Peso Corporal		Sobrevivência	Taxa Alimentar
	Inicial (g)	Final (g)	(%)	(%)*
1	2,5	3,3	95,0	3,4
2	3,3	4,1	93,5	3,3
3	4,1	4,9	92,0	3,2
4	4,9	5,5	90,5	3,2
5	5,5	6,1	89,0	3,1
6	6,1	6,7	87,5	3,0
7	6,7	7,3	86,0	3,0
8	7,3	7,8	84,5	2,9
9	7,8	8,3	83,0	2,9
10	8,3	8,8	81,5	2,8
11	8,8	9,3	80,0	2,8
12	9,3	9,7	78,5	2,7
13	9,7	10,1	77,0	2,7
14	10,1	10,5	75,5	2,6
15	10,5	10,9	74,0	2,6
16	10,9	11,2	72,5	2,6

*Taxa alimentar em função de estimativas da biomassa estocada

3.6 *Biometria Populacional*

Sob condições controladas, sete animais ou 25% da população estocada em cada tanque foram coletados quinzenalmente, aos domingos. Durante a pesagem, retirou-se o excesso de umidade dos camarões com toalha de papel, pesados individualmente e retornados aos seus respectivos tanques. Nos cercados de 50 m², 40 animais ou 1,0% a 1,2% da população remanescente em cada unidade experimental foram amostrados semanalmente para biometria. Os animais foram capturados às quartas-feiras, através de rede de tarrafa, sempre entre 18:00 h e 20:00 h, sendo descartados após pesagem.

3.7 *Análise dos Parâmetros de Qualidade de Água*

Os parâmetros de qualidade de água, temperatura, pH e salinidade foram monitorados nos tanques em estudo, às 09:00 h e 15:00 h, diariamente (exceto aos domingos). Sob condições de campo, foram realizadas leituras de temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido, às 09:00 h, 14:00 h, 20:00 h e 04:00 h. A transparência da água foi determinada através do disco de Secchi, no primeiro horário da tarde.

3.8 *Análise da Qualidade Física e Nutricional da Ração após Imersão em Água*

As perdas de proteína bruta, extrato etéreo e matéria seca das rações empregadas nos estudos foram determinadas em diferentes tempos de exposição à água, correspondentes aos intervalos de arraçoamento adotados nos estudos de campo e laboratório. Para calcular a lixiviação de proteína bruta e extrato etéreo da ração utilizada nos cercados, 1,0 kg de alimento foi exposto à imersão individualmente, durante três dias, em oito bandejas de alimentação. As bandejas foram lacradas para evitar o consumo de ração, sendo posicionadas fora da área dos cercados, mas imersas simultaneamente, no viveiro de cultivo. Cada bandeja foi mantida em água por intervalos distintos de imersão, sendo a ração coletada a cada hora por um período de até 8 h. O material coletado foi mantido congelado sob -18°C até realização das análises bromatológicas. Cada amostra coletada foi analisada em duplicata. As análises químicas seguiram a metodologia descrita por AOAC (1990). A proteína bruta foi determinada pelo método Kjeldahl [(N) x 6,25] e a

concentração de lipídios gravimetricamente seguido da extração em Soxhlet, usando-se acetona como solvente.

A lixiviação de matéria seca e o percentual de absorção de água das rações empregadas nos cercados e tanques foram determinadas para os intervalos definidos acima. Neste caso, foram utilizados tanques de 500 L, sem camarões estocados, com bandejas de alimentação contendo individualmente 5 g de ração. O percentual de matéria seca lixiviado do alimento, no seu respectivo período de imersão em água, foi calculado através da seguinte fórmula:

$$DMi = \left[1 - \left(\frac{Wdi}{Wf} \right) \right] \times 100$$

onde,

DMi = percentual lixiviado de matéria seca no tempo i (%);

Wdi = peso seco da ração após imersão em água no tempo i (g);

Wf = peso seco da ração antes da imersão em água (g).

O peso seco da ração refere-se ao peso do alimento após submetê-lo em estufa, sob temperatura de 70 °C por 48 h. A absorção de água pela ração no seu respectivo tempo de imersão foi calculada pela fórmula:

$$WAi = \left(\frac{Wmi - Wf}{Wf} \right) \times 100$$

onde,

WAi = percentual absorvido de água pela ração no tempo i (%);

Wmi = peso úmido da ração após imersão em água no tempo i (g);

Wf = peso seco da ração antes da imersão em água (g).

3.9 Parâmetros de Desempenho Zootécnico

O crescimento semanal dos camarões foi determinado com base nas biometrias. A sobrevivência final foi determinada após a despesca das unidades de cultivo. No estudo conduzido nos tanques, a sobrevivência foi calculada com base na contagem individual dos animais no povoamento e na despesca. No estudo conduzido em cercados, a sobrevivência foi calculada com base na biomassa de camarões estocada e despescada. Os cercados que

apresentaram sobrevivência igual ou inferior a 40% não foram considerados nas avaliações de desempenho.

O Fator de Conversão Alimentar (FCA) foi calculado tomando como base o consumo alimentar aparente dos camarões ao longo do estudo. Diariamente, a cada arraçoamento, as sobras de ração observadas nas bandejas de alimentação, após 1 h de imersão em água clara, foram contabilizadas considerando as perdas resultantes da lixiviação de matéria seca durante o período. A seguinte fórmula foi aplicada:

$$C_s = \sum [(F_d \times DM_i) - (F_c \times W_{Ai})]$$

onde,

C_s = Consumo Aparente de Ração (g);

F_d = quantidade de ração ofertada (g);

F_c = quantidade de ração coletada (g).

3.10 Consumo Alimentar

Camarões de $9,07 \pm 1,95$ g ($n = 194$) foram povoados em oito tanques de 500 L, sob uma densidade de 44 indivíduos/m² (24 camarões/tanque). Os animais foram individualmente pesados e submetidos a um período de aclimatação de três dias. Para o estudo, os camarões foram alimentados em excesso, seguindo uma taxa média de alimentação de 4,8% em relação à biomassa estocada. Os animais foram alimentados uma única vez ao dia, às 07:00 h, utilizando-se bandejas de alimentação. O estudo consistiu de coleta de ração remanescente nas bandejas em intervalos consecutivos de uma hora, iniciando-se com 1 h até alcançar um total de 8 h de exposição. Cada tratamento foi composto por nove repetições, realizadas ao longo de nove dias de observação. O tempo de exposição à ração foi alternado diariamente para cada tanque em avaliação. Todo o alimento coletado foi secado em estufa a 70 °C, por 48 h e contabilizado, para calcular ao longo de cada intervalo de exposição, os seguintes parâmetros:

$$CRO = \left(\frac{C_s}{F_d} \right) \times 100$$

onde,

CRO = Consumo Relativo à Oferta (%);

Fd = quantidade de ração ofertada (g).

e

$$CRB = \left(\frac{Cs}{SB} \right) \times 100$$

onde,

CRB = Consumo Relativo à Biomassa (%);

SB = biomassa estocada de camarões por tanque (g).

O CRO e CRB foram calculados com base na biomassa inicial, obtida no momento da estocagem.

3.11 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o programa Statistical Package for Social Sciences, versão Windows 7.5.1 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EUA). A Análise de Variância (ANOVA) foi aplicada para determinar as diferenças estatísticas entre tratamentos. O teste *a posteriori* de Scheffé foi utilizado para examinar as diferenças estatísticas individuais entre tratamentos, quando observadas diferenças estatísticas significativas ao nível de significância de $\alpha = 0,05$.

4. RESULTADOS

4.1. Qualidade de Água

Um total de 9.016 leituras de temperatura, pH e salinidade foram realizados ao longo de 96 dias de engorda do camarão *Litopenaeus vannamei* em tanques de cultivo de 500 L com água clara. A temperatura ($28,94 \pm 0,73^{\circ}\text{C}$, média \pm desvio padrão; $n = 2.438$), o pH ($7,64 \pm 0,24$; $n = 3.278$) e a salinidade ($39,19 \pm 1,72 \text{‰}$; $n = 3.300$) apresentaram pouca variação ao longo do estudo.

Na engorda do *L. vannamei* em cercados de 50 m^2 , um total de 355 leituras individuais de temperatura, pH, salinidade, oxigênio dissolvido e transparência d'água (disco de Secchi) foram realizadas ao longo de 84 dias de cultivo. A temperatura da água manteve-se praticamente constante, sem alterações bruscas durante o estudo ($27,69 \pm 1,43^{\circ}\text{C}$; $n = 122$). Da mesma forma, o pH ($8,59 \pm 0,17$; $n = 18$), a salinidade ($39,95 \pm 5,06 \text{‰}$; $n = 20$), o oxigênio dissolvido ($6,80 \pm 2,15 \text{ mg/L}$; $n = 123$) e a transparência d'água ($23,52 \pm 4,81 \text{ cm}$; $n = 71$) não apresentaram mudanças representativas.

4.2. Características Físicas e Nutricionais da Ração

A ração desintegrada, utilizada durante os primeiros 21 dias de cultivo do *Litopenaeus vannamei* em água clara, apresentou uma maior taxa de lixiviação de matéria seca (MS) quando comparada à ração peletizada. Para absorção, observou-se um comportamento inverso para as referidas rações (Tabela 4).

A taxa de absorção de água da ração peletizada em períodos de uma hora de imersão em água aumentou de forma progressiva (Figura 5; $P < 0,05$), alcançando, na primeira hora, uma taxa de 60,8%. Apesar da absorção de água ocorrer ininterruptamente, os intervalos de tempo de 1 h a 5 h, de 2 h a 7 h e de 4 h a 8 h, não apresentaram diferenças estatísticas significativas.

Tabela 4. Umidade (%), lixiviação (%) e absorção (%) das rações fornecidas ao camarão *Litopenaeus vannamei*, cultivado em tanques de 500 L. Dados expressos como média \pm desvio padrão.

Ração	Umidade (%)	Lixiviação (%)	Absorção (%)	n
Desintegrada	9,77 \pm 0,68	6,49 \pm 1,07	72,2 \pm 10,9	30
Peletizada	10,57 \pm 0,63	4,56 \pm 1,45	81,2 \pm 5,0	30

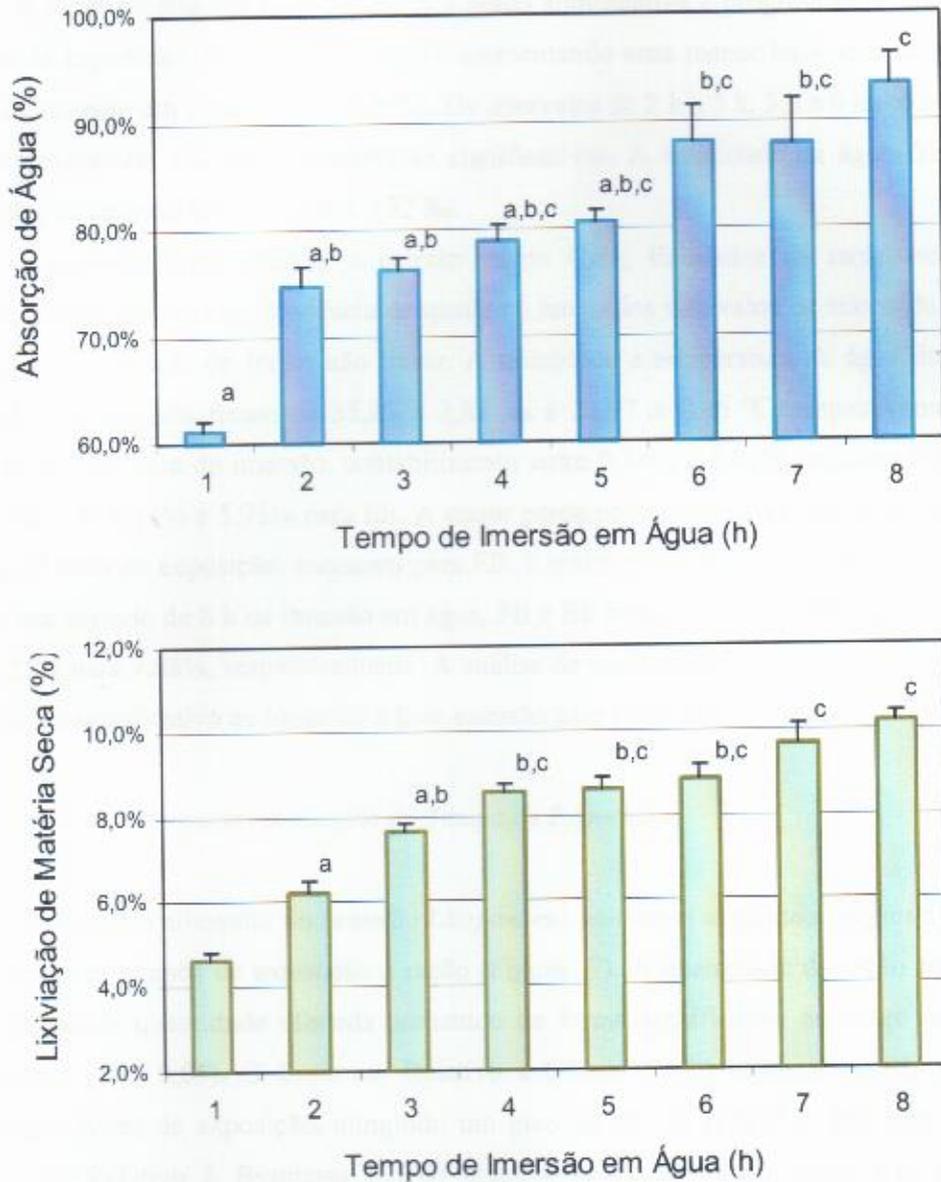


Figura 5. Perda das características físicas da ração peletizada empregada no estudo de campo submetida a imersão em água em tanques de 500 L. Cada coluna representa a média \pm desvio padrão de quatro amostras. Letras iguais indicam diferença estatística não significativa ao nível de $\alpha = 0,05$.

A ração imersa em água sofreu uma perda significativa e progressiva de MS com o tempo de exposição (Figura 5; $P < 0,05$), apresentando uma menor lixiviação na primeira hora de imersão em água ($4,65 \pm 0,34\%$). Os intervalos de 2 h a 3 h, 3 h a 6 h e de 4 h a 8 h não apresentaram diferenças estatísticas significativas. A salinidade da água durante os períodos de imersão foi de $36,54 \pm 0,72 \text{ ‰}$.

A proteína bruta (PB) e o extrato etéreo (EE), lixiviados da ração peletizada, apresentaram valores com tendência de queda ao longo dos intervalos de tempo de imersão (Figura 6), contudo de forma não linear. A salinidade e temperatura da água durante os períodos de imersão foram de $35,25 \pm 2,87 \text{ ‰}$ e $26,97 \pm 0,46 \text{ °C}$, respectivamente. As perdas, a cada hora de imersão, contabilizaram entre 0,54% e 6,91% (mínimo e máximo) para PB e de 0,11% e 5,95% para EE. A maior perda percentual de PB foi observada entre a 2ª e 3ª hora de exposição, enquanto para EE, a maior perda ocorreu entre a 4ª e 5ª hora. Após um período de 8 h de imersão em água, PB e EE reduziram de 39,58% para 34,07% e de 9,25% para 7,88%, respectivamente. A análise de variância revelou não haver diferença estatística significativa ao longo de 8 h de imersão para PB e EE ($P > 0,05$).

4.3. Consumo Alimentar em Função do Tempo de Exposição

O consumo alimentar do camarão *Litopenaeus vannamei* aumentou progressivamente, com maiores tempos de exposição à ração (Figura 7). A quantidade de ração consumida em função da quantidade ofertada aumentou de forma significativa ao longo de 8 h de exposição ($P < 0,05$). O Consumo Relativo à Oferta (CRO) alcançou 68,6% nas duas primeiras horas de exposição, atingindo um pico de 97,5% após 7 h. Por outro lado, o Consumo Relativo à Biomassa (CRB) manteve-se constante ao longo das 8 h, não apresentando diferenças estatísticas significativas durante todo período estudado ($P > 0,05$). O CRB variou de um mínimo de 4,00% a um máximo de 4,18%.

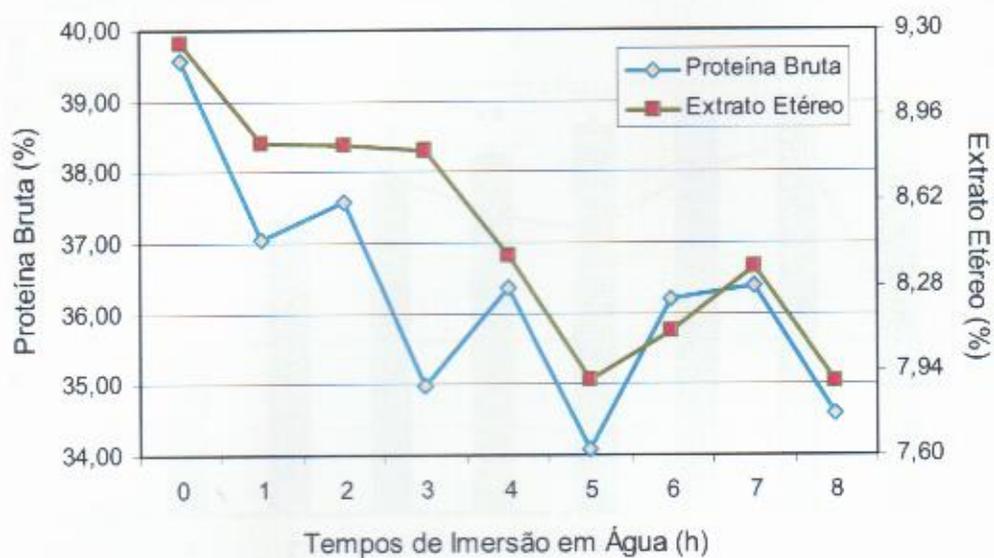


Figura 6. Perda de proteína bruta e extrato etéreo da ração peletizada submetida a períodos progressivos de imersão na água do viveiro experimental. Cada valor representa a média de duas amostras.

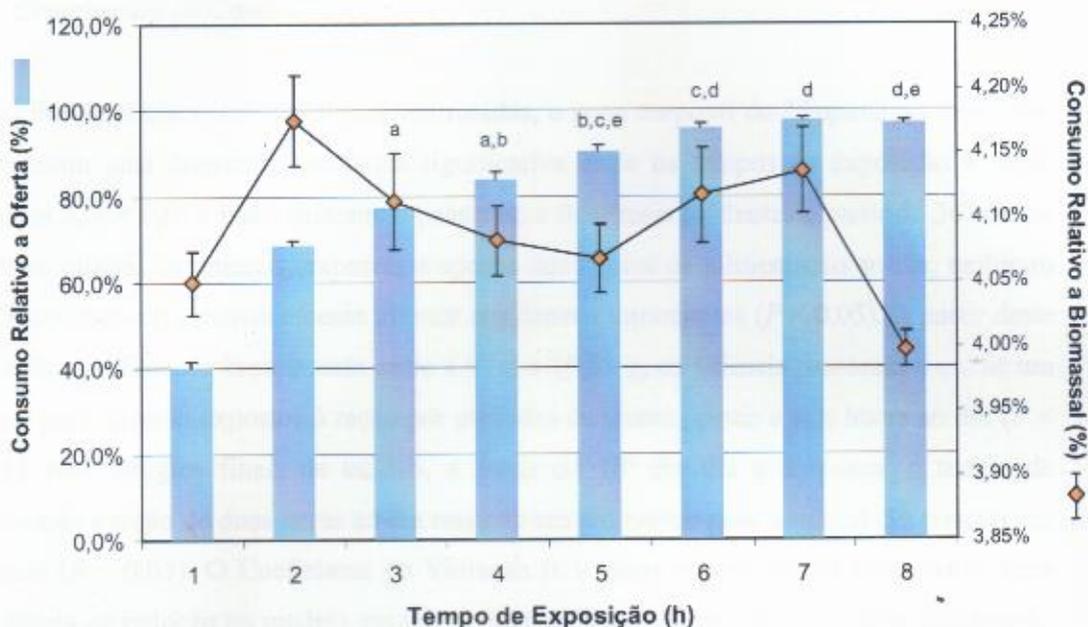


Figura 7. Consumo alimentar médio (\pm desvio padrão) do camarão *Litopenaeus vannamei* ao longo de 8 h de exposição à ração. Letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre horários de exposição à ração ($\alpha = 0,05$).

4.4. Crescimento do Camarão

Em água clara, sob condições controladas, o peso corporal do *Litopenaeus vannamei* apresentou uma diferença estatística significativa entre os tempos de exposição à ração (Tabela 5, $P < 0,05$). Estas diferenças passaram a ficar mais evidentes a partir do 36º dia de cultivo, quando os animais, expostos a apenas duas horas de alimentação ao dia, exibiram um peso corporal estatisticamente inferior aos demais tratamentos ($P < 0,05$). A partir deste período, nas fases de crescimento entre 6,97 g e 10,85 g, os animais passaram a exibir um maior peso quando expostos à ração por períodos de quatro, cinco e seis horas ao dia ($P < 0,05$). Nos estágios finais de cultivo, a partir do 78º dia até a despesca, o tempo de exposição à ração de duas horas ao dia resultou em um menor peso corporal em relação aos demais ($P < 0,05$). O Coeficiente de Variação (CV) para o peso médio final exibiu uma tendência de redução na medida em que se incrementou o tempo de exposição do camarão à ração.

O camarão branco do Pacífico, cultivado em cercados, cresceu de forma contínua ao longo dos 84 dias de cultivo (Tabela 6). O peso corporal da espécie apresentou uma diferença estatística significativa entre os regimes de alimentação adotados ($P < 0,05$). De uma forma geral, os camarões submetidos a um regime alimentar de cinco alimentações ao dia exibiram um menor peso corporal em relação aos demais tratamentos ($P < 0,05$). Por outro lado, os camarões cultivados sob um regime alimentar de três e quatro vezes ao dia tenderam a exibir um peso mais elevado quando comparado aos demais ($P < 0,05$). O CV obtido para o peso médio dos camarões na despesca não variou de forma significativa entre tratamentos.

4.5. Desempenho Zootécnico

Em condições controladas, a sobrevivência final de *Litopenaeus vannamei* alcançou um nível superior a 92,30% após 96 dias de cultivo (Tabela 7). Contudo, não se observou diferença estatística significativa dos intervalos de tempo sobre a sobrevivência ($P > 0,05$). Por outro lado, a produtividade e a taxa semanal de crescimento foram mais favoráveis quando os animais foram submetidos a um tempo de exposição à ração de quatro, cinco e

seis horas ao dia em relação ao de duas e três horas ($P < 0,05$). A produtividade aumentou em mais de quatro vezes, quando o tempo de exposição passou de duas e três horas para seis horas ao dia. A maior biomassa despescada ocorreu no tratamento de seis horas ao dia, enquanto um menor fator de conversão alimentar (FCA) foi alcançado, quando os animais foram expostos por mais de quatro horas ao dia. Em todos os casos, houve uma tendência de melhoria nos parâmetros de desempenho zootécnico do *L. vannamei* com um aumento do tempo de exposição ao alimento.

Nos cercados, os camarões submetidos ao regime alimentar de cinco refeições diárias, apresentaram todos os índices de desempenho zootécnico mais elevados em relação aos demais tratamentos, exceto em relação à taxa semanal de crescimento. Entretanto, a Análise de Variância demonstrou não haver uma diferença estatística significativa para a sobrevivência, a produtividade, a biomassa despescada e o fator de conversão alimentar (FCA) entre frequências de alimentação (Tabela 8; $P > 0,05$). O crescimento semanal dos animais alimentados cinco vezes ao dia foi inferior quando comparado ao de três vezes ($P < 0,05$), contudo semelhante aos demais.

Tabela 5. Crescimento quinzenal do camarão *Litopenaeus vannamei*, cultivado em tanques de 500 L. Cada valor representa o peso médio (g) \pm desvio padrão de 28 animais coletados de quatro tanques. Linhas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa ao nível de $\alpha = 0,05$.

Dia	Tempo de Exposição à Ração (horas ao dia)						P
	2	3	4	5	6		
7	3,99 \pm 1,22 ^{ab}	3,69 \pm 0,95 ^{ab}	3,28 \pm 1,04 ^a	4,32 \pm 0,95 ^b	3,84 \pm 0,92 ^{a,b}		< 0,05
22	5,05 \pm 1,19 ^a	5,19 \pm 1,17 ^a	5,38 \pm 1,11 ^a	5,78 \pm 1,03 ^a	5,47 \pm 1,03 ^a		< 0,05
36	5,36 \pm 1,28	6,42 \pm 1,46 ^a	6,82 \pm 1,16 ^a	7,21 \pm 1,25 ^a	7,31 \pm 1,06 ^a		< 0,05
50	6,97 \pm 1,44 ^a	7,78 \pm 1,30 ^{ab}	9,33 \pm 1,68 ^c	8,91 \pm 1,38 ^{b,c}	8,98 \pm 1,22 ^c		< 0,05
64	8,14 \pm 1,37 ^a	9,40 \pm 1,53 ^{ab}	10,56 \pm 2,08 ^{b,c}	10,85 \pm 1,54 ^c	10,70 \pm 1,54 ^{b,c}		< 0,05
78	9,38 \pm 1,82	11,16 \pm 2,08 ^a	11,59 \pm 1,79 ^a	12,36 \pm 2,41 ^a	11,87 \pm 1,44 ^a		< 0,05
82	10,73 \pm 1,78	13,17 \pm 1,83 ^a	12,90 \pm 2,24 ^a	13,74 \pm 2,05 ^a	13,73 \pm 2,16 ^a		< 0,05
96	11,72 \pm 2,44 ^a	13,82 \pm 2,96 ^b	13,07 \pm 2,55 ^{ab}	14,25 \pm 2,51 ^b	14,98 \pm 2,00 ^b		< 0,05
CV	20,82%	21,42%	19,51%	17,61%	13,35%		< 0,05

Tabela 6. Crescimento semanal do camarão *Litopenaeus vannamei*, cultivado em cercados de 50 m². Cada valor representa o peso médio (g) ± desvio padrão de 120 animais capturados de três cercados. Linhas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa ao nível de $\alpha = 0,05$.

Dia	Frequência Alimentar (número de alimentações ao dia)						P
	2	3	4	5	6		
7	4,00 ± 1,22 ^a	4,46 ± 1,17 ^b	4,36 ± 1,34 ^{ab}	3,98 ± 1,18 ^a	4,15 ± 1,35 ^{ab}	< 0,05	
14	4,02 ± 1,23 ^{ab}	4,15 ± 1,39 ^a	3,88 ± 1,22 ^{ab}	3,56 ± 1,22 ^b	3,82 ± 1,21 ^{ab}	< 0,05	
21	4,66 ± 1,18 ^a	5,12 ± 1,14 ^b	4,84 ± 1,08 ^{ab}	4,28 ± 1,11 ^a	4,84 ± 1,17 ^{ab}	< 0,05	
28	5,47 ± 1,09 ^a	6,15 ± 1,01 ^b	5,50 ± 1,14 ^a	4,73 ± 1,14	5,49 ± 1,18 ^a	< 0,05	
35	6,12 ± 1,16 ^a	7,17 ± 1,38 ^b	6,70 ± 1,30 ^{b,c}	5,61 ± 1,19	6,49 ± 1,24 ^{a,c}	< 0,05	
42	6,68 ± 1,46 ^{ab}	7,77 ± 1,40	7,10 ± 1,31 ^{a,c}	6,21 ± 1,36 ^b	6,90 ± 1,17 ^{a,c}	< 0,05	
49	7,37 ± 1,38 ^{a,c}	8,23 ± 1,43 ^b	7,78 ± 1,27 ^{ab}	7,01 ± 1,16 ^c	7,28 ± 1,23 ^{a,c}	< 0,05	
56	7,92 ± 1,41 ^{a,d}	8,86 ± 1,71 ^b	8,68 ± 1,38 ^{b,c}	7,56 ± 1,32 ^d	8,16 ± 1,34 ^{a,c}	< 0,05	
63	8,77 ± 1,41 ^a	9,37 ± 1,63 ^{ab}	9,46 ± 1,77 ^{b,c}	8,12 ± 1,45	9,02 ± 1,47 ^{a,c}	< 0,05	
70	9,57 ± 1,67 ^{a,d}	10,29 ± 1,89 ^{b,c}	9,94 ± 1,76 ^{ab}	8,97 ± 1,60 ^d	9,71 ± 1,63 ^{a,c}	< 0,05	
77	9,85 ± 1,92 ^{a,c}	10,71 ± 1,81 ^b	10,24 ± 1,78 ^{ab}	9,45 ± 1,67 ^c	10,10 ± 1,71 ^{a,b,c}	< 0,05	
84	9,90 ± 1,81 ^{a,c}	10,90 ± 1,90 ^b	10,58 ± 2,02 ^{a,b}	9,73 ± 1,75 ^{c,d}	10,46 ± 1,88 ^{a,b,c}	< 0,05	
CV	18,88%	17,43%	19,09%	17,99%	17,97%	-	

Tabela 7. Desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus vannamei*, cultivado em tanques de 500 L. Dados expressos como média \pm desvio padrão obtidos dos resultados finais de quatro tanques (n = 4). Letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre tempos de exposição à ração ($\alpha = 0,05$).

Frequência	Sobrevivência (%)	Produtividade (kg/m ²)	Crescimento (g/sem.)	Biomassa (kg)	FCA
2	95,20 \pm 0,04 ^a	0,14 \pm 0,01 ^a	0,51 \pm 0,06 ^a	0,168 \pm 0,02 ^a	3,20 \pm 0,36 ^{a,b}
3	94,90 \pm 0,05 ^a	0,14 \pm 0,003 ^a	0,52 \pm 0,03 ^a	0,176 \pm 0,02 ^{a,b}	3,30 \pm 0,37 ^a
4	92,30 \pm 0,08 ^a	0,43 \pm 0,20 ^b	0,65 \pm 0,07 ^b	0,209 \pm 0,03 ^{a,b,c}	2,72 \pm 0,33 ^{a,c}
5	92,30 \pm 0,05 ^a	0,60 \pm 0,06 ^b	0,68 \pm 0,02 ^b	0,225 \pm 0,02 ^{b,c}	2,61 \pm 0,05 ^{b,c}
6	98,00 \pm 0,04 ^a	0,64 \pm 0,04 ^b	0,71 \pm 0,01 ^b	0,254 \pm 0,006 ^c	2,46 \pm 0,06 ^c
<i>P</i>	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Tabela 8. Desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus vannamei*, cultivado em cercados de 50 m². Dados expressos como média ± desvio padrão obtidos dos resultados finais de três cercados (n = 3). Letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre frequências de alimentação ($\alpha = 0,05$).

Frequência	Sobrevivência (%)	Produtividade (kg/m ²)	Crescimento (g/sem)	Biomassa (kg)	FCA
2	67,3 ± 9,4 ^a	0,47 ± 0,07 ^a	0,82 ± 0,03 ^{a,b}	14,04 ± 4,04 ^a	2,65 ± 0,76 ^a
3	53,5 ± 17,2 ^a	0,41 ± 0,13 ^a	0,91 ± 0,04 ^b	11,08 ± 7,67 ^a	3,25 ± 2,06 ^a
4	58,5 ± 8,2 ^a	0,44 ± 0,06 ^a	0,88 ± 0,01 ^{a,b}	12,44 ± 3,75 ^a	2,88 ± 0,98 ^a
5	85,0 ± 9,4 ^a	0,58 ± 0,06 ^a	0,81 ± 0,01 ^a	19,72 ± 3,66 ^a	1,98 ± 0,40 ^a
6	56,0 ± 14,2 ^a	0,41 ± 0,10 ^a	0,87 ± 0,03 ^{a,b}	11,20 ± 6,32 ^a	3,49 ± 2,89 ^a
<i>P</i>	> 0,05	> 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05

5. DISCUSSÃO

5.1 Perdas Físicas e Nutricionais da Ração

A ração peletizada, empregada no presente estudo, sofreu perdas progressivas de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), durante o teste de imersão em oito diferentes intervalos de tempo. Na primeira hora de imersão, a MS registrou uma perda de $4,65 \pm 0,34\%$, assemelhando-se aos resultados obtidos por Cruz-Suárez *et al.* (2002). Os autores, avaliando a digestibilidade de nove rações comerciais produzidas no México, observaram uma lixiviação média de MS da ordem de 3,8% (mínimo de 1,8% e máximo de 6,3%) após 1 h de imersão em água marinha sintética com salinidade de 34 a 35 ‰. Segundo esses autores, perdas de MS de até 5% são consideradas normais em rações comerciais.

A partir da segunda hora de imersão em água, a perda de MS da ração empregada nesse estudo alcançou níveis superiores a 6%, atingindo um pico após 8 h ($10,20 \pm 0,48\%$). Apesar disso, a lixiviação de MS ainda foi inferior àquela encontrada por Smith *et al.* (2002), que registraram perdas de 12% após 4 h de imersão. Cruz-Suárez *et al.* (2000) reportaram valores de lixiviação de rações comerciais peletizadas (1,8 a 8,5%) com aplicação externa de óleo, inclusão de aglutinante sintético ou farinha de algas pardas (Kelp) e níveis de PB entre 25% e 40%. Os autores observaram as menores perdas de MS em rações com aglutinante sintético, com níveis de 30% de PB.

No presente trabalho, apesar das perdas de PB e EE da ração terem alcançado 12,63% e 14,70%, respectivamente, após 8 h de imersão, as análises indicaram não haver diferença estatística significativa ao longo do período de observação. Mesmo decorrido este tempo de imersão, a ração ainda apresentava níveis de PB e EE (34,58% e 7,89%, respectivamente) suficientes para atender às exigências do *Litopenaeus vannamei* (Pedrazolli *et al.*, 1998). Estas observações corroboram com Smith *et al.* (2002), com relação a PB, quando eles investigavam o efeito da frequência alimentar sobre o desempenho do *Penaeus monodon*. Os autores sugeriram que as perdas de 15% de PB, observadas após 4 h de imersão em água, não foram críticas para o crescimento do animal ou estavam presentes em níveis acima das exigências da espécie. É provável que este fator tenha mascarado o efeito da frequência alimentar do presente estudo. Frente a rações com menor valor protéico ou mais

susceptível à lixiviação física e nutricional, os efeitos da frequência alimentar podem ser mais evidentes, em particular sob condições mais intensivas, sem a presença de alimento natural. Em cercados montados em um viveiro comercial e estocados com o camarão *Farfatenpenaeus subtilis*, Nunes & Parsons (2000b) relatam que, a partir de uma densidade de 15 camarões/m², a disponibilidade de poliquetas fica comprometida devido à alta atividade predatória da espécie sobre estes organismos.

Por outro lado, segundo Velasco *et al.* (1999), múltiplas refeições não são necessárias em sistemas fechados, mesmo quando rações menos protéicas são ofertadas. Os autores alimentaram o *L. vannamei*, estocado sob uma densidade de 150 e 15 camarões/m², com uma ração de 19% de PB em um sistema de renovação zero. Nestas condições, não foi detectada uma melhoria no desempenho zootécnico da espécie quando adotado o sistema de múltiplas refeições. Burford *et al.* (2004) reportaram que, em sistemas estáticos de cultivo com *L. vannamei* sob uma densidade de 120 camarões/m², o alimento natural derivado de partículas floculadas contribui com 18% a 29% do nitrogênio retido diariamente por camarões de 1 a 9 g de peso corporal.

Os resultados do presente trabalho indicam que o tempo de exposição da ração em água gerou perdas significativas em termos de MS. Apesar da lixiviação de PB e EE não ter apresentado diferença estatística significativa, em condições comerciais estas perdas devem ser evitadas, pois podem representar prejuízo econômico. Com os resultados alcançados, estima-se que para cada 1.000 kg de ração com 35% de proteína bruta ofertada em intervalos diurnos de 8 h, as perdas contabilizariam 102 kg de MS e 44 kg PB. Contudo, quando ofertada em intervalos de 2 h, as perdas em referência são reduzidas em 39% (62 kg) para MS e 59% (18 kg) para PB.

5.2 Tempo de Exposição e Consumo Alimentar

O Consumo Relativo à Oferta (CRO) pelo *Litopenaeus vannamei*, cultivado em tanques, foi diretamente proporcional ao tempo de exposição da ração em água. Por outro lado, o Consumo Relativo à Biomassa (CRB) manteve-se constante ao longo de todo o período de exposição. Isto ocorreu mesmo frente a uma provável perda de atratividade e palatabilidade da ração. Estes dados foram corroborados pelas diferenças observadas no

desempenho zootécnico do *L. vannamei*, quando exposto a menores tempos de exposição à ração nos tanques de cultivo.

Smith *et al.* (2002) sugeriram que camarões alimentados mais frequentemente apresentam um maior consumo, quando comparados com aqueles alimentados com menor frequência, ou seja, menor tempo de exposição à ração. Os resultados do presente estudo indicam que, de fato, um maior tempo de exposição à ração promove um maior consumo alimentar e, conseqüentemente, aumenta o desempenho zootécnico (produtividade, crescimento, biomassa e Fator de Conversão Alimentar - FCA) dos camarões cultivados.

O tempo de exposição à ração também influenciou a homogeneidade do peso do camarão *L. vannamei* na despesca. Animais expostos ao consumo de ração por um menor período de tempo apresentaram uma menor homogeneidade no peso médio ao final do estudo. Estes dados sugerem que maiores tempos de exposição à ração proporcionam um maior acesso ao alimento pela população estocada, quando este for concentrado em bandejas de alimentação. Nunes & Parsons (1999), avaliando o efeito do modo de dispersão de ração em cercados, concluíram que a distribuição do alimento, a lanço, promove um maior acesso e maior consumo alimentar pela população cultivada de camarões quando comparado com a oferta em bandejas.

No presente trabalho, o consumo alimentar de *L. vannamei* ocorreu de forma contínua e uniforme ao longo de um período de 8 h, registrando-se uma média horária de 4,09% de ração em relação ao seu peso corporal. Nunes & Parsons (2000a) indicaram que *Farfantepenaeus subtilis* é capaz de restabelecer a alimentação logo após uma refeição inicial, sugerindo que a espécie se alimenta mesmo durante a digestão da última refeição. Os dados obtidos no presente estudo também sugerem que *L. vannamei* apresenta uma periodicidade alimentar contínua. No entanto, mesmo frente a maiores quantidades de ração, o consumo alimentar é restrito a um determinado valor, provavelmente associado ao volume estomacal.

Estes resultados contradizem os obtidos por Velasco *et al.* (1999), que não encontraram efeito na variação de taxas de alimentação sobre o desempenho zootécnico de *L. vannamei*. Nunes & Parsons (2000a) observaram que a ingestão alimentar de *F. subtilis* sofre uma estabilização ou redução após ser alcançado um determinado nível de oferta de ração. Em tanques de fibra de vidro, estocados com *Fenneropenaeus merguensis*, Sedwick

(1979) já ressaltava a importância de ajustar as taxas de alimentação ao longo do cultivo visando maximizar o aproveitamento da ração e o crescimento da espécie.

5.3. Crescimento do Camarão

No estudo sob condições controladas, a diferença estatística observada nos tratamentos 4, 5 e 6 vezes, com relação ao crescimento do camarão, pode ser explicada pela maior frequência de alimentação administrada em detrimento dos tratamentos de 2 e 3 vezes. Ao contrário dos primeiros, estes dispunham de pouco tempo de exposição ao alimento, favorecendo uma certa competitividade na população estocada, implicando, assim, em um menor peso corporal.

Alguns autores sugerem que uma distribuição concentrada do alimento favorece uma maior disputa por ele (Nunes & Parsons, 1999). Os maiores índices de crescimento, observados nos tratamentos 4, 5 e 6 h/dia em tanques, foram similares aos encontrados por Sedgwick (1979) quando cultivou *Fenneropenaeus merguensis* e registrou um aumento de crescimento com maior frequência alimentar. Porém, Velasco *et al.* (1999) e Smith *et al.* (2002), trabalhando com *Litopenaeus vannamei* e *Penaeus monodon*, respectivamente, não encontraram diferenças significativas no crescimento dos camarões cultivados com o incremento da frequência de alimentação.

As taxas de ganho de peso semanal de *L. vannamei*, observadas em cercados, mostraram diferença significativa entre os regimes alimentares adotados; no entanto, não pode ser constatado um padrão de crescimento definido em função da frequência alimentar e (ou) período de cultivo. Uma menor taxa de ganho de peso, observada no tratamento de 5 vezes ao dia, foi resultado de uma maior sobrevivência. Nesse estudo, o ganho de peso não foi afetado diretamente pela frequência alimentar.

Marques (1997), trabalhando com juvenis de *Farfantepenaeus paulensis* em cultivo semi-intensivo, constatou que não houve incremento no crescimento dos camarões quando alimentados de 2 a 4 vezes ao dia. Já Robertson *et al.* (1993), trabalhando com juvenis da espécie *L. vannamei* sob condições intensivas de cultivo, observaram que o aumento de ganho de peso foi diretamente relacionado com a frequência alimentar e concluíram que o tratamento de 4 alimentações diárias foi estatisticamente superior aos demais. O mesmo comportamento foi observado por Jaime *et al.* (1996), quando trabalharam com juvenis de

Litopenaeus schmitti em sistema de cultivo intensivo e observaram que o tratamento de três alimentações ao dia apresentou um melhor rendimento em ganho de peso.

5.4 Efeito da Frequência Alimentar sobre o Desempenho Zootécnico

O desempenho zootécnico de *Litopenaeus vannamei*, cultivado em cercados, não apresentou diferenças significativas e padrões consistentes com um maior parcelamento da refeição diurna. Este resultado foi contrário à hipótese de que menores intervalos de exposição da ração em água, nos tratamentos com maior frequência alimentar, iriam gerar melhores resultados zootécnicos. Uma maior frequência alimentar também não resultou em camarões com pesos mais homogêneos na despesca. Vale ressaltar que, ao contrário das práticas comerciais de arrazoamento em bandejas, no presente estudo não foram conduzidos ajustes nas refeições a cada arrazoamento de acordo com as sobras observadas, nem se adotou tabelas restritivas de alimentação (Nunes, 2003). As refeições foram ajustadas semanalmente, considerando-se o ganho de peso médio da população e uma tabela fixa de sobrevivência para todos os tratamentos.

No sistema de alimentação exclusivo em bandejas, a possibilidade do ajuste das refeições a cada oferta é tida como o principal fator de êxito no controle de custos e desperdícios de ração (Jory *et al.*, 2001; Nunes & Suresh, 2001). Smith *et al.* (2002), investigando o efeito da frequência alimentar sobre o desempenho zootécnico do *Penaeus monodon*, adotou ajustes diários da refeição com base nas sobras de ração do dia anterior, em bandejas. Semelhante ao presente estudo, esta prática também não reflete a adotada comercialmente, em que as refeições são ajustadas a cada arrazoamento.

No estudo realizado em tanques, o tempo de exposição à ração influenciou de forma significativa o crescimento e o desempenho do camarão *L. vannamei*. Animais expostos por mais tempo à ração fresca, durante intervalos de 1 h, exibiram um melhor desempenho zootécnico quando comparado aos demais. Um crescimento diferenciado, a partir de camarões com 6,5 g, sugere que os menores tempos de exposição à ração exacerbaram a competitividade alimentar entre a população cultivada. Isto teve como provável causa a limitação de espaço físico das bandejas em relação à biomassa estocada ou um comportamento alimentar dominante a partir de um determinado peso corporal. De fato,

observações feitas durante o estudo sugerem que indivíduos maiores de 6 g permaneciam por mais tempo na bandeja, estabelecendo dominância na área de alimentação.

Através do presente trabalho pode ser concluído que, quando as refeições sofrem apenas um ajuste semanal, tendo como único critério a biomassa estocada de camarões, um maior número de refeições diurnas não é vantajoso no cultivo de *L. vannamei*. Contudo, ressalta-se que, frente ao uso da alimentação exclusiva em bandejas ou de rações com menor qualidade física e nutricional, um maior parcelamento alimentar ainda deve ser considerado como uma estratégia voltada para melhorar o FCA e os custos operacionais do empreendimento.

É recomendável que trabalhos futuros sobre o efeito da frequência alimentar em cercados e com a alimentação exclusiva em bandeja, levem em consideração os ajustes a cada refeição, e sejam conduzidos com um maior número de réplicas. Para condições controladas, sugere-se um estudo que avalie tabelas de alimentação incluindo, além do peso médio, sobrevivência, taxas alimentares e ajustes com base nas possíveis sobras, para *L. vannamei*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, 12th ed., 1298 p., Arlington, 1990.

Burford, M. A.; Thompson, P. J.; McIntosh, R. P.; Bauman, R. H. & Pearson, D. C. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, v. 219, p. 393–411, 2003.

Burford, M. A.; Thompson, P. J.; McIntosh, R. P.; Bauman R. H. & Pearson, D. C. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. *Aquaculture*, v. 232, p. 525–537, 2004.

Clifford, H. C. Marine shrimp pond management: a review, p. 110-137, in Chamberlain, G. W.; Villalón, J. & Wyban, J. (eds.), *Proceedings of the special session on shrimp farming*. World Aquaculture Society, 301 p., Baton Rouge, EUA, 1992.

Cruz-Suárez, L. E.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M. & Guajardo-Barbosa, C. Uso de harina de Kelp (*Macrocystis pyrifera*) em alimentos para camarón, in Cruz-Suárez, L.E.; Novoa, M.A.O.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M. & Cerecedo, R.C.(eds), *Avances en Nutrición Acuicola V. Memórias do V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*, Mérida, Yucatán, México, 2000.

Cruz-Suárez, L. E.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M.; Marin-Zaldivar, L. F.; Guajardo-Barbosa, C.; Nieto-López, M. & Salinas-Miller, A. Historia y estatus actual de la digestibilidad y algunas características fisico-químicas de los alimentos comerciales para camarón usados en México, p. 1-22, in Cruz-Suárez, L.E.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M.; Gaxiola-Cortés, M.G. & Simões, N. (eds), *Avances em Nutrición Acuicola VI. Memórias*

del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola, Cancún, Quintana Roo, México, 2002.

FAO. 2004. The State of the World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) 2004, FAO Fisheries Department, Roma, Itália, 153 p.

Forster, I. P.; Dominy, W.; Obaldo, L. & Tacon, A. G. J. Rendered meat and bone meals as ingredients of diets for shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture*, v. 219, p. 655-670, 2003.

Hall, D. N. F. Observations on the taxonomy and biology of some Indo-West Pacific Penaeidae (Crustacea, Decapoda). Colonial Office Fishery Publication, No. 17. H.M.S.O., Londres, Inglaterra, 1962.

Hill, B. J. & Wassenberg, T. J. Feeding behaviour of adult tiger prawns *Penaeus esculentus* under laboratory conditions. *Austr. J. Mar. Fresh. Res.*, v. 38, p. 183-190, 1987.

Jackson, C. J.; Preston, N.; Burford, M. A. & Thompson, P. J. Managing the development of sustainable shrimp farming in Australia: the role of sedimentation ponds in treatment of farm discharge water. *Aquaculture*, v. 226, p. 23-34, 2003.

Jaime, B.; Galindo, J.; Álvarez, J. S. & Arencibia, G. La frecuencia de alimentación y su efecto sobre el crecimiento de juveniles de *Penaeus schmitti*. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, v. 20, n. 1, p. 3-5, 1996.

Jory, D. E. Feed Management practices for a healthy pond environment, p. 118-142, in Browdy, C. L. & Hopkins, J. S. (eds), *Swimming through troubled water, proceedings of the*

special session on shrimp farming. The World Aquaculture Society, 253 p., San Diego, California, EUA, 1995.

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. A Global review of shrimp feed management: status and perspectives, p. 104-152, in Browdy, C. L. & Jory, D. E. (eds), *The New wave, proceedings of the special session on sustainable shrimp culture*. The World Aquaculture Society, 375 p., Baton Rouge, EUA, 2001.

Marchetti, M.; Tossani, N.; Marchetti, S. & Bauce, G. Leaching of crystalline and coated vitamins in pelleted and extruded feeds. *Aquaculture*, v. 171, p. 83-91, 1999.

Marques, L. C. *Efeito da salinidade e da frequência alimentar sobre o consumo de alimento, crescimento e sobrevivência de juvenis do camarão rosa *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967)*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, 66 p., Florianópolis, 1997.

Naylor, R. L.; Goldberg, R. J.; Primavera, J. H.; Kautsky, N.; Beveridge, M. C. M.; Clay, J.; Folke, C.; Lubchenco, J.; Mooney, H. & Troell, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, v. 405, p.1017-1024, 2000.

Nunes, A. J. P.; Gesteira, T. C. V. & Goddard, S. Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture*, v. 149, p. 121-136, 1997.

Nunes, A. J. P. & Parsons, G. J. Feeding levels of the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* in response to food dispersal. *J. World Aquac. Soc.*, v. 30, n. 3, p. 331-348, 1999.

Nunes, A. J. P. & Parsons, G. J. Size-related feeding and gastric evacuation measurements for the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis*. *Aquaculture*, v. 187, p. 133-151, 2000a.

Nunes, A. J. P. & Parsons, G. J. Effects of the southern brown shrimp, *Penaeus subtilis*, predation and artificial feeding on the population dynamics of benthic polychaetes in tropical pond enclosures. *Aquaculture*, v.183, p. 125-147, 2000b.

Nunes, A. J. P. & Suresh, A. V. Feeding tray technique improves shrimp feed management in Brazil. *Global Aquaculture Advocate*, v. 4, p.39-42, 2001.

Nunes, A. J. P. Bandejas de alimentação na engorda de camarão marinho. *Panorama da Aqüicultura*, v. 12, p.39-47, 2003.

Nunes, A. J. P. Use of feeding trays in Brazilian shrimp farming. *Aqua Feeds: Formulation and Beyond*, v.1, n.3, p.14-18, 2004.

Pedrazolli, A.; Molina, C.; Montoya, N.; Townsend, S.; Léon-Hing, A.; Parades, Y. & Calderón, J. Recent advances on nutrition research of *Penaeus vannamei* in Ecuador. *Rev. Fish. Sci.*, v. 6, n. 1 & 2, p. 143-151, 1998.

Robertson, L.; Lawrence, A. L. & Castille, F. L. Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Boone). *Aquacult. Fish. Manag.*, v. 24, p. 1-6, 1993.

Sedgwick, R. W. Effect of ration size and feeding frequency on the growth and food conversion of juvenile *Penaeus merguensis* de Man. *Aquaculture*, v. 16, p. 279-298, 1979.

Smith, D. M.; Allan, G. L.; Williams, K. C. & Barlow, C. Fishmeal replacement research for shrimp feed in Australia. *in* Cruz-Suárez, L.E. ; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M.; Olvera-Novoa, M. A. y Civera-Cerecedo, R. (eds.). *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. Mérida, Yucatán, México, 2000.

Smith, D. M.; Burford, M. A.; Tabrett, S. J.; Irvin, S. J. & Ward, L. The effect of feeding frequency on water quality and growth of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, v. 207, p.125-136, 2002.

Tilley, D. R.; Badrinarayanan, H.; Rosati, R. & Son, J. Constructed wetlands as recirculation filters in large-scale shrimp aquaculture. *Aquacult. Eng.*, v. 26, p. 81-109, 2002.

Velasco, M.; Lawrence, A. L. & Castille, F. L. Effect of variations in daily feeding frequency and ration size on growth of shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture*, v. 179, p. 141-148, 1999.

Wang, J-W. Conceptual design of a microalgae-based recirculating oyster and shrimp system. *Aquacult. Eng.*, v. 28, p.37-46, 2003.