

## Substituição da farinha de peixe por farelo de soja em dietas práticas para o camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*)

Fishmeal replacement by soybean meal in practical diets for shrimp *Farfantepenaeus paulensis*

Marcos Paulo Abe<sup>1</sup> Charles Nunes Fróes<sup>1</sup> Carlos Prentice-Hernández<sup>1</sup> Wilson Wasielesky Júnior<sup>1</sup>  
Ronaldo Olivera Cavalli<sup>1\*</sup>

### RESUMO

Foi avaliada a substituição da farinha de peixe (FP) por farelo de soja (FS) em dietas práticas na sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*. Seis dietas isoprotéicas e isoenergéticas, contendo diferentes proporções de FP e FS, foram fornecidas aos camarões durante 28 dias. Os níveis de substituição da FP por FS foram 0 (controle), 12, 24, 36, 48 e 60%. Pós-larvas com peso inicial de 1,22mg ( $\pm 0,44$ ) foram distribuídas ao acaso em tanques com 40L de água. A sobrevivência variou entre 70 e 80%, não apresentando diferenças ( $P > 0,05$ ). O peso final variou ( $P < 0,05$ ) de 20,84 a 27,37mg, e a taxa de crescimento específico (TCE) ficou entre 9,1 e 10,7% dia<sup>-1</sup>. A dieta com 60% de substituição da FP resultou no maior ganho de peso, enquanto a dieta controle resultou em menor ganho de peso. De forma similar, a TCE também foi maior para a dieta 60% e menor para a dieta 0%. A substituição de 60% da FP por FS é recomendada por proporcionar um maior crescimento em pós-larvas do camarão-rosa *F. paulensis*.

**Palavras-chave:** camarão, nutrição, proteína, ingredientes, formulação de dietas.

### ABSTRACT

A feeding trial evaluated the replacement of fishmeal by soybean meal in practical diets on the survival and growth of the shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. Six iso-energetic and iso-proteic diets were fed to shrimp for 28 days. Replacement levels of fishmeal were 0 (control), 12, 24, 36, 48 and 60%. Post-larvae with mean initial weight of 1.22mg ( $\pm 0.44$ ) were stocked at random in 40-L tanks. Survival ranged between 70 and 80% and were not different ( $P > 0.05$ ) between treatments. Feeding the diet with 60% of fishmeal replacement resulted in the highest weight gain ( $P < 0.05$ ), while the control diet (no replacement) had the lowest weight gain among all treatments. Similarly, specific growth rate (SGR) was also higher for the 60% diet and lower for the control. Mean final weight ranged from 20.84 to 27.37mg, while SGR varied between 9.1

and 10.7% day<sup>-1</sup>. The replacement of 60% of fishmeal by soybean meal is recommended in practical diets for *F. paulensis* as it results in higher weight gain and growth rates, with no effect on survival.

**Key words:** shrimp, nutrition, protein, ingredients, diet formulation.

### INTRODUÇÃO

A alimentação é um dos principais fatores que afetam a viabilidade de qualquer empreendimento de aquicultura, principalmente do cultivo semi-intensivo ou intensivo de camarões (ROTHLISBERG, 1998). Nesses casos, os gastos com alimentação podem representar até 60% dos custos totais (AKIYAMA et al., 1992). A farinha de peixe é a principal fonte de proteína nas dietas para aquicultura. A criação de espécies aquáticas com hábito alimentar carnívoro demanda maiores quantidades de farinha de peixe. FORSTER (1999), porém, afirma que o cultivo de espécies carnívoras seria benéfico, pois a farinha de peixe é fabricada com espécies forrageiras que, em geral, não são apropriadas ao consumo humano. Esse autor ressalta ainda que, para produzir um quilo de qualquer espécie carnívora, a aquicultura utiliza de três a quatro quilos de peixe, enquanto ODUM (1959) estima que, no ambiente selvagem, seriam necessários aproximadamente 10 quilos para produzir a mesma quantidade. Por outro lado, NAYLOR et al. (2000) afirmam que o uso de farinha de peixe ocasiona forte pressão de pesca sobre espécies forrageiras,

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Aquicultura, Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), CP 474, 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: cavalli@mikrus.com.br. \*Autor para correspondência.

ocasionando sobrepesca e até depleção de alguns desses estoques, o que resulta na redução de alimento para as espécies em níveis tróficos superiores. A substituição da farinha de peixe por outra fonte de proteína serviria então para amenizar a pressão sobre os estoques pesqueiros, além de contribuir para a redução dos custos de produção, principalmente quando se utilizam proteínas de origem vegetal. O farelo de soja, por exemplo, tem um menor custo que a farinha de peixe e possui ampla distribuição no mercado internacional.

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). Diversos estudos sobre a substituição da farinha de peixe por farelo de soja foram realizados com várias espécies de crustáceos (SANTAMARÍA & DE SANTAMARÍA, 1991; SADHANA & NEELAKANTAN, 1997; DAVIS & ARNOLD, 2000). Muito embora trabalhos sobre esse tema com o camarão-rosa ainda sejam escassos (ITO et al., 1996), este estudo analisou a sobrevivência e o crescimento de *F. paulensis* alimentado com dietas práticas contendo diferentes proporções de farinha de peixe e farelo de soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 2.400 pós-larvas de *F. paulensis* (peso inicial médio:  $1,22 \pm 0,44$ mg), distribuídas em 24 tanques com capacidade de 40L (100 camarões/tanque), em sistema de recirculação de água do mar com temperatura controlada. O sistema de recirculação continha um filtro mecânico e um filtro biológico de 200L e proporcionou uma taxa de renovação de água de  $200\%$  dia<sup>-1</sup>. A salinidade, o pH, o oxigênio dissolvido e a temperatura foram medidos diariamente com um analisador multiparâmetro (YSI 556 MPS). A amônia total (UNESCO, 1983) e o nitrito (BENDSCHNEIDER & ROBINSON, 1952) foram analisados a cada três dias. O nitrato foi analisado somente no fim do experimento com um kit comercial (*Nitrate Test*, Hagen, Canadá). O fotoperíodo foi mantido em 14h diárias de luz. O experimento teve duração de 28 dias.

As dietas utilizadas foram isoprotéicas e isoenergéticas (Tabela 1). Os níveis de proteína bruta (PB) e lipídios foram preestabelecidos em 45% (FRÓES, 2006) e 8% (D'ABRAMO, 1997), respectivamente. A

relação proteína/energia foi mantida em torno de 100mg PB kcal<sup>-1</sup> (CUZON & GUILLAUME, 1997). As dietas possuíam níveis crescentes de substituição de farinha de peixe por farelo de soja, sendo denominadas conforme o nível de substituição de farinha de peixe, ou seja, 0, 12, 24, 36, 48 e 60%. Foram utilizadas quatro repetições por tratamento. À medida que se aumentou o teor 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 pelo aumento das quantidades de óleo de peixe, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, respectivamente. Pela mesma razão, adicionou-se celulose para balancear os níveis de fibra bruta. As dietas foram preparadas misturando-se os ingredientes secos, e, em seguida, acrescentaram-se os óleos previamente misturados aos antioxidantes BHT (Butil hidroxitolueno) e BHA (Hidroxianisol butilado). Adicionou-se água quente ( $\pm 80^\circ\text{C}$ ) à mistura até formar uma massa consistente, a qual foi processada em um peletizador, secada em secador de bandeja com escoamento paralelo a  $60^\circ\text{C}$  por 12h e conservada a  $-20^\circ\text{C}$  até o uso. Os principais ingredientes utilizados na formulação das dietas (Tabela 1) e as próprias dietas experimentais tiveram suas composições proximais analisadas segundo AOAC (1984). Adicionalmente, os perfis de aminoácidos considerados essenciais para camarões peneídeos das dietas foram estimados com base em TACON (1987).

As dietas foram oferecidas em duas refeições diárias (8 e 19h), sendo a quantidade inicial de 100% da biomassa dos animais ajustada no decorrer do experimento. Nos primeiros 10 dias, as dietas foram oferecidas com tamanho entre 300 e 600µm e, no restante do experimento, na faixa de 600 e 850µm. As sobras de alimento e as fezes foram retiradas por sifonamento três vezes por semana.

A sobrevivência foi estimada pela contagem do número de camarões no início e no fim do experimento. O crescimento dos camarões foi avaliado pelo peso úmido no início e no fim do período experimental. A taxa de crescimento específico (TCE) foi estimada por  $\text{TCE (\%/dia)} = (\ln P_{\text{final}}) - (\ln P_{\text{inicial}}) / \Delta t \times 100$ , em que  $P_{\text{final}}$  e  $P_{\text{inicial}}$  correspondem aos pesos final e inicial, respectivamente, e  $\Delta t$  à duração do experimento em dias.

Os resultados de qualidade de água, sobrevivência e crescimento foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ao teste de Tukey com nível de significância de 5%. Antes da análise, porém, os resultados de sobrevivência (percentuais) foram transformados pelo arco seno da raiz quadrada. Análises de regressão também foram aplicadas aos resultados de crescimento em relação aos níveis de substituição de farinha de peixe.

Tabela 1 - Formulação e 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) fornecido 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 <sup>a</sup>	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Vitamina C <sup>b</sup> (ppm)	150	150	150	150	150	150
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0,0	1,2	2,4	3,6	4,7	5,9
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,9	0,7	0,5	0,3	0,2	0,0
BHT <sup>c</sup>	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
BHA <sup>d</sup>	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Aglutinante <sup>e</sup>	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Celulose <sup>f</sup>	0,9	0,7	0,5	0,4	0,2	0,0
Enchimento <sup>g</sup>	6,09	5,69	4,79	4,29	3,69	2,59
Proteína bruta	46,06	45,21	43,70	44,61	46,63	43,13
Lípidios 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 <sup>h</sup>	100,5	99,1	94,3	96,1	98,4	92,6

<sup>a</sup>Baseado em CONKLIN (1997): Biotina (1mg), mioinositol (400mg), niacina (40mg), pantotenato de cálcio (75mg), piridoxina (50mg), riboflavina (25mg), tiamina (60mg), menadiona (20mg), cianocobalamina (0,20mg), colecalciferol (20mg), ácido fólico (10mg), colina (600mg), acetato de tocoferol (100mg) e retinol (100.000 UI).

<sup>b</sup>L-ascorbil-2-monofosfato.

<sup>c</sup>Butil hidroxitolueno.

<sup>d</sup>Hidroxianisol butilado.

<sup>e</sup>Nutribind Aqua, INVE Nutri-AD, Campinas, SP.

<sup>f</sup> $\alpha$  - celulose.

<sup>g</sup>Areia (< 600 $\mu$ m).

<sup>h</sup>mg proteína bruta/kcal.

## RESULTADOS

As médias ( $\pm$  desvio padrão) de temperatura, salinidade e pH foram de 27,6°C ( $\pm$  0,9), 34,2 ( $\pm$  1,0) e 8,09 ( $\pm$  0,05), respectivamente. A concentração mínima de oxigênio dissolvido ao longo do experimento foi de 6,62mg L<sup>-1</sup>. A concentração média de amônia total foi de 0,05mg L<sup>-1</sup> N-AT ( $\pm$  0,02), o nitrito ficou em 0,03mg L<sup>-1</sup> N-NO<sub>2</sub> ( $\pm$  0,05), e o nitrato alcançou 2,27mg L<sup>-1</sup> N-NO<sub>3</sub>. A qualidade da água esteve dentro de níveis que não afetam o desenvolvimento de *F. paulensis* (MARCHIORI, 1996; WASIELESKY, 2000).

A sobrevivência não se diferenciou entre os tratamentos (P<0,05), variando entre 70 e 80% (Tabela 2). Ao final do experimento, o peso médio foi maior nos

camarões alimentados com a dieta 60%, não apresentando diferenças significativas em relação aos tratamentos 36 e 48% (Tabela 2). 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 similar (P>0,05) aos das dietas 36 e 48%, diferenciando-se significativamente apenas do tratamento 60%. A TCE seguiu a mesma tendência do peso final. A regressão linear das médias do peso final de cada tanque experimental indica o aumento do peso dos camarões à medida que se incrementa o nível de substituição de farinha de peixe; todavia, a correlação pode ser considerada baixa (0,50). O perfil de aminoácidos essenciais para camarões peneideos

Tabela 2 - Médias ( $\pm$  DP) de sobrevivência, peso final e taxa de crescimento específico (TCE) do camarão-rosa *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 <sup>a</sup>	9,09 $\pm$ 3,38 <sup>a</sup>
12%	70,0 $\pm$ 0,01	24,8 $\pm$ 22,8 <sup>ab</sup>	9,71 $\pm$ 3,51 <sup>ab</sup>
24%	73,0 $\pm$ 0,05	20,9 $\pm$ 19,8 <sup>a</sup>	9,37 $\pm$ 2,98 <sup>a</sup>
36%	71,0 $\pm$ 0,06	22,8 $\pm$ 17,9 <sup>abc</sup>	9,90 $\pm$ 2,90 <sup>abc</sup>
48%	80,0 $\pm$ 0,08	25,0 $\pm$ 16,5 <sup>bc</sup>	10,51 $\pm$ 2,55 <sup>bc</sup>
60%	79,0 $\pm$ 0,05	27,4 $\pm$ 20,2 <sup>c</sup>	10,69 $\pm$ 2,76 <sup>c</sup>

Em uma mesma coluna, letras sobrescritas diferentes representam diferenças significativas entre os efeitos das dietas.

estimado para cada uma das dietas experimentais (Tabela 3) indica que, à medida que aumenta a proporção de farelo de soja, aumentam também a proporção de todos os aminoácidos essenciais, exceto da metionina.

## DISCUSSÃO

No presente estudo, a dieta com 60% de substituição de farinha de peixe por farelo de soja 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 deste camarão, 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 e subprodutos do abate de aves na dieta

de *Litopenaeus vannamei* apresentou melhores resultados quando o nível de substituição se manteve entre 60 e 80% (DAVIS & ARNOLD, 2000). Estes resultados também concordam com os de SADHANA & NEELAKANTAN (1997), que relatam um maior crescimento de *Fenneropenaeus merguensis* alimentado com uma mistura de várias fontes de proteína animal e vegetal. Esses autores afirmam ainda que dietas com duas ou mais fontes de proteína têm uma melhor utilização do que as dietas com apenas uma fonte, o que também foi demonstrado para *F. paulensis* (CAVALLI et al., 2004).

A possibilidade de 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 a carnívoro. No entanto, quando comparado a *L. vannamei*, *F. paulensis* tem hábito alimentar mais carnívoro (LEMOS et al., 2004). ALBERTONI et al. (2003) estudaram o hábito alimentar de *F. paulensis* na Lagoa de Imboassica, Rio de Janeiro, onde o camarão-rosa se alimentou basicamente de insetos, demonstrando ser um importante predador da fauna bentônica associada a macrofitas. Por sua vez, SOARES et al. (2005) observaram que mais de 35% do conteúdo estomacal de *F. paulensis* cultivado em cercados era composto de detritos de origem vegetal.

A análise de vários ingredientes comumente utilizados em dietas para camarões peneídeos indica que o farelo de soja não seria uma boa fonte de proteína para *F. paulensis* por apresentar baixa digestibilidade *in vitro* (LEMOS et al., 2004). SWICK (2002) constatou também a presença de inibidores da tripsina no farelo de soja, o que poderia ser atribuída à falta de calor durante o processamento. Para *F. paulensis*, o farelo

Tabela 3 - 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 para camarões peneídeos em geral (GUILLAUME, 1997).

	Dietas experimentais						Recomendado
	0%	12%	24%	36%	48%	60%	
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

de soja apresentou uma digestibilidade de 1,6% (grau de hidrólise) e uma inibição da proteinase de 38%, enquanto as farinhas de peixe nacional, chilena e mexicana apresentaram digestibilidades e graus de inibição da tripsina de 3,0, 2,2 e 1,6% e de 20, 9,7 e 9,3%, respectivamente (LEMOS et al., 2004). Por outro lado, BRUNSON et al. (1997) demonstraram que a digestibilidade *in vivo* da proteína do farelo de soja em *Litopenaeus setiferus* foi relativamente alta (94,6%), inclusive superior à da farinha de peixe (75,8%).

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 (CHO et al., 1985). A farinha de peixe utilizada neste estudo estava pouco abaixo destes níveis, pois tinha teores de proteína e cinza de 66,3 e 13,9%, respectivamente. É possível, portanto, que uma farinha de peixe de melhor qualidade incrementasse o crescimento dos camarões nos tratamentos com menores níveis de substituição e, conseqüentemente, alterasse os resultados deste estudo.

Com exceção da metionina, a concentração dos diferentes aminoácidos essenciais (AAE) estimada para cada uma das dietas experimentais aumentou conforme o grau de substituição da farinha de peixe. Isso poderia *a priori* indicar uma exigência menor de metionina por parte 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. Vale ressaltar, porém, que o melhor desempenho dos camarões nas dietas com menor proporção de farinha de soja deve-se ao fato de que a concentração de quase todos os aminoácidos essenciais aumentou em relação à dieta com farinha de peixe, mesmo com a redução dos níveis de metionina.

A suplementação com aminoácidos sintéticos para cobrir as exigências de determinados aminoácidos é uma opção que vem sendo largamente testada em camarões peneídeos (SHIAU, 1998; CUZON et al., 2004; ALAM et al., 2005). Entretanto, como os aminoácidos sintéticos são altamente solúveis em água, a lixiviação é um grande entrave à aplicação desta técnica. Uma maneira de se contornar este problema seria o uso de aminoácidos protegidos ou encapsulados (MILLAMENA et al., 1999), o que tem apresentado bons resultados (SHIAU, 1998). A suplementação de dietas com metionina encapsulada poderia aumentar o crescimento de camarões alimentados com dietas à base

de farelo de soja. Por exemplo, ALAM et al. (2005) observaram maiores ganhos de peso 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 indica o potencial do farelo de soja como fonte protéica alternativa 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 recomendar este nível de substituição, estudos complementares devem 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 for a principal fonte de proteína para o camarão *F. paulensis*.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelas bolsas de mestrado aos dois primeiros autores. À Nutrifarma, INVE do Brasil e à BASF, pela doação da farinha de peixe, do aglutinante e do pré-mix vitamínico; e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa aos pesquisadores R.O.C. e W.W..

## REFERÊNCIAS

- AKIYAMA, D. et al. Penaeid shrimp nutrition. In: FAST, A.W.; LESTER, L.J. **Marine shrimp culture: principles and practices**. Amsterdam: Elsevier, 1992. Cap.25, p.535-568.
- ALAM, M.S. et al. Supplemental effects of coated methionine and/or lysine to soy protein isolate diet for juvenile kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*. **Aquaculture**, v.248, p.13-19, 2005.
- ALBERTONI, E.F. et al. Natural diet of three species of shrimp in a tropical coastal lagoon. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n.3, p.395-403, 2003.
- AOAC. **Official methods of analysis**. Washington: Arlington Association of Official Analytical Chemists, 1984. 1141p.
- BENDSCHNEIDER, K.; ROBINSON, R.J. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. **Journal of Marine Research**, v.11, p.87-96, 1952.
- BRUNSON, J.F. et al. Apparent digestibility of selected ingredients in diets for white shrimp *Penaeus setiferus* L. **Aquaculture Nutrition** v.3, p.9-16, 1997.
- CAVALLI, R.O. et al. Growth and feed utilization of the shrimp *Farfantepenaeus paulensis* fed diets containing different marine protein sources. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.891-896, 2004.

- CHO, C.Y. et al. **Fish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development**. Ottawa: IDRC, 1985. 154p.
- CONKLIN, D.E. Vitamins. In: D'ABRAMO, L.R. et al. **Crustacean nutrition - Advances in world aquaculture 6**. Baton Rouge, EUA: WAS, 1997. Cap.7, p.123-149.
- CUZON, G.; GUILLAUME, J. Energy and protein: energy ratio. In: D'ABRAMO, L.R. et al. **Crustacean nutrition - Advances in world aquaculture 6**. Baton Rouge, EUA: WAS, 1997. Cap.3, p.51-70.
- CUZON, G. et al. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks and in ponds. **Aquaculture**, v.235, p.513-551, 2004.
- D'ABRAMO, L.R. Triacylglycerols and fatty acids. In: D'ABRAMO, L.R. et al. **Crustacean nutrition - Advances in world aquaculture 6**. Baton Rouge, EUA: WAS, 1997. Cap.4, p.71-84.
- DAVIS, D.A.; ARNOLD, C.R. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v.185, p.291-298, 2000.
- FORSTER, J. Aquaculture chickens, salmon: a case study. **World Aquaculture Magazine**, v.30, p.33-70, 1999.
- FRÓES, C.N. **Efeitos de dietas práticas com diferentes níveis de proteína na sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967)**. 2006. 32f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Curso de Pós-graduação em Aqüicultura, Fundação Universidade Federal do Rio Grande.
- GUILLAUME, J. Protein and amino acids. In: D'ABRAMO, L.R. et al. **Crustacean nutrition - Advances in world aquaculture 6**. Baton Rouge, EUA: WAS, 1997. Cap.2, p.26-50.
- ITO, K. et al. Substituição da proteína de origem animal pela de origem vegetal em dietas para o camarão rosa, *Penaeus paulensis*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9., 1996, Sete Lagoas, MG. **Anais...** Sete Lagoas, MG: ABRAQ, 1996. V.1, p.13.
- LEMOS, D. et al. Testing feeds and feed ingredients for juvenile pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: *in vitro* determination of protein digestibility and proteinase inhibition. **Aquaculture**, v.239, p.307-321, 2004.
- MARCHIORI, M.A. **Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967**. Rio Grande: FURG, 1996. 79p.
- MILLAMENA, O.M. et al. Quantitative dietary requirements of postlarval tiger shrimp, *Penaeus monodon*, for histidine, isoleucine, leucine, phenylalanine and tryptophan. **Aquaculture**, v.179, p.169-179, 1999.
- NAYLOR, R.L. et al. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, v.405, p.1017-1024, 2000.
- ODUM, E.P. **Fundamentals of ecology**. Philadelphia: Saunders, 1959. 546p.
- ROTHLISBERG, P.C. Aspects of penaeid biology and ecology of relevance to aquaculture: a review. **Aquaculture**, v.164, p.49-65, 1998.
- SADHANA, M.; NEELAKANTAN, B. Growth response of juvenile shrimp *Penaeus merguensis* (Eucarida, Crustacea) to feeds containing different protein sources. **Indian Journal of Marine Sciences**, v.26, p.180-185, 1997.
- SANTAMARÍA, E.L.; DE SANTAMARÍA, D. Evaluación de dietas experimentales a base de harina de soya y su efecto en el crecimiento do *Penaeus vannamei*. **Boletín Científico Informativo y Bibliográfico**, v.6, n.1, p.7-9, 1991.
- SHIAU, S. Nutrient requirements of penaeids. **Aquaculture**, v.164, p.77-93, 1998.
- SOARES, R. et al. Feeding rhythms and diets of *Farfantepenaeus paulensis* under pen culture in Patos Lagoon estuary, Brazil. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.333, p.167-176, 2005.
- SWICK, R. Soybean meal quality assessing the characteristics of a major aquatic feed ingredient. **Global Aquaculture Advocate**, v.5, p.46-49, 2002.
- TACON, A.G.J. **The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp - A training manual. The essential nutrients**. Brasília: FAO, 1987. 117p.
- UNESCO. **Chemical methods for use in marine environmental monitoring**. Paris: Intergovernmental Oceanographic Commission, 1983. 53p. (Manual and Guides 12).
- WASIELESKY, W.J. **Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: Efeitos de parâmetros ambientais e manejo de cultivo**. 2000. 199f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Curso de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande.