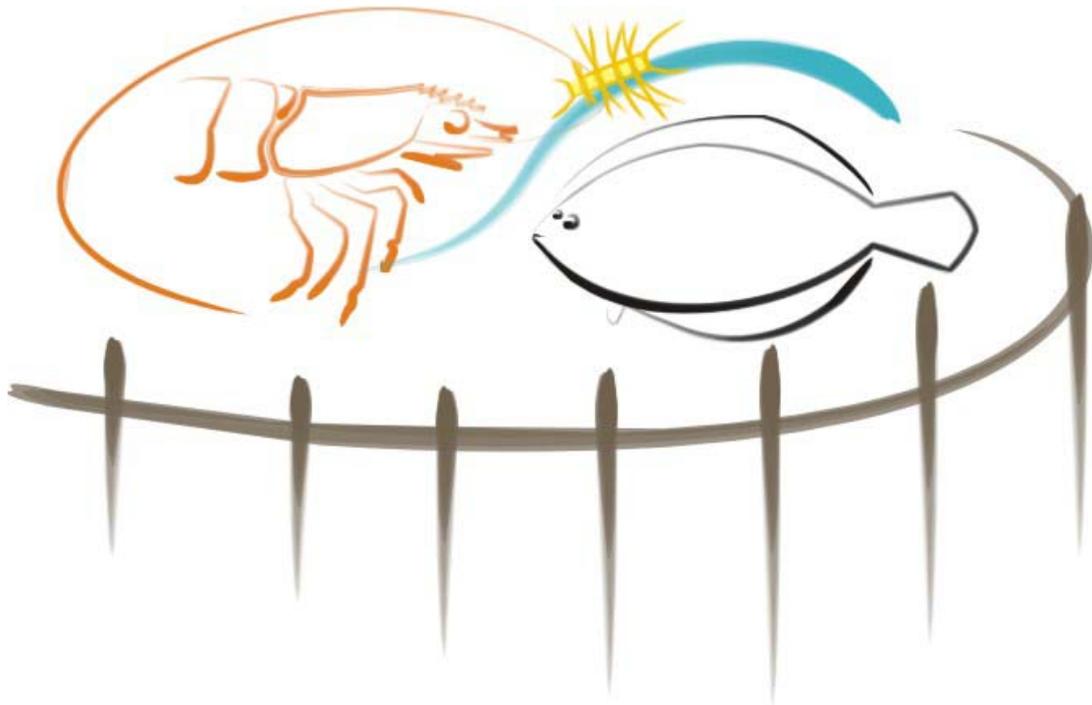


FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA



Marcos Paulo Abe

**SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE PEIXE POR FARELO DE
SOJA EM DIETAS PARA O CAMARÃO-ROSA**
(Farfantepenaeus paulensis)

Rio Grande, RS

2006

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

**SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE PEIXE POR FARELO DE
SOJA EM DIETAS PARA O CAMARÃO-ROSA**
(Farfantepenaeus paulensis)

Marcos Paulo Abe

Dissertação apresentada como parte dos requisitos
para obtenção do grau de mestre em Aqüicultura no
Programa de Pós Graduação em Aqüicultura da
Fundação Universidade Federal do Rio Grande

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo O. Cavalli

Rio Grande, RS
Fevereiro de 2006

ÍNDICE

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO GERAL.....	5
3. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	5
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
4.1. Local de estudo.....	6
4.2. Sistema experimental.....	6
4.3. Origem das pós-larvas de camarão.....	8
4.4. Estocagem das Pós-larvas.....	8
4.5. Formulação e preparo das dietas.....	8
4.6. Alimentação.....	10
4.7. Variáveis analisadas.....	10
4.8. Análises estatísticas.....	12
5. RESULTADOS.....	13
5.1. Parâmetros de qualidade da água.....	13
5.2. Dietas.....	13
5.3. Sobrevivência e crescimento.....	14
6. DISCUSSÃO.....	17
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

Dedico este trabalho a todos os camarões que “doaram” suas vidas à ciência. E também à Murphy que, através dos sucessivos acontecimentos ocorridos no decorrer deste trabalho, me fez crer em sua lei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Ronaldo Olivera Cavalli por mais essa orientação. Aos professores Mario Chim e Débora Fracalossi por participarem da banca examinadora. Ao professor Carlos Prentice-Hernandez por me abrir as portas da engenharia de alimentos, e à Maria que muito me ajudou durante o tempo que estive por lá.

Agradeço também a todos os professores, funcionários e colegas da EMA que, de uma forma ou de outra, também colaboraram para que eu pudesse realizar este trabalho.

Agradeço às empresas que doaram ingredientes para a formulação das dietas experimentais. À INVE pelo aglutinante, à BASF pelo Pré-mix vitamínico e a Nutrifarma pela farinha de peixe.

Agradeço a CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos. Só não vou citá-los um a um para evitar o risco dos agradecimentos ficarem mais extenso que a dissertação em si.

E por fim, agradeço à minha família, cujo convívio muitas vezes ficou impossível, devido as minhas obrigações com o mestrado.

A todos vocês. Muito Obrigado!

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a substituição da farinha de peixe por farelo de soja em dietas práticas para o camarão-rosa, *Farfantepenaeus paulensis*. Seis dietas iso-protéicas e iso-energéticas, contendo diferentes proporções de farinha de peixe e farelo de soja, foram fornecidas a pós-larvas deste camarão durante 28 dias. Os níveis de substituição da farinha de peixe por farelo de soja foram 0% (controle), 12%, 24%, 36%, 48% e 60%, sendo as dietas experimentais denominadas de acordo com os respectivos níveis de substituição. Um sistema de recirculação de água com 24 caixas plásticas com 40 litros de água do mar e um filtro biológico de 200 litros foi utilizado. Cem pós-larvas (PL10) de camarões, com peso inicial de 1,22 mg ($\pm 0,44$) e comprimento total de 7,77 mm ($\pm 0,93$), foram distribuídas aleatoriamente em cada uma das unidades experimentais. As médias (\pm desvio padrão) de temperatura, salinidade e pH durante o período experimental foram 27,6°C ($\pm 0,9$), 34,2 ($\pm 1,0$) e 8,09 ($\pm 0,05$), respectivamente, enquanto a de oxigênio dissolvido ficou em 7,30 mg/L ($\pm 0,37$). Já as concentrações médias de amônia total e nitrito foram 0,05 mg/L N-AT ($\pm 0,02$) e 0,03 mg/L N-NO₂⁻ ($\pm 0,05$), sendo que, ao final do experimento, o nitrato alcançou 2,27 mg/L N-NO₃⁻. A dieta com 60% de substituição da farinha de peixe foi a que resultou no maior ganho de peso ($p < 0,05$). Já a dieta controle resultou no menor crescimento ($p < 0,05$). De forma similar, a TCE também foi maior para a dieta 60% e menor para a dieta 0% ($p < 0,05$). O peso final variou de 20,84 a 27,37 mg e a taxa de crescimento específico (TCE) ficou entre 9,1 e 10,7 %/dia. A taxa de sobrevivência dos distintos tratamentos variou entre 70 a 80%, não sendo detectadas diferenças significativas ($p > 0,05$). De acordo com as condições do presente estudo, podemos concluir que a substituição de até 60% da farinha de peixe por farelo de soja em dietas práticas resulta numa maior taxa de crescimento específico e conseqüentemente no peso final do camarão-rosa *F. paulensis*, sem alterar a sobrevivência.

ABSTRACT

A feeding trial was carried out to evaluate the replacement of fishmeal by soybean meal in practical diets for the pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*). Six experimental diets formulated to be iso-energetic and iso-nitrogenous were fed to shrimp postlarvae for 28 days. Replacement levels of fishmeal were 0 (control diet), 12, 24, 36, 42 and 60% and experimental diets were therefore named according to level of fishmeal replacement. A seawater recirculation system composed of 40-L tanks and a 200-L biological filter was used. One hundred post-larvae (PL10) with mean initial weight of 1.22 mg (\pm 0.44) and initial length 7.77 mm (\pm 0.93) were stocked at random in each experimental unit. Mean (\pm SD) values of water temperature, salinity and pH during the experimental period were 27.6°C (\pm 0.9), 34.2 (\pm 1.0) e 8.09 (\pm 0.05), respectively. Mean dissolved oxygen concentration was 7.30mg/L (\pm 0.37). Total ammonia and nitrite concentrations were 0.05 mg/L TAN (\pm 0.02) and 0.03mg/L N-NO₂⁻ (\pm 0.05), while nitrate concentration at the end of the trial was 2.27 mg/L N-NO₃⁻. Feeding shrimp the experimental diet with 60% of fishmeal replacement resulted in the best weight gain ($p < 0.05$). On the other hand, the control diet (no replacement) had the lowest weight gain among all treatments ($p < 0.05$). Similarly, the specific growth rate (SGR) was also higher for 60% diet and lower for the control diet. Mean final weight ranged from 20.84 to 27.37 mg, while SGR varied between 9.1 and 10.7 %/day. Survival rates ranged between 70 and 80% and were not significantly different between treatments ($p > 0.05$). According to the conditions of the present study, it is concluded that the replacement of 60% of fishmeal by soybean meal in practical diets for *F. paulensis* results in higher weight gain and growth rates, with no significant effect on survival.

INTRODUÇÃO

A produção mundial de camarões cultivados em 2003 foi de 1,63 milhões de toneladas (FAO, 2004). O Brasil apresentou nos últimos anos um notável crescimento, ocupando a sexta posição entre os principais produtores mundiais e primeiro lugar no hemisfério ocidental, com cerca de 90 mil toneladas produzidas em 2003 (Rocha et al., 2004). Já em 2004 ocorreu uma queda na produção, tendo alcançado apenas 75,9 mil toneladas (Rocha, 2005).

No Brasil, a produção está concentrada na região nordeste e se baseia no cultivo da espécie exótica *Litopenaeus vannamei*, sobre a qual já há um grande conhecimento sobre a biologia e necessidades nutricionais. Entretanto, quando se trata de outras espécies de interesse para a aquicultura, como as nativas, esse conhecimento ainda é escasso. Essa falta de informação permanece como um entrave no desenvolvimento do cultivo dessas espécies (Bueno, 1989; Lemos et al., 2000).

Dentre as espécies nativas do Brasil com potencial para a aquicultura, o camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) se distribui desde o sul do estado da Bahia até a o norte da Argentina (D’Incao, 1995) e tem apresentado resultados promissores quando cultivado em estruturas alternativas (Wasielesky et al., 2002; Preto et al., 2005) e em viveiros (Peixoto et al., 2003). Atributos favoráveis ao cultivo desta espécie incluem o domínio da tecnologia de produção de pós-larvas (Marchiori, 1996), baixa incidência de doenças e a capacidade de crescer em temperaturas relativamente baixas (Olivera et al., 1993; Peixoto et al., 2003). Além disso, como os camarões-rosa têm um valor superior aos brancos, isto torna o cultivo desta espécie ainda mais interessante sob o ponto de vista de mercado (Usuki, 2001). Este conjunto de fatores tem contribuído para que o interesse no cultivo desta espécie seja cada vez maior, principalmente por parte dos produtores que procuram diversificar sua produção.

Segundo Marchiori et al. (1982) e Rothlisberg (1998), a alimentação é um dos principais fatores que influenciam decididamente na viabilidade de qualquer empreendimento de cultivo semi-intensivo e intensivo, podendo representar cerca de 60% dos gastos totais (Akiyama et al., 1992). As dietas devem conter todos os nutrientes

essenciais ao organismo cultivado, possuir altas taxas de digestibilidade e ser livre de fatores anti-nutricionais, além de estar disponível a preços baixos (Sudaryono et al., 1995).

A farinha de peixe é a principal fonte de proteína presente nas rações para aquicultura. Embora Tidwell & Allan (2001) afirmem que a maior parte da produção mundial de farinha de peixe seja destinada a outros fins, como à fertilização, ela ainda é bastante empregada como ingrediente na alimentação de várias espécies cultivadas. Do total de farinha de peixe empregada na produção animal em 2002, estima-se que 46% tenham sido utilizadas pela aquicultura (Shepherd, 2005).

Do ponto de vista nutricional, o cultivo de espécies aquáticas com hábito alimentar carnívoro demanda uma maior quantidade de farinha de peixe. Forster (1999) afirma que, apesar disso, o cultivo de organismos carnívoros é benéfico, pois esta farinha é fabricada com espécies forrageiras, que em geral não são apropriadas ao consumo humano. Este autor ainda ressalta que para produzir um quilo de qualquer espécie carnívora através da aquicultura utiliza-se cerca de três a quatro quilos de peixe, enquanto que, segundo Odum (1959), no ambiente selvagem seriam necessários aproximadamente dez quilos.

Por sua vez, Naylor et al. (2000) afirmam que o uso intensivo de farinha de peixe ocasiona forte pressão de pesca sobre espécies forrageiras, causando sobrepesca e até depleção de alguns desses estoques, o que resulta na redução de alimento para aquelas espécies em níveis tróficos superiores.

Além de amenizar a pressão sobre os estoques pesqueiros, a substituição da farinha de peixe por outra fonte de proteína pode ainda contribuir para a redução dos custos de produção, principalmente quando se utiliza proteína de origem vegetal. Além do menor custo em relação à farinha de peixe, o farelo de soja possui ampla distribuição no mercado nacional e internacional.

Neste contexto, o farelo de soja pode ser uma boa fonte de proteína para camarões peneídeos (Santamaría & de Santamaría, 1991), pois apresenta um alto teor de proteínas, baixos teores de carboidratos e fibras, alta digestibilidade e bom padrão de aminoácidos essenciais quando comparado a outras fontes de proteína vegetal (Tacon, 1987; Alam et al., 2005).

Por outro lado, o uso do farelo de soja em grandes quantidades pode diminuir a digestibilidade pela inibição da tripsina (Lemos et al., 2004) e ainda diminuir a estabilidade

da dieta na água (Lim & Dominy, 1990), reduzir a palatabilidade (Davis & Arnold, 2000) e desbalancear a composição de amino ácidos essenciais da dieta já que o farelo de soja é deficiente em metionina (Tacon, 1987; Davis & Arnold, 2000).

A substituição da farinha de peixe por uma fonte de proteína alternativa é uma tendência que já vem sendo testada no cultivo de várias espécies, como o salmão *Salmo salar* (Carter & Hauler, 2000), a garoupa *Epinephelus coioides* (Millamena, 2002), o bagre africano *Clarias gariepinus* (Fagbenro & Davies, 2001), o jundiá *Rhamdia quelen* (Lazzari et al, 2006) e várias espécies de camarão.

Santamaría & de Santamaría (1991) avaliaram o efeito do farelo de soja na dieta de *Litopenaeus vannamei* e concluíram ser possível substituir até 60% de farinha de peixe por farelo de soja. Koshio et al. (1992) obtiveram êxito ao utilizar apenas um concentrado de proteína de soja como fonte proteica em dietas para juvenis do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii*. Sudaryono et al. (1995) testaram várias fontes de proteína em dietas para *Penaeus monodon*, alcançando melhores resultados em uma dieta com subprodutos de moluscos e farinha de cabeça de camarão. Eusebio & Coloso (1998) avaliaram várias folhas e sementes de leguminosas como fontes de proteína vegetal em dietas para *Fenneropenaeus indicus*, sendo que uma inclusão de aproximadamente 8,8% de farinha de folhas de mandioca ou farinha de feijão branco não afetou significativamente o crescimento.

Com relação ao camarão *F. paulensis*, estudos realizados no ambiente natural indicam se tratar de uma espécie com hábito alimentar onívoro, porém com tendência à carnívoros (Albertoni et al., 2003; Soares et al., 2005).

Shiau (1998) indica que as exigências de proteína para camarões peneídeos variam entre 30 e 57%. Rodrigues (1985) sugere que para *F. paulensis* esta exigência estaria em torno de 45% de proteína bruta. Ao contrário, Diaz (1995) relata que as exigências de proteína bruta para juvenis de *F. paulensis* seriam menores, pois observou ganho em peso superior com uma dieta contendo 24% de proteína bruta e 3200 kcal/kg. Não obstante, Fróes (2006) confirmou experimentalmente os resultados obtidos por Rodrigues (1985), estabelecendo a exigência de proteína bruta para juvenis dessa espécie em 45%.

Outros estudos testaram alguns ingredientes como fonte de proteína em dietas para *F. paulensis*. Marchiori et al. (1982) relatam que o crescimento foi influenciado

positivamente em dietas onde a proteína era predominantemente de origem animal. Ao estudar a substituição da proteína de origem animal por proteína de origem vegetal, Ito et al. (1996) observaram maiores ganhos de peso e crescimento com uma dieta contendo 40% proteína de origem animal. Por sua vez, Cavalli et al. (2004) testaram diferentes fontes de proteína animal na dieta do camarão-rosa. A sobrevivência e a biomassa dos camarões alimentados com uma dieta contendo uma mistura de fontes protéicas (40% de farinha de peixe, 30% de farinha de lula e 30% de farinha de mexilhão) foram significativamente maiores que a dos camarões alimentados com uma dieta contendo apenas farinha de peixe como principal fonte protéica.

OBJETIVO GERAL

Avaliar a substituição da farinha de peixe por farelo de soja em dietas práticas para o camarão-rosa, *Farfantepenaeus paulensis*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar as taxas de sobrevivência e crescimento em camarões alimentados com dietas práticas contendo diferentes proporções de farinha de peixe e farelo de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do Estudo

O presente estudo foi realizado na Estação Marinha de Aqüicultura Prof. Marcos Alberto Marchiori (EMA), do Departamento de Oceanografia da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

As análises bromatológicas dos ingredientes e das dietas experimentais foram realizadas no Laboratório de Bioquímica das Engenharias, Departamento de Química da FURG.

Sistema experimental

Utilizou-se um sistema com recirculação de água em ambiente climatizado, adaptado de Kamimura (2002). Este sistema era composto por 24 caixas plásticas retangulares de cor preta, com volume útil de 40 litros, e um filtro biológico (cujo substrato era cascalho de conchas) ocupando cerca de 10% do volume total do sistema (Figuras 1 e 2). A taxa de recirculação de água neste sistema foi de aproximadamente 200% ao dia.

O filtro biológico foi induzido à maturação adicionando-se diariamente ao sistema doses crescentes de cloreto de amônia. Este processo foi acompanhado através das concentrações de amônia total (UNESCO, 1983) e nitrito (Bendschneider & Robinson, 1952), sendo o biofiltro considerado maturo após a queda da concentração de nitrito (Huguenin & Colt, 1989).

Dois dias antes da estocagem das pós-larvas (PLs) de camarão, toda a água do sistema foi renovada para eliminar o nitrato acumulado durante a maturação do biofiltro. O fotoperíodo foi 14h:10h luz:escuro, a salinidade 35 e a temperatura da água foi mantida em 27°C utilizando-se aquecedores submersos com termostato. O experimento teve duração de 28 dias.

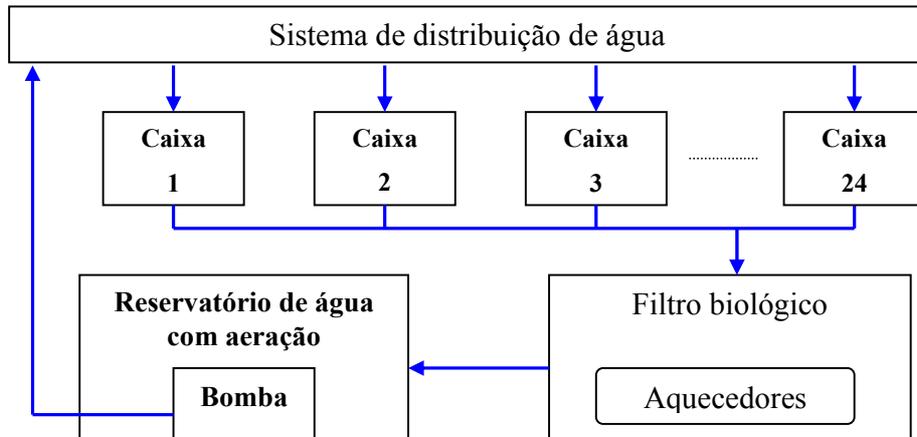


Figura 1. Esquema simplificado do sistema de recirculação de água marinha (adaptado de Kamimura, 2002).

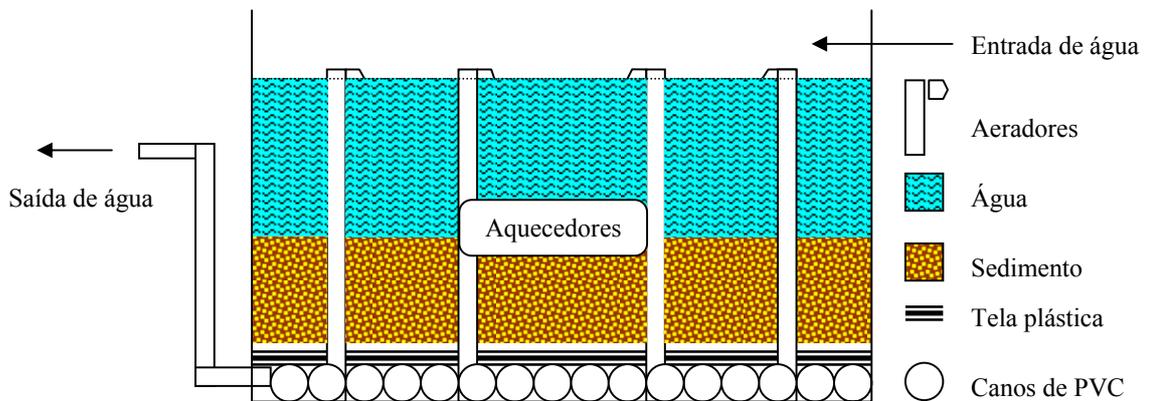


Figura 2. Desenho esquemático do filtro biológico utilizado no sistema de recirculação de água marinha (segundo Kamimura, 2002).

Origem das pós-larvas de camarão

As pós-larvas (PLs) de camarão foram produzidas no setor de larvicultura da EMA a partir de matrizes selvagens capturadas na costa de Santa Catarina, em profundidades de cerca de 40 metros. Os reprodutores foram transportados até o laboratório, onde, após um período de aclimação, foram induzidos à maturação por manipulação ambiental e ablação unilateral do pedúnculo ocular das fêmeas (Marchiori, 1996). As larvas foram cultivadas seguindo os procedimentos básicos apresentados por Marchiori (1996) até PL10, quando foram transferidas para o sistema experimental.

Estocagem das pós-larvas

Em cada unidade experimental foram estocadas 100 PLs de *F. paulensis* com 10 dias após a metamorfose de mýsis (PL10), as quais tinham peso inicial médio (\pm desvio padrão) de 1,22 mg (\pm 0,44) e comprimento total (do telson ao rostrum) de 7,77 mm (\pm 0,93).

Não houve período de aclimação, pois os parâmetros ambientais do sistema experimental eram similares aos do tanque de larvicultura. As dietas foram distribuídas aleatoriamente entre as diferentes unidades experimentais.

Formulação e preparo das dietas

As dietas experimentais foram formuladas para serem iso-protéicas e iso-energéticas. A concentração de proteína bruta (PB) foi estabelecida em 45% (Fróes, 2006), a de lipídios em torno de 8% (D'Abramo, 1997) e a relação proteína/energia foi mantida em cerca de 100 mg de PB/kcal (Diaz, 1995; Cuzon & Guillaume, 1997). Em cada uma das seis dietas experimentais foi utilizado um nível de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja, com exceção da dieta controle, na qual a farinha de peixe não foi substituída. As demais dietas foram formuladas com proporções crescentes de substituição até o nível de 60% (Santamaría & de Santamaría, 1991; Ito et al., 1996). As dietas foram então denominadas conforme sua porcentagem de substituição de farinha de peixe, ou seja, 0, 12, 24, 36, 48 e 60%.

A composição proximal dos principais ingredientes utilizados na formulação das dietas foi analisada com os procedimentos padrão (AOAC, 2000). A proteína bruta foi estimada pelo método Kjeldahl, a gordura por Soxhlet e as cinzas por incineração em mufla a 600°C. Já as concentrações de carboidrato foram estimadas segundo NRC (1983) e Tacon (1987) (Tabela 1).

À medida que se aumentou a proporção de farelo de soja em substituição à farinha de peixe foi necessário balancear as concentrações de lipídios totais, cálcio e fósforo, o que foi alcançado através do aumento das quantidades de óleo de peixe, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ e K_2HPO_4 , respectivamente. Pela mesma razão, adicionou-se celulose para balancear os níveis de fibra bruta nas diferentes dietas. A composição da mistura de vitaminas foi baseada nas recomendações de Conklin (1997). Como antioxidantes foram utilizados o BHT (butil hidroxitolueno) e o BHA (hidroxianisol butilado). As formulações das dietas experimentais encontram-se na Tabela 2.

No preparo das dietas, primeiramente misturou-se em uma bacia os ingredientes secos. Em um recipiente à parte, os óleos foram misturados com os antioxidantes BHT e BHA e em seguida acrescentados aos ingredientes secos. Adicionou-se água quente ($\pm 80^\circ\text{C}$) à mistura até formar uma massa consistente. Em seguida a massa passou por um peletizador e foi seca em um secador de bandeja com escoamento paralelo a 60°C por 12 horas. As dietas foram então acondicionadas em sacos plásticos lacrados e conservadas em freezer à temperatura de -20°C até o uso.

Tabela 1. Composição bromatológica (% da matéria seca) dos principais ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais fornecidas ao camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* durante 28 dias. (n=3)

Ingrediente	Proteína bruta	Lipídios totais	Carboidratos	Cinzas
Farinha de peixe	66,28	7,84	11,99	13,89
Farelo de soja	49,00	0,80	44,30	5,90
Farinha de trigo	11,70	1,20	86,60	0,50
Gelatina	95,70	0,73	2,95	0,62

Tabela 2. Formulação (% em matéria seca) das dietas experimentais com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja (de 0 a 60% de substituição), fornecidas ao camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*.

Ingrediente	Dietas experimentais					
	0%	12%	24%	36%	48%	60%
Farinha de peixe	54,8	48,2	41,6	35,1	28,5	21,9
Farelo de soja	-	8,9	17,9	26,7	35,6	44,5
Farinha de trigo	30,5	26,6	23,5	19,9	16,5	13,8
Gelatina	0,1	0,6	1,0	1,4	1,8	2,1
Óleo de peixe	0,4	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Óleo de soja	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0
Lecitina de soja	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Colesterol	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Pré-mix vitamínico ^a	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Vitamina C ^b (ppm)	150	150	150	150	150	150
Ca ₃ (PO ₄) ₂	0,0	1,2	2,4	3,6	4,7	5,9
K ₂ HPO ₄	0,9	0,7	0,5	0,3	0,2	0,0
BHT ^c	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
BHA ^d	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Aglutinante ^e	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Celulose ^f	0,9	0,7	0,5	0,4	0,2	0,0
Enchimento ^g	6,09	5,69	4,79	4,29	3,69	2,59

^a Composição por kg da mistura - Biotina (1mg), mioinositol (400 mg), niacina (40 mg), pantotenato de cálcio (75 mg), piridoxina (50 mg), riboflavina (25 mg), tiamina (60 mg), menadiona (20 mg), cianocobalamina (0,20 mg), colecalciferol (20 mg), ácido fólico (10 mg), colina (600 mg), acetato de tocoferol (100 mg) e retinol (100.000 UI);

^b L-ascorbil-2-monofosfato;

^c Butil hidroxitolueno;

^d Hidroxianisol butilado;

^e Nutribind Aqua, INVE Nutri-AD, Campinas, SP;

^f α – celulose;

^g Areia (< 600µm).

Alimentação

Inicialmente as dietas foram oferecidas em uma quantidade correspondente a 100% da biomassa dos animais em duas refeições diárias (50% às 8:00 e 50% às 19:00). No decorrer do experimento, porém, a quantidade foi ajustada para que os camarões recebessem alimento sempre com um pequeno excesso.

Nos primeiros 10 dias as dietas foram oferecidas com tamanho entre 300 e 600 μ . Já no restante do período experimental, acompanhando o crescimento das PLs, o tamanho das dietas variou entre 600 e 850 μ .

As sobras de alimento e as fezes foram sifonadas de duas a três vezes por semana, sendo o volume de água perdido repostado em seguida, equivalendo a aproximadamente 15% de renovação da água do sistema. Na saída do sifão colocou-se um coletor (caixa de PVC com uma abertura com tela de 600 μ) para evitar a perda acidental de PLs pelo sifonamento.

Variáveis analisadas

A salinidade, pH, oxigênio dissolvido (analisador multi-parâmetro YSI modelo 556 MPS) e a temperatura (termômetro de mercúrio) foram analisados diariamente. A amônia total (UNESCO, 1983) e o nitrito (Bendschneider e Robinson, 1952) foram analisados a cada três dias. Já o nitrato foi analisado somente ao final do período experimental com o kit comercial *Nitrate Test - Aquarium test for fresh and salt water*, da marca Hagen (Canadá).

Ao final do experimento, a sobrevivência foi estimada através da contagem do número de camarões no início e fim do período experimental. O crescimento das pós-larvas foi estimado pelo peso úmido no início e fim do período experimental de 28 dias.

A taxa de crescimento específico (TCE) foi estimada pela fórmula:

$$\text{TCE (\% / dia)} = [(\ln P_{\text{final}} - \ln P_{\text{inicial}}) / \Delta t] * 100$$

onde $\log_e P_{\text{final}}$ e $\log_e P_{\text{inicial}}$ correspondem ao logaritmo do peso final e do peso inicial, respectivamente, e Δt a variação temporal do experimento.

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância de uma via (ANOVA) e, posteriormente, ao teste de Tukey com nível de significância de 5%. Antes da análise dos dados percentuais, estes foram transformados pelo arcoseno da raiz quadrada. Todos os resultados são apresentados como média \pm desvio padrão (DP).

RESULTADOS

Parâmetros de qualidade d'água

As médias de temperatura, salinidade e pH ao longo do período experimental foram 27,6 °C ($\pm 0,9$), 34,2 ($\pm 1,0$) e 8,09 ($\pm 0,05$), respectivamente. A concentração média de oxigênio dissolvido foi de 7,30mg/L ($\pm 0,37$), o que corresponde a uma saturação de 104,51% ($\pm 4,27$). A concentração mínima de oxigênio dissolvido observada durante o período experimental foi 6,62mg/L.

Com relação aos compostos nitrogenados, a concentração média de amônia total (\pm DP) foi 0,05mg/L N-AT ($\pm 0,02$), enquanto a concentração média do nitrito ficou em 0,03 mg/L N-NO₂⁻ ($\pm 0,05$). O nitrato, medido somente ao final do período experimental, alcançou a concentração de 2,27 mg/L N-NO₃⁻.

Dietas

Os resultados das análises de composição bromatológica das dietas experimentais estão apresentados na Tabela 3. De modo geral, as diferentes dietas apresentaram concentrações de proteína bruta e lipídios totais próximas aos valores esperados, uma vez que a concentração de proteína bruta variou entre 43,13 e 46,63% e a concentração de lipídios totais ficou em torno de 8,5%. Da mesma forma, a relação proteína/energia manteve-se em torno de 100 mg de PB/kcal.

Os perfis de amino ácidos considerados essenciais para camarões peneídeos (metionina, arginina, treonina, triptofano, histidina, isoleucina, leucina, lisina, valina e fenilalanina) foram estimados para as dietas experimentais de acordo com a composição de ingredientes apresentada em Tacon (1987). Na Tabela 4 podemos observar que, à medida que aumenta a proporção de farelo de soja, aumentam também a proporção de todos os aminoácidos essenciais, exceto a metionina, cuja concentração diminui.

Tabela 3. Composição bromatológica (% da matéria seca) das dietas experimentais com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja (de 0 a 60% de substituição), fornecidas ao camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*. (n=3)

	<i>Dietas experimentais</i>					
	0%	12%	24%	36%	48%	60%
Proteína bruta	46,06	45,21	43,70	44,61	46,63	43,13
Lipídios totais	8,14	8,00	9,20	8,84	9,75	9,14
Carboidratos	28,82	29,80	30,85	30,61	28,12	32,29
Cinzas	16,98	16,99	16,25	15,94	15,50	15,44
Umidade	2,79	2,73	2,76	2,75	2,66	2,76
Energia bruta, cal/g	4582	4561	4634	4641	4737	4657
Relação proteína/energia ^a	100,5	99,1	94,3	96,1	98,4	92,6

^a mg de proteína bruta / kcal.

Sobrevivência e crescimento

A sobrevivência dos camarões nos diferentes tratamentos variou entre 70 e 80%, não sendo detectadas diferenças significativas (Tabela 5).

Os camarões alimentados com a dieta 60% (substituição de 60% da farinha de peixe por farelo de soja) alcançaram o maior peso final, mas não apresentando diferenças significativas ($p > 0,05$) dos tratamentos 36% e 48%. Já o peso final dos camarões do tratamento 48% diferiu significativamente apenas dos tratamentos 0% e 24%. Por sua vez, os camarões alimentados com a dieta 12% alcançaram um peso final médio similar aos das dietas 36 e 48%, apresentando diferença significativa apenas do tratamento 60%.

A regressão linear das médias do peso final para as unidades experimentais apresentou uma tendência de crescimento com o aumento do nível de substituição de farinha de peixe (Figura 3), todavia a correlação foi apenas razoável ($r = 0,5$).

A taxa de crescimento específico (TCE) seguiu a mesma tendência do peso final (Tabela 5).

Tabela 4. Estimativa da proporção de amino ácidos essenciais (% de AAE) em relação ao total de proteína nas dietas experimentais com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja (de 0 a 60% de substituição) fornecidas ao camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e níveis recomendados.

<i>Dietas experimentais</i>							
	0%	12%	24%	36%	48%	60%	Recomendado ^a
Arginina	3,83	4,22	4,61	5,01	5,42	5,83	5,80
Fenilalanina	2,15	2,39	2,64	2,88	3,14	3,39	4,00
Histidina	1,34	1,46	1,58	1,70	1,83	1,95	2,10
Isoleucina	2,51	2,74	2,98	3,21	3,46	3,70	3,40
Leucina	4,07	4,32	4,57	4,83	5,09	5,35	5,40
Lisina	4,17	4,34	4,49	4,66	4,82	4,98	5,30
Metionina	1,58	1,51	1,42	1,34	1,26	1,17	2,40
Treonina	2,36	2,47	2,58	2,69	2,80	2,91	3,60
Triptofano	0,59	0,63	0,66	0,69	0,72	0,76	0,80
Valina	2,82	3,00	3,17	3,35	3,53	3,71	4,00

^a Recomendado para camarões peneídeos em geral (Guillaume, 1997)

Tabela 5. Médias (\pm DP) de sobrevivência, peso final e taxa de crescimento específico (TCE) de *Farfantepenaeus paulensis* alimentado com dietas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja (de 0 a 60% de substituição).

Dietas	Sobrevivência (%)	Peso final (mg)	TCE
0%	79,0 \pm 0,05	20,8 \pm 21,0 ^a	9,09 \pm 3,38 ^a
12%	70,0 \pm 0,01	24,8 \pm 22,8 ^{ab}	9,71 \pm 3,51 ^{ab}
24%	73,0 \pm 0,05	20,9 \pm 19,8 ^a	9,37 \pm 2,98 ^a
36%	71,0 \pm 0,06	22,8 \pm 17,9 ^{abc}	9,90 \pm 2,90 ^{abc}
48%	80,0 \pm 0,08	25,0 \pm 16,5 ^{bc}	10,51 \pm 2,55 ^{bc}
60%	79,0 \pm 0,05	27,4 \pm 20,2 ^c	10,69 \pm 2,76 ^c

Em uma mesma coluna, letras sobrescritas diferentes representam diferenças significativas entre os efeitos das dietas ($p < 0,05$).

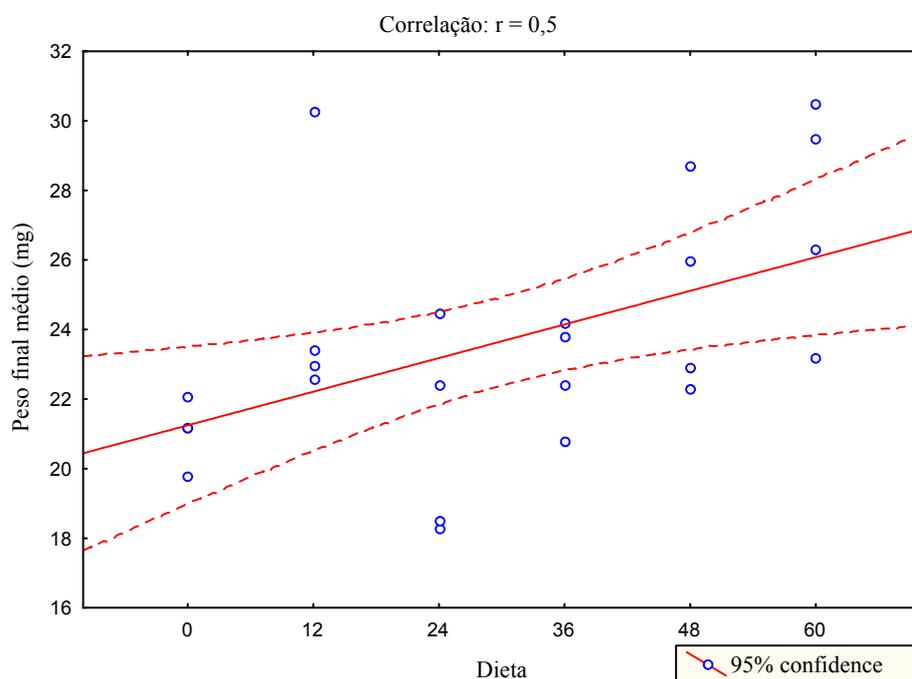


Figura 3. Regressão linear e intervalo de confiança (95%) das médias de peso final do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* alimentados com dietas com diferentes níveis de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja (de 0 a 60% de substituição).

DISCUSSÃO

De maneira geral, os parâmetros de qualidade da água monitorados ao longo do período experimental se mantiveram dentro dos padrões considerados aceitáveis para o camarão-rosa *F. paulensis*. A temperatura média de 27,6°C manteve-se dentro da faixa de tolerância estimada para PLs de *F. paulensis*, que, segundo Soares (1996), seria entre 13 e 33,2°C. A salinidade, por sua vez, oscilou entre 32,8 e 35,5, o que está de acordo com os níveis sugeridos por Corleto et al. (1993) e Tsuzuki et al. (2003) para o cultivo de pós-larvas desta espécie. De forma similar, Wasielesky (2000) relata que juvenis de *F. paulensis* podem ser cultivados na faixa de salinidade entre 5 e 40. O pH não apresentou grandes variações ao longo do período experimental, permanecendo estável em torno de 8,09. Este valor também está dentro da faixa considerada aceitável, uma vez que Wickins (1976) relata que as taxas de crescimento de *Penaeus occidentalis* e *Penaeus monodon* somente seriam afetadas em pH igual ou inferior a 7,3. Além disso, Santos & Marchiori (1992) relataram que pós-larvas de *F. paulensis* expostas ao pH 8 apresentaram taxas de sobrevivência acima de 80%. Com relação ao oxigênio dissolvido, a concentração mínima observada durante o período experimental foi 6,62mg/L, o que está muito acima dos níveis que afetariam a sobrevivência de PLs de *F. paulensis* (2,62mg/L, segundo Poersch & Marchiori, 1992) e de outras espécies de camarões peneídeos (Arana, 1997). Da mesma forma que os demais parâmetros de qualidade da água, as concentrações dos compostos nitrogenados (amônia total, nitrito e nitrato) também se mantiveram dentro de níveis que não afetariam o desenvolvimento de *F. paulensis*, de acordo com Wickins (1976), Wasielesky et al. (1994), Ostrensky & Wasielesky (1995), Cavalli et al. (1996) e Sachside (1997).

No presente estudo, a dieta com 60% de substituição de farinha de peixe por farelo de soja foi a que proporcionou maiores taxa de crescimento específico e peso final para as pós-larvas de *F. paulensis*. Este resultado está de acordo com Ito et al. (1996), que afirmam ser possível substituir até 60% da proteína de origem animal pela de origem vegetal na dieta do camarão-rosa, e também com Santamaría & de Santamaría (1991), que indicam a utilização de até 60% de farelo de soja em dietas para peneídeos.

A substituição da farinha de peixe por uma mistura de farelo de soja com subprodutos do abate de aves na dieta de *Litopenaeus vannamei* apresentou os melhores

resultados quando o nível de substituição foi 60 e 80% (Davis & Arnold, 2000). Estes resultados também concordam com os de Sadhana & Neelakantan (1997), que observaram crescimento significativamente maior em *Fenneropenaeus merguensis* alimentado com uma mistura de várias fontes de proteína animal e vegetal. Esses autores ainda afirmam que dietas compostas por duas ou mais fontes de proteína são melhor utilizadas pelos camarões do que as que contém apenas uma única fonte, o que também foi demonstrado para *F. paulensis* (Cavalli et al., 2004).

A utilização de níveis relativamente altos de proteína de origem vegetal possivelmente está relacionada ao hábito alimentar do camarão-rosa, o qual é considerado onívoro oportunista com tendência à carnivoría. No entanto, quando comparado ao *L. vannamei*, o *F. paulensis* mostra-se altamente carnívoro (Lemos et al., 2004). Albertoni et al. (2003) estudaram o hábito alimentar do *F. paulensis* na Lagoa de Imboassica, estado do Rio de Janeiro, onde o camarão-rosa se alimentou basicamente de insetos, sendo um importante predador da fauna bentônica associada à macrofitas. Por sua vez, Soares et al. (2005) observaram uma grande quantidade de detrito (mais de 35%) no conteúdo estomacal de *F. paulensis* cultivado em cercados, sendo esse detrito predominantemente de origem vegetal em associação com a cadeia alimentar microbiana (Dall et al., 1990).

Lemos et al. (2004) testaram a digestibilidade *in vitro* de vários ingredientes comumente utilizados em dietas para camarões peneídeos e sugerem que o farelo de soja possa não ser uma boa fonte de proteína para o *F. paulensis* por apresentar baixa digestibilidade e alto grau de inibição da proteinase. Estes autores constataram experimentalmente a presença de inibidores da tripsina no farelo de soja. Tal ocorrência pode ser atribuída a falta de calor durante o processamento do farelo de soja, segundo Swick (2002).

Segundo análises feitas por Lemos et al. (2004), o farelo de soja apresentou uma digestibilidade de 1,6% (grau de hidrólise) e um nível de inibição da proteinase de 38% para o *F. paulensis*, enquanto as farinhas de peixe nacional, chilena (super prime) e mexicana apresentaram digestibilidades próximas de 3,0%, 2,2% e 1,6% e graus de inibição da tripsina de apenas 20%, 9,7% e 9,3%, respectivamente. Por outro lado, Brunson et al. (1997) demonstraram que a taxa de digestibilidade aparente de proteína

bruta (*in vivo*) para *P. setiferus* para o farelo de soja apresenta-se bastante alta (94,6%), a qual é inclusive superior a farinha de peixe (75,8%).

Cho et al. (1985) propõem que, para ser considerada de boa qualidade, uma farinha de peixe deveria conter pelo menos 68% de proteína bruta e os teores de cinzas não deveriam ultrapassar 13% da matéria seca. Em vista disso, a farinha de peixe utilizada no presente estudo pode ser considerada de qualidade razoável, pois apresentou 66,28% de proteína e um teor de cinzas de 13,89%. Possivelmente, a utilização de uma farinha de peixe de melhor qualidade (super prime) poderia incrementar o peso final dos camarões nos tratamentos com menores níveis de substituição, conseqüentemente, alterando o resultado final do experimento.

Vale salientar, porém, que a concentração dos diferentes aminoácidos essenciais (AAE) estimado para as dietas experimentais aumenta conforme o grau de substituição da farinha de peixe, com exceção da metionina, cuja concentração diminuiria. Isto poderia *a priori* indicar uma exigência menor de metionina por parte das pós-larvas de *F. paulensis*. Contudo, quando confrontadas as concentrações de AAE nas dietas com os níveis indicados para camarões peneídeos em geral (Guillaume, 1997), todas as dietas do presente estudo teriam concentrações de AAE aquém da concentração desejada. Este fato poderia, portanto, ter limitado o crescimento dos camarões no presente estudo.

Suplementar as dietas com aminoácidos sintéticos como forma de cobrir as exigências de determinados aminoácidos é uma possibilidade que vem sendo largamente testada (Shiau, 1998; Cuzon et al., 2004). Entretanto, como os aminoácidos sintéticos apresentam alta solubilidade na água, a lixiviação tem sido um grande entrave na utilização desta técnica. Uma maneira de contornar este problema é a utilização de aminoácidos encapsulados e/ou microencapsulados (Millamena et al., 1999), que têm apresentado bons resultados (Shiau, 1998). A suplementação de dietas com metionina encapsulada poderia ser uma forma de melhorar o ganho de peso dos camarões alimentados com dietas à base de farelo de soja. Por exemplo, Alam et al. (2005) observaram um ganho de peso significativamente maior em *Marsupenaeus japonicus* alimentado com uma dieta, formulada com um isolado protéico de soja e suplementada com metionina e lisina encapsuladas quando comparado a dietas sem suplementação ou suplementada com aminoácidos não-encapsulados.

O presente estudo reafirma o potencial do uso do farelo de soja como fonte protéica para dietas práticas do camarão-rosa *F. paulensis*, sendo possível substituir a farinha de peixe pelo menos até um nível de 60%. Porém, antes de se afirmar este nível como ótimo, estudos complementares deveriam ser realizados. Seria importante, por exemplo, testar níveis de substituição até 100% e, ainda, avaliar a suplementação com aminoácidos encapsulados, principalmente a metionina, nas dietas em que o farelo de soja é a principal fonte de proteína para o camarão *F. paulensis*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akiyama, D., Domini, W.G., Lawrence, A. L. 1992. Penaeid shrimp nutrition. In: Fast, A. W.; Lester, L. J. Marine shrimp culture principles and practices. Amsterdam: Elsevier. 535-568.
- Alam, M. S., Teshima, S., Koshio, S., Ishikawa, M., Uyan, O., Hernandez, L.H.H., Michael, F.R. 2005 Supplemental effects of coated methionine and/or lysine to soy protein isolate diet for juvenile kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*. *Aquaculture*, 248, 13-19.
- Albertoni, E.F., Palma-Silva, C., Esteves, F.A. 2003. Natural Diet of Three Species of Shrimp in a Tropical Coastal Lagoon. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(3): 395-403.
- Arana, L.V. 1997. Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura. Ed. da UFSC, Florianópolis, SC. 51 p.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis. Arlington AOAC, 16^a ed.
- Bendschneider, K., Robinson, R.J. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *Journal of Marine Research*, 11:87-96.
- Brunson, J.F., Romaine, R.P., Reigh, R.C. 1997. Apparent digestibility of selected ingredients in diets for white shrimp *Penaeus setiferus* L. *Aquaculture Nutrition* 3: 9–16.
- Bueno, S.L.S. 1989. Técnicas, procedimentos e manejos para a produção de pós-larvas de camarões peneídeos. Brasília: CIRM. 107 p.
- Carter, C.G., Hauler, R.C. 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture*, 185: 299-311.
- Cavalli, R.O.; Wasielesky, W.J.; Franco, C.S.; Miranda Filho, K. 1996. Evaluation of the short-term toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to *Penaeus paulensis* (Crustacea, Decapoda) broodstock. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 39: 567-575.
- Cavalli, R.O.; Zimmermann, S.; Speck, R.C.; 2004. Growth and feed utilization of the shrimp *Farfantepenaeus paulensis* fed diets containing different marine protein sources. *Ciência Rural*, 34 (3): 891-896.

- Cho, C.Y., Cowey, C.B., Watanabe, T. 1985. Fish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development. Ottawa: IDRC, 154 p.
- Conklin, D.E. 1997. Vitamins. In: D'Abramo, L.R.; Conklin, D.E., Akiyama, D.M. Crustacean Nutrition - Advances in World Aquaculture 6: World Aquaculture Society, Baton Rouge, EUA. p. 123-149.
- Corleto, F., Cavalli, R. O., Marchiori, M. A. 1993. Crescimento de pós-larvas de *Penaeus paulensis*, Pérez- Farfante, 1967, em diferentes salinidades. Anais do IV Encontro Rio-Grandense de Técnicos em Aqüicultura, Porto Alegre, RS. p. 13-23.
- Cuzon, G., Guillaume, J. 1997. Energy and Protein: Energy ratio. In: D'Abramo, L.R.; Conklin, D.E., Akiyama, D.M. Crustacean Nutrition - Advances in World Aquaculture 6: World Aquaculture Society, Baton Rouge, EUA. 51-70.
- Cuzon, G., Lawrence, A., Gaxiola, G., Rosas, C., Guillaume, J. 2004. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks and in ponds. Aquaculture, 235: 513-551.
- D'Abramo, L.R. 1997. Triacylglycerols and Fatty Acids. In: D'Abramo, L.R.; Conklin, D.E., Akiyama, D.M. Crustacean Nutrition - Advances in World Aquaculture 6: World Aquaculture Society, Baton Rouge, EUA. 71-84.
- D'Incao, F. 1995. Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos dos Dendrobranchiata (Crustacea, Decapoda) do Brasil e Atlântico Ocidental. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 365 p.
- Dall, W., Hill, B.J., Rothlisberg, P.C., Staples, D.J., 1990. The Biology of the Penaeidae. Advances in Marine Biology. Academic Press, London. 489 pp.
- Davis, D.A., Arnold, C.R. 2000. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture, 185: 291-298.
- Diaz, R.O.R. 1995. Exigências de proteína e energia bruta para juvenis de *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante 1967) submetidos a diferentes salinidades. Dissertação de mestrado em Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 56 p.
- Eusebio, P.S., Coloso, R.M. 1998. Evaluation of leguminous seed meals and leaf meals as plant protein sources in diet for juvenile *Penaeus indicus*. The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh, 50(2): 47-54.

- Fagbenro, O.A., Davies, S.J. 2001. Use of soybean flour (dehulled, solvent-extracted soybean) as a fish meal substitute in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): growth, feed utilization and digestibility. *Journal of Applied Ichthyology*, 17: 64-69.
- FAO – Food and Agriculture Organization. 2004. Disponível no site www.fao.org
- Forster, J. 1999. Aquaculture chickens, salmon: a case study. *World Aquaculture Magazine* 30: 33-70.
- Fróes, C.N. 2006. Efeitos de dietas práticas com diferentes níveis de proteína na sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967). Dissertação de Mestrado em Aqüicultura, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS. 32 p.
- Guillaume, J. 1997. Protein and Amino Acids. In: D’abramo, L. R.; Conklin, D.E., Akiyama, D.M. 1997. Crustacean Nutrition - Advances in World Aquaculture 6: 26-50. World Aquaculture Society.
- Huguenin, J.E., Colt, J. 1989. Design and operating guide for aquaculture seawater systems. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam. 264 p.
- Ito, K., Fransozo, A., Pezzato, L.E., Barbosa, J.C., Ferreira, A.C.M. 1996. Substituição da proteína de origem animal pela de origem vegetal em dietas para o camarão rosa, *Penaeus paulensis*. Anais do 9º Simpósio Brasileiro de Aqüicultura. Sete Lagoas. v. 1, p. 13.
- Kamimura, M.T. 2002. Desenvolvimento de um sistema de recirculação de água marinha para estudos com peixes e crustáceos. Monografia de conclusão de curso de graduação em Oceanologia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS. 28 p.
- Koshio, S., Kanazawa, A., Techima, S. 1992. Nutritional evaluation of dietary soybean protein for juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58(8): 965-970.
- Lazzari, R., Radünz Neto, J., Emanuelli, T., Pedron, F.A., Costa, M.L., Losekann, M.E., Correia, V., Bochi, V.C. 2006. Diferentes fontes protéicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). *Ciência Rural*, 36(1): 240-246.

- Lemos, D., Ezquerria, J.M., Garcia-Carreño, F.L. 2000. Protein digestion in penaeid shrimp: digestive proteinase inhibitors and feed digestibility. *Aquaculture*, 186: 89-105.
- Lemos, D., Navarrete Del Toro, A., Córdova-Murueta, J.H.; Garcia-Carreño F. 2004. Testing feeds and feed ingredients for juvenile pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: *in vitro* determination of protein digestibility and proteinase inhibition. *Aquaculture*, 239: 307–321.
- Lim, C., Dominy, W. 1990. Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, 87: 53-63.
- Marchiori, M., Magalhães Filho, C.V., Yunes, J.S., Levy, J.A. 1982. Estudo sobre a alimentação artificial do camarão-rosa *Penaeus paulensis*. *Atlântica*, 5: 43-48.
- Marchiori, M.A. 1996. Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. Ed da FURG, Rio Grande, RS. 79p.
- Millamena, O.M. 2002. Replacement of fish meal by animal by-product meals in a practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coioides*. *Aquaculture*, 204: 75-84.
- Millamena, O.M, Teruel, M.B., Kanazawa, A., Teshima, S. 1999. Quantitative dietary requirements of postlarval tiger shrimp, *Penaeus monodon*, for histidine, isoleucine, leucine, phenylalanine and tryptophan. *Aquaculture*, 179: 169-179.
- 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. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405: 1017-1024.
- NRC - National Research Council, 1983. Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academy Press, Washington, D.C. 102p.
- Odum, E.P. 1959. Fundamentals of ecology. 3rd.ed. W.B. Saunders, Philadelphia. 546 p.
- Olivera, A., Beltrame, E., Andreatta, E., Silva, A., Costa, S. W., Westphal, S. 1993. Crescimento do “camarão-rosa” *Penaeus paulensis* no repovoamento da Lagoa de Ibiraquera, Santa Catarina, Brasil. In Anais do IV Simpósio Brasileiro Sobre Cultivo de Camarão, 1993, João Pessoa, PB. v.1, p.439-451
- Ostrensky, A., Wasielesky, W.J., 1995. Acute toxicity of ammonia to various life stages of São Paulo shrimp, *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. *Aquaculture*, v. 132, p. 339-347.

- Peixoto, S., Wasielesky, W., Louzada Jr, L. 2003. Comparative analysis of Pink shrimp, *Penaeus paulensis*, and Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, culture in extreme southern Brazil. *Journal of Applied Aquaculture*, 14(1/2): 101-111.
- Poersch, L.H., Marchiori, M.A., 1992. Efeito do oxigênio no camarão rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. Encontro Nacional de Aquicultura (Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 7, 1992 – Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos, 2., 1992), Peruíbe, SP. Anais do Encontro Nacional de Aquicultura, Peruíbe: Associação Brasileira de Aquicultura e Associação Brasileira de Patologistas de Organismos Aquáticos, p. 115.
- Preto, A.L. 2005. Efeito da densidade de estocagem e do biofilme sobre o desempenho do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivado em gaiolas nas fases de berçário e de produção de iscas vivas. Dissertação de Mestrado em Aquicultura, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS. 42 p.
- Rocha, I.P., Rodrigues, J., Amorim, L. 2004. A carcinicultura brasileira em 2003. *Revista da ABCC*, 1: 30-36.
- Rocha, I.P. 2005. Uma análise da produção, demanda e preços do camarão no mercado internacional. *Revista da ABCC*, 2: 24-35.
- Rodrigues, J.B.R. 1985. Fontes e níveis de proteína em rações para o camarão *Penaeus paulensis* Pérez Farfante, 1967 e sua viabilidade no cultivo em viveiro. Dissertação de mestrado em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE. 80 p.
- Rothlisberg, P.C. 1998. Aspects of penaeid biology and ecology of relevance to aquaculture: a review. *Aquaculture*, 164: 49-65.
- Sachsida, A. 1997. Efeito do nitrato no crescimento de juvenis do camarão rosa *Penaeus paulensis* (Crustacea: Decapoda). Monografia de graduação em Oceanologia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS.
- Sadhana, M., Neelakantan, B. 1997. Growth response of juvenile shrimp *Penaeus merguensis* (Eucarida, Crustacea) to feeds containing different protein sources. *Indian Journal of Marine Sciences*, 26: 180-185.
- Santamaría, E.L., de Santamaría, D. 1991. Evaluación de dietas experimentales a base de harina de soya y su efecto en el crecimiento do *Penaeus vannamei*. *Boletín Científico Informativo y Bibliográfico*, 6(1): 7-9.

- Santos, M. H. & Marchiori, M. A. 1992. Efeito do pH no desenvolvimento larval do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. Encontro Nacional de Aquicultura (Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 7, 1992 – Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos, 2., 1992), Peruíbe, SP. Anais do Encontro Nacional de Aquicultura, Peruíbe: Associação Brasileira de Aquicultura e Associação Brasileira de Patologistas de Organismos Aquáticos, p. 116.
- Shepherd, J. 2005. Fishmeal and Fish oil: Sustainability & world market prospects. *International Aqua Feed*, 8(4): 19-21.
- Shiau, S. 1998. Nutrient requirements of penaeid shrimps. *Aquaculture*, 164: 77-93.
- Soares, R. 1996. Influência da temperatura na sobrevivência de pós-larvas do camarão-rosa *Penaeus paulensis* em laboratório. Monografia de conclusão de curso de graduação em Oceanologia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS. 36 p.
- Soares, R., Peixoto, S., Wasielesky, W., D'Incao, F. 2005. Feeding rhythms and diets of *Farfantepenaeus paulensis* under pen culture in Patos Lagoon estuary, Brazil. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 333: 167-176.
- Sudaryono, A., Hoxey, M.J., Kailis, S.G., Evans, L.H. 1995. Investigations of alternative protein sources in practical diets for juvenile shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 134: 313-323.
- Swick, R. 2002. Soybean meal quality assessing the characteristics of a major aquatic feed ingredient. *Global Aquaculture Advocate*, 5: 46-49.
- Tacon, A.G.J. 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp – A training manual. The essential nutrients. Brasilia: FAO. 117 p.
- Tidwell, J.H., Allan, G.L. 2001. Fish as food: aquaculture contribution - Ecological and economic impacts and contributions of fish farming and capture fisheries. *EMBO reports*, 11(2): 958-963.
- Tsuzuki, M.Y., Cavalli, R.O., Bianchini A. 2003. Effect of salinity on survival, growth and oxygen consumption of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Perez-Farfante 1967). *Journal of Shellfish Research*, 22 (2): 555-559.
- Unesco. 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Intergovernmental Oceanographic Commission, Manual and Guides, 12.

- Usuki, T. 2001. Japanese passion for shrimp – Culture affects consumption. *Global Aquaculture Advocate*, 3: 95-96.
- Wasielesky, W.J. 2000. Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: Efeitos de parâmetros ambientais e manejo de cultivo. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica), Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, p. 199.
- Wasielesky, W.J., Marchiori, M.A., Santos, M.H.S. 1994. Efeito da amônia no crescimento de pós-larvas do camarão-rosa, *Penaeus paulensis*, Pérez-Farfante, 1967 (Decapoda: Penaeidae). *Nauplius*, 2: 99-105.
- Wasielesky, W.J., Cavalli, R.O., Marchiori, M.A., Santos, M.H.S. 2002. O camarão rosa nos cercados do sul do Brasil. *Panorama da Aquicultura*, 73(12): 31-35.
- Wickins, J.F. 1976. The tolerance of warm-water prawns to recirculated water. *Aquaculture*, 9: 19-37.