

## EFEITOS DE DIETAS PRÁTICAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NA SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DO CAMARÃO-ROSA *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967)

CHARLES N. FRÓES, MARCOS P. ABE, WILSON WASIELESKY JR., CARLOS PRENTICE-HERNÁNDEZ & RONALDO O. CAVALLI  
Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG; Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura  
Caixa Postal 474 – Rio Grande, RS – 96201-900 – E-mail: [Cavalli@mikrus.com.br](mailto:Cavalli@mikrus.com.br)

### RESUMO

O presente estudo avaliou a sobrevivência e o crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) alimentado com dietas práticas contendo diferentes níveis protéicos. Juvenis com peso médio inicial ( $\pm$  DP) de 0,23g ( $\pm$  0,08) foram cultivados durante 28 dias num sistema de recirculação de água marinha com 24 tanques de 40 litros. Cada unidade experimental foi povoada com 30 indivíduos. O delineamento experimental foi completamente ao acaso com seis tratamentos (dietas com 25, 30, 35, 40, 45 e 50% de proteína bruta) e quatro repetições. Os dados foram tratados com análise de variância (ANOVA) univariada e teste de Duncan, sendo que as diferenças foram consideradas significativas ao nível de 5%. Os resultados indicam que a dieta com 40% de proteína resultou na maior taxa de sobrevivência (média de 93,8%), embora esta não se diferencie significativamente das dietas com 30, 35 e 50% de proteína bruta (médias de sobrevivência de 91,1, 89,2 e 85,8%, respectivamente). A sobrevivência dos tratamentos com 25, 30, 35, 45 e 50% de proteína não diferiram estatisticamente entre si. Os camarões alimentados com 45% de proteína bruta apresentaram as maiores médias de peso final (0,87 g) e ganho de peso (0,62 g), porém não apresentando diferenças significativas da dieta com 50% de proteína, a qual, por sua vez, não se diferenciou significativamente dos tratamentos com 25, 30, 35 e 40% de proteína bruta, que apresentaram peso médio ( $\pm$  DP) final de 0,71g ( $\pm$  0,23), 0,71g ( $\pm$  0,18), 0,76g ( $\pm$  0,24) e 0,74g ( $\pm$  0,22), respectivamente. Os resultados indicam que os juvenis de camarão apresentaram melhor desempenho quando alimentados com dietas práticas contendo 45% de proteína bruta, sendo este o nível máximo recomendado quando *F. paulensis* na faixa de tamanho entre 0,2 e 0,9 g é cultivado sob condições intensivas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Proteína, nutrição, *Farfantepenaeus paulensis*, camarão.

### ABSTRACT

#### Effect of practical diets with different levels of crude protein on the survival and growth of the shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967)

The present study evaluated the survival and growth performance of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) fed practical diets containing increasing crude protein (CP) levels. Shrimp juveniles were reared for 28 days in a seawater recirculation system composed of 24 tanks filled with 40 liters. Each experimental unit was stocked with 30 juveniles with an initial mean weight ( $\pm$  SD) of 0.23g ( $\pm$  0.08). A completely randomized experimental design was applied with six dietary treatments (diets containing 25, 30, 35, 40, 45 and 50% crude protein) and four replicates. Data were submitted to one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's test. Differences were considered significant at 5%. Results indicate that a diet containing 40% CP resulted in a higher survival rate (mean of 93.8%), which, however, was not significantly different to the dietary treatments of 30, 35 and 50% CP (mean survival of 91.1, 89.2 and 85.8%, respectively). Survival in the dietary treatments of 25, 30, 35, 45 and 50% CP were not significantly different. Although shrimp fed the diet containing 45% CP presented the highest mean final weight (0.87 g) and weight gain (0.62 g), these were not significantly different to the shrimp fed the 50% CP diet, which, in turn, had no significant differences to the dietary treatments of 25, 30, 35 and 40% CP. Results indicate that shrimp juveniles presented a superior performance when fed practical diets containing 45% crude protein, hence this protein level is recommended when *F. paulensis* ranging in size between 0.2–0.9 g are maintained under intensive rearing conditions.

**KEY WORDS:** protein, nutrition, *Farfantepenaeus paulensis*, shrimp.

## INTRODUÇÃO

A aqüicultura destaca-se como uma das atividades de produção de alimentos que mais cresce no mundo, sendo considerada uma importante fonte de recurso alimentar e geração de empregos (FAO, 2004). Acredita-se que a aqüicultura continuará tendo um grande potencial de desenvolvimento em muitas regiões, tendo em vista a grande variedade de espécies nativas ainda não estudadas (FAO, 2004).

Neste contexto, o camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), que se distribui ao longo da plataforma continental a partir de Ilhéus (Bahia) até Mar del Plata, Argentina (D'Incao *et al.*, 2002), é um dos principais recursos pesqueiros do Rio Grande do Sul (D'Incao & Reis, 2002). Por apresentar tolerância a temperaturas relativamente baixas, provocadas por frentes frias comuns na região, esta espécie é considerada promissora para o cultivo no sul do Brasil (Peixoto *et al.*, 2003).

Para que o cultivo comercial de *F. paulensis* se torne realidade é necessário o desenvolvimento da tecnologia de reprodução e produção de pós-larvas, assim como a determinação das necessidades nutricionais desta espécie (Soares, 2004). Dentro destas áreas, a que se encontra com maior carência de estudos é a dos

aspectos relacionados às exigências nutricionais.

O maior custo na produção de camarão é a alimentação, chegando a representar de 50% a 70% das despesas de uma fazenda de cultivo (Tacon, 1987; Lim *et al.*, 1997; Akiyama *et al.*, 1991; Shiau, 1998; Martínez-Cordova *et al.*, 2003). Apesar de ser o componente mais caro na fabricação de uma ração (Farmanfarmain & Lauterio, 1980; Martínez-Cordova *et al.*, 2003), as proteínas são um dos mais importantes constituintes na dieta dos crustáceos (Tacon, 1987; Cortés-Jacinto, *et al.*, 2003), pois são essenciais para a manutenção das funções vitais, crescimento e reprodução (Guillaume, 1997). Sendo assim, sua utilização está diretamente relacionada com o custo de produção, tornando-se um fator decisivo na viabilidade econômica dos cultivos (Hari & Kurup, 2003).

Vários autores indicam que o nível ótimo de proteína para camarões peneídeos estaria numa faixa entre 30 e 57% (Rodrigues, 1985; Guillaume, 1997; Shiau, 1998). No entanto este nível varia de acordo com as condições de cultivo, espécie cultivada, estágio de vida e fatores abióticos como temperatura (Farmanfarmain & Lauterio, 1980) e salinidade (Diaz, 1995).

Ao estudar as exigências de proteína e energia bruta para juvenis de *F. paulensis*, Diaz (1995) observou que os melhores resultados de sobrevivência e crescimento foram obtidos com 24% de proteína bruta e 3200Kcal/Kg. Este autor ainda afirma que dietas com 35% e 45% de proteína bruta e 3200Kcal/Kg obtiveram resultados inferiores, pois possivelmente o camarão tenha convertido a proteína em energia para satisfazer suas necessidades de energia. Rodrigues (1985) descreveu que 45,54% de proteína proporcionou o melhor ganho de peso para *F. paulensis*. Marchiori *et al.* (1982) testaram dietas para *F. paulensis* com níveis protéicos de 25,6%, 26%, 31,9% e 41,1% e verificaram um melhor crescimento com 31,9% de proteína. Porém, estes estudos utilizaram dietas com diversas fontes protéicas, tanto de origem animal como vegetal, as quais não obtinham a mesma percentagem para os diferentes níveis. Cavalli *et al.* (2004) testaram dietas com diferentes fontes de proteína marinha, como farinha de peixe, farinha de mexilhão e farinha de lula e encontraram que *F. paulensis* alimentado com a dieta contendo farinha de peixe como principal fonte protéica, resultou no menor ganho de peso instantâneo, enquanto uma dieta com 40% de farinha de peixe, 30% de farinha de lula e 30% de farinha de mexilhão proporcionou o maior peso final e biomassa.

Os estudos realizados até o momento ainda não definiram com exatidão o nível de proteína bruta para *F. paulensis*. Em vista disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as taxas de sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *F. paulensis* alimentado com dietas práticas contendo diferentes níveis de proteína bruta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Marinha de Aquicultura Prof. Marcos Alberto Marchiori (EMA), do Departamento de Oceanografia da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS. O período experimental teve uma duração de 28 dias.

A confecção das dietas e as análises das concentrações de proteína bruta, lipídios totais, cinzas, e umidade dos ingredientes utilizados e das dietas experimentais foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Química, FURG.

Os juvenis de *F. paulensis* foram obtidos através do processo de larvicultura realizado na EMA, onde é empregada uma metodologia baseada em Marchiori (1996). Utilizaram-se camarões juvenis com peso médio inicial de 0,23g ( $\pm$  0,08). Os animais foram mantidos em um tanque circular com capacidade de 9.000 litros até o início do experimento, e foram alimentados com a ração comercial Vannamar 35, da Agribands Purina do Brasil Ltda. Segundo o fabricante, esta era composta por proteína bruta (> 35%), extrato etéreo (>3,0%), umidade (< 13,0%), fibra bruta (< 6,0%), cinzas (< 13,0%), cálcio (< 3,0%) e fósforo (> 0,7%).

### Unidades experimentais e condições ambientais

Para a realização do experimento foi utilizado um sistema de recirculação de água marinha. Este sistema

contém 24 tanques com capacidade de 80 litros (sendo utilizado 40 litros de volume útil), os quais possuem uma saída de água, por gravidade, para uma calha que a direciona até um filtro biológico com volume de 200 litros. Após a filtragem, a água é transferida, também por gravidade, para um reservatório e então, bombeada novamente para os tanques numa vazão de 1,2 L/min por unidade experimental.

A aeração e a manutenção da temperatura da água foram feitas no filtro biológico e no reservatório através de mangueiras com pedra porosa e aquecedores elétricos equipados com termostato, respectivamente. Foi mantido um fotoperíodo de 14 horas de luz diárias.

### Análises físico-químicas

As determinações de temperatura, salinidade, pH e oxigênio foram realizadas diariamente às 9:00 horas da manhã, através de termômetro de mercúrio, refratômetro óptico (Atago), pH-metro (modelo DMpH-1, Digimed) e oxímetro (modelo Handylab OXI/SET, Schott), respectivamente. As medições eram feitas unicamente no reservatório de água. As concentrações de amônia total e nitrito foram medidas uma vez por semana. A amônia foi determinada por UNESCO (1983) e o nitrito pelo método de Bendschneider & Robinson (1952). As coletas de água para análises também foram feitas no reservatório.

### Delineamento experimental

O delineamento foi casualizado com seis dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta: 25, 30, 35, 40, 45 e 50%. Cada tratamento teve quatro repetições, num total de 24 unidades experimentais.

### Elaboração das dietas

A composição bromatológica dos ingredientes utilizados para formulação das dietas e das dietas experimentais estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. As análises de umidade percentual, cinzas e proteína bruta foram feitas de acordo com AOAC (1984). Os lipídeos totais foram determinados pelo método proposto por Folch *et al.* (1957). A quantidade de energia bruta e as concentrações de fibra bruta, cálcio e fósforo dos ingredientes foram baseadas nos dados apresentados por Tacon (1987). O teor de carboidratos foi estimado por diferença.

Para a obtenção dos níveis protéicos desejados nas dietas experimentais foram utilizadas diferentes combinações de farinha de peixe, farelo de soja e gelatina, tendo-se, porém, o cuidado para que aproximadamente 50% da proteína presente nas diferentes dietas se originassem da farinha de peixe (Tabela 3). Como principal fonte de carboidrato empregou-se a farinha de trigo. As fontes de lipídeos foram os óleos de peixe e soja. Os demais ingredientes foram adicionados para atender as necessidades nutricionais dos camarões peneídeos, mantendo constante seu percentual de participação nas diferentes dietas. Neste sentido, a relação proteína bruta: energia bruta foi delineada para variar entre 80 e 120 mgPB/Kcal, a fim de respeitar os níveis estimados para todas as espécies de camarões peneídeos estudadas até o momento (Cuzon & Guillaume, 1997). A tabela 3 apresenta as percentagens dos ingredientes, incluindo vitaminas e minerais, utilizados na confecção das diferentes dietas.

TABELA 1 – Composição bromatológica (% da matéria seca) e umidade dos principais ingredientes utilizados nas dietas experimentais com diferentes níveis de proteína fornecidas ao camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* durante 28 dias.

Ingredientes	PB (%)	EB (cal/g)	EE (%)	FB (%)	CHO (%)	Cinzas (%)	Ca (%)	P (%)
Farinha de peixe	63,3	3997,1	11,06	0,90	0,80	14,89	7,17	3,80
Farelo de soja	45,3	4137,4	2,00	3,00	30,90	5,34	0,22	0,63
Gelatina	95,7	5640,0	0,73	-	2,50	0,62	0,55	-
Farinha de trigo	11,7	3852,5	1,20	1,30	73,30	0,50	0,03	0,18
Óleo de peixe	-	7952,0	99,40	-	-	-	-	-
Óleo de soja	-	7960,0	99,50	-	-	-	-	-
Colesterol	-	7960,0	99,50	-	-	-	-	-

PB = Proteína bruta; EB = Energia bruta; EE = Extrato etéreo; FB = Fibra bruta; CHO = Carboidrato; Ca = Cálcio; P = Fósforo.

TABELA 2 – Composição bromatológica (% da matéria seca) das dietas experimentais com diferentes níveis de proteína bruta (25, 30, 35, 40, 45 e 50%) fornecidas ao camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* durante 28 dias.

	Dietas experimentais					
	25	30	35	40	45	50
Proteína bruta	25,04	29,57	34,57	39,62	44,54	49,47
Extrato etéreo	8,16	9,01	7,77	7,55	7,80	7,30
Fibra bruta	0,72	0,93	0,82	1,01	1,01	1,14
Carboidrato	44,64	36,81	30,35	24,35	16,46	11,16
Cinzas	21,44	23,68	26,49	26,95	30,19	30,93
Cálcio	1,48	1,71	2,09	2,39	2,96	2,99
Fósforo	0,87	1,03	1,18	1,37	1,51	1,68
Relação P:E*	128,8	120,6	100,4	97,0	92,8	84,9
Umidade	7,72	7,83	5,90	5,74	8,12	6,98

\* Relação entre proteína bruta e energia bruta (mgPB/Kcal).

TABELA 3 – Proporção (% da matéria seca) dos ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais com diferentes níveis protéicos (25, 30, 35, 40, 45 e 50% de proteína bruta) fornecidas ao camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*.

Ingredientes (%)	Dietas experimentais					
	25	30	35	40	45	50
Farinha de peixe	19,5	25,0	29,0	33,0	36,0	40,0
Farelo de soja	13,5	18,0	20,0	22,0	10,0	8,0
Gelatina	2,0	2,0	5,5	8,0	18,0	21,5
Farinha de trigo	41,0	31,0	20,0	12,0	7,0	2,0
Óleo de peixe	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,0
Óleo de soja	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5
Lecitina de soja	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Colesterol	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vitamina C <sup>1</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Astaxantina	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pré-mix vitamínico e mineral <sup>2</sup>	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
BHT <sup>3</sup>	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
BHA <sup>4</sup>	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Enchimento (Areia)	15,97	16,47	18,47	18,47	22,67	22,97

<sup>1</sup> L-ascorbil-2-monofosfato;

<sup>2</sup> Vitaminas: Biotina (1 mg), 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 acetato de retinol (35 mg).

Mineral: Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (5 g) e KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (5 g);

<sup>3</sup> Butil hidroxituloeno;

<sup>4</sup> Hidroxianisol butilado.

As dietas experimentais foram confeccionadas através da mistura manual dos ingredientes secos. Em seguida foram adicionados os óleos e água quente (aproximadamente 85°C), mantendo a mistura manual até formar uma liga consistente e homogênea, caracterizada pela não aderência às paredes do recipiente onde foram preparadas. Logo após, a massa foi processada em uma máquina de moer carne (modelo Müller) para a formação dos pellets, e então depositada em uma bandeja de aço inox. A secagem foi realizada em um secador de escorrimento paralelo com fluxo de ar forçado a 60°C por 24 horas. Após a secagem as dietas foram armazenadas em potes plásticos e mantidas a -20 °C até sua utilização.

### Manejo experimental

Em cada um dos 24 tanques experimentais foram estocados 30 indivíduos (150 camarões/m<sup>2</sup>), os quais eram alimentados duas vezes ao dia (às 10 e 18 horas) durante 28 dias. As dietas experimentais foram maceradas com auxílio de gral e pistilo a fim de se obter partículas com um tamanho aproximado entre 2 e 4 mm.

As dietas experimentais foram fornecidas, inicialmente, numa taxa de 10% da biomassa de camarões de cada tanque, sendo este valor ajustado de acordo com o consumo. Todas as unidades experimentais foram sifonadas diariamente para a remoção de fezes, alimento não-consumido e exúvias. A água perdida neste

procedimento (aproximadamente 10% do total do sistema) era repostada com uma mistura de água doce da rede urbana (previamente aerada para retirada do cloro) e água marinha, em diferentes proporções, a fim de manter a salinidade entre 25 e 30. Todos os camarões mortos foram removidos.

### Parâmetros analisados

No início do experimento, 50 camarões selecionados ao acaso foram secos com papel toalha e pesados individualmente, para serem usados como referência. Após o início do experimento, 15 indivíduos da população de cada unidade experimental foram pesados aos 14 dias. Após a pesagem os camarões foram devolvidos ao tanque de origem.

O ganho de peso dos camarões de cada unidade experimental obteve-se pela seguinte fórmula: Ganho de peso = peso médio final – peso médio inicial.

A taxa de crescimento instantâneo (G) calculou-se, para cada unidade experimental, de acordo com Bagenal (1978), utilizando a fórmula  $G = (\ln W_f - \ln W_i) \times 100 / \Delta T$ , onde  $W_f$  representa o peso final,  $W_i$  o peso inicial e  $\Delta T$  o tempo de duração do experimento.

A análise de sobrevivência efetuou-se através da contagem do número de camarões, por tanque, no início e no final do experimento.

### Análise dos dados

Os dados foram tratados com análise de variância (ANOVA) univariada e, posteriormente, com teste de Duncan. As diferenças foram consideradas significativas ao nível de 5%. Os resultados são apresentados como média e desvio padrão ( $\pm$  DP).

## RESULTADOS

A tabela 4 apresenta os valores médios, mínimos e máximos das variáveis físico-químicas durante o período experimental. Os valores médios de temperatura e salinidade da água foram  $26,1^\circ\text{C}$  ( $\pm 0,6$ ) e  $27,4$  ( $\pm 1,2$ ), respectivamente. O oxigênio dissolvido manteve uma média de  $7,1$  mg/l ( $\pm 0,47$ ), sendo que o valor mínimo registrado foi de  $5,2$  mg/l. O pH apresentou uma média de  $7,5$  ( $\pm 0,24$ ), com valores mínimos e máximos de  $7,2$  e  $7,8$ , respectivamente. As concentrações máximas de amônia total e nitrito durante o experimento foram  $0,13$  mg/L N-AT e  $0,08$  mg/L N-NO<sub>2</sub>, respectivamente.

TABELA 4 – Valores médios ( $\pm$  DP), mínimos e máximos das variáveis físico-químicas registradas durante o período experimental.

	Média $\pm$ DP	Mínimo	Máximo
Temperatura da água ( $^\circ\text{C}$ )	$26,1 \pm 0,6$	25,0	27,2
Salinidade	$27,4 \pm 1,2$	25	30
Oxigênio dissolvido (mg/l)	$7,1 \pm 0,5$	5,2	7,7
pH	$7,5 \pm 0,2$	7,2	7,8
Amônia (mg/l N-AT)	$0,10 \pm 0,02$	0,08	0,13
Nitrito (mg/l N-NO <sub>2</sub> )	$0,03 \pm 0,02$	0,02	0,08

A dieta com 40% de proteína resultou na maior sobrevivência, com uma média de  $93,8\%$  ( $\pm 5,47$ ) (Tabela 5), não apresentando, porém, diferença significativa das dietas de 50, 30 e 35%, as quais resultaram em médias de  $91,1\%$  ( $\pm 5,76$ ),  $89,2\%$  ( $\pm 6,3$ ) e  $85,8\%$  ( $\pm 6,34$ ) respectivamente. A menor sobrevivência,  $81,62\%$  ( $\pm 7,95$ ), ocorreu no tratamento com 25% de proteína, não mostrando diferença significativa da dieta de 45% de proteína, com média de  $83,3\%$  ( $\pm 2,7$ ). Os tratamentos com 25, 30, 35, 45 e 50% de proteína não diferiram estatisticamente entre si.

O peso inicial dos camarões foi de  $0,23\text{g}$  ( $\pm 0,08$ ). Ao final dos 28 dias de experimento, o peso médio final

dos camarões alimentados com as dietas de 25, 30, 35, 40, 45, e 50% de proteína foi de 0,71g ( $\pm$  0,23), 0,71g ( $\pm$ 0,18), 0,76g ( $\pm$ 0,24), 0,74g ( $\pm$ 0,22), 0,87g ( $\pm$ 0,26) e 0,81g ( $\pm$ 0,23), respectivamente (Tabela 5). Os tratamentos de 25, 30, 35, 40 e 50% de proteína não apresentaram diferença significativa entre si. A dieta de 45% não obteve diferença significativa da dieta de 50%, no entanto diferenciou-se dos demais tratamentos.

Na tabela 5 e figura 1 são apresentados os valores médios do ganho de peso durante 28 dias. Os menores ganhos de peso médio foram alcançados pelos camarões alimentados com as dietas de 25, 30, 35 e 40% de proteína bruta, as quais não diferiram significativamente da dieta com 50% de proteína. A dieta com 45% de proteína foi a que apresentou ganho de peso significativamente maior, com uma média de 0,62g ( $\pm$  0,26). Entretanto, esta dieta não apresentou diferença significativa em relação à de 50% de proteína.

Os valores médios da taxa de crescimento instantâneo (G) também estão apresentados na tabela 5. A análise estatística indicou que G não diferenciou significativamente entre os tratamentos.

TABELA 5 – Valores médios ( $\pm$  DP) de sobrevivência (%), peso final (g), ganho de peso (g) e taxa de crescimento instantâneo (G, %/dia) do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* alimentado com dietas experimentais de diferentes níveis protéicos (25, 30, 35, 40, 45 e 50%) durante 28 dias. Letras sobrescritas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Dieta	Sobrevivência	Peso final	Ganho de peso	G
25	81,62 <sup>a</sup> ( $\pm$ 7,95)	0,71 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,23)	0,49 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,23)	4,18 ( $\pm$ 0,68)
30	89,20 <sup>ab</sup> ( $\pm$ 6,30)	0,71 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,18)	0,49 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,18)	4,09 ( $\pm$ 0,37)
35	85,80 <sup>ab</sup> ( $\pm$ 6,34)	0,76 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,24)	0,53 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,24)	4,23 ( $\pm$ 0,39)
40	93,80 <sup>b</sup> ( $\pm$ 5,47)	0,74 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,22)	0,51 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0,22)	4,29 ( $\pm$ 0,16)
45	83,30 <sup>a</sup> ( $\pm$ 2,70)	0,87 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0,26)	0,62 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0,26)	4,37 ( $\pm$ 0,44)
50	91,60 <sup>ab</sup> ( $\pm$ 5,76)	0,81 <sup>ab</sup> ( $\pm$ 0,23)	0,58 <sup>ab</sup> ( $\pm$ 0,23)	4,66 ( $\pm$ 0,23)

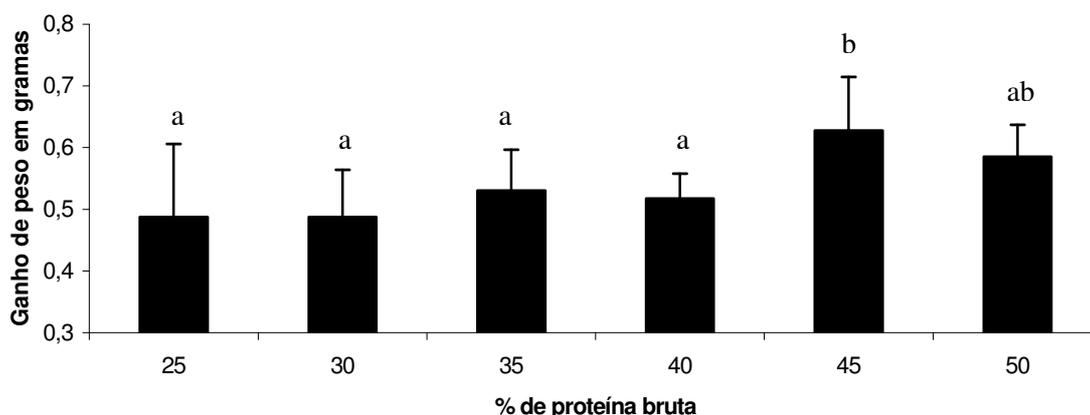


FIGURA 1 – Ganho médio ( $\pm$  DP) de peso (g) de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* alimentado com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta (25, 30, 35, 40, 45 e 50%) durante 28 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

A análise das variáveis físico-químicas da qualidade de água registradas durante o experimento indica que as condições ambientais provavelmente não interferiram na sobrevivência e crescimento de *F. paulensis*. O valor médio de oxigênio dissolvido foi de 7,1 mg/l, sendo que a concentração mínima observada foi 5,2 mg/l. Segundo Poersch & Machiori (1992), somente uma concentração de oxigênio dissolvido abaixo de 2,1 mg/l seria letal para 50% de uma população de juvenis de *F. paulensis*. Portanto, é bastante improvável que este parâmetro tenha afetado a sobrevivência e o crescimento dos camarões no presente estudo. O valor médio do pH ao longo do experimento foi de 7,5. Como Santos & Marchiori (1992) relataram que um pH igual a 8 proporcionou uma alta

taxa de sobrevivência de pós-larvas do *F. paulensis*, este parâmetro provavelmente também não deve ter afetado significativamente o desempenho dos camarões. Com relação à temperatura, Tsuzuki *et al.* (2000) observaram maiores taxas de sobrevivência de pós-larvas de *F. paulensis* mantidas em 25°C, o que está de acordo com a média observada no presente estudo, que foi de 26,1°C. Quanto à amônia, uma concentração média de 0,13mg/l de N-AT provavelmente não oferece riscos à *F. paulensis*, visto que Wasielesky *et al.* (1994) sugerem um nível de segurança de até 1mg/l N-AT. O mesmo procede para as concentrações de nitrito, que neste estudo apresentou média de 0,03 mg/l de N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, abaixo do nível de segurança de 0,09 mg/l proposto por Ostrensky & Poersch (1992).

Outro indicativo de que as condições ambientais do presente estudo favoreceram o desenvolvimento dos camarões foram as altas taxas de sobrevivência observadas em todos os tratamentos. Vale salientar, porém, que os camarões alimentados com a dieta com 25% de proteína tiveram um crescimento que não diferenciou significativamente das dietas com 30, 35, 40 e 50% de proteína. O bom desempenho dos camarões alimentados com uma dieta contendo apenas 25% de proteína pode ser parcialmente explicado pela relativa mortalidade observada neste tratamento, pois, apesar dos camarões mortos terem sido retirados diariamente, foram observados vestígios de canibalismo logo após a morte de alguns indivíduos, notadamente neste tratamento. Assim, os animais mortos podem ter sido uma fonte extra de proteína.

Em um estudo com *F. brasiliensis*, espécie filogeneticamente próxima a *F. paulensis*, Liao *et al.* (1986) relatam que uma dieta com 18% de proteína resultou em uma sobrevivência de apenas 20%, sendo que as taxas de sobrevivência nos tratamentos com dietas contendo maiores níveis protéicos ficaram entre 78 e 97% .

No presente estudo, as médias de peso final, ganho de peso e crescimento instantâneo foram mais altas nos camarões alimentados com a dieta de 45% de proteína, porém não apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento com 50% de proteína. Esta dieta, por sua vez, não apresentou diferença estatística entre os demais tratamentos. Sendo assim, concluí-se que os melhores resultados foram obtidos com a dieta com 45% de proteína bruta. Estes resultados podem ser comparados com os de Liao *et al.* (1986), que observaram que uma dieta com 54% de proteína resultou no maior crescimento de juvenis de *F. brasiliensis* com peso médio de 0,9g. No entanto, uma exigência de 45% de proteína bruta pode ser considerada alta se comparada com outras espécies de peneídeos, como *L. vannamei*, que apresenta boas taxas de crescimento com dietas contendo entre 30 e 36% de proteína bruta (Shiau, 1998; Kureshy & Davis, 2002). Barbieri & Ostrensky (2002) afirmam que *L. vannamei* apresenta um bom crescimento com dietas contendo a partir de 30% de proteína. Por outro lado, estes autores consideram *F. paulensis* como sendo uma espécie com hábito alimentar acentuadamente carnívoro, necessitando de alimentos com mais de 50% de proteína bruta em sua dieta.

Esta necessidade relativamente alta de proteína por parte de *F. paulensis* pode ser explicada pelo seu hábito alimentar. Albertoni *et al.* (2003) estudaram a dieta natural de *F. paulensis* na lagoa costeira de Imboassica, localizada no estado do Rio de Janeiro, e concluíram que 99,13% do volume do conteúdo estomacal era formado por insetos (Chironomidae em sua maioria), moluscos (principalmente *Heleobia australis*) e anelídeos (poliquetas em sua totalidade). Estes autores classificaram o hábito alimentar de *F. paulensis* como omnívoro oportunista, porém o grande volume de fauna encontrada no conteúdo estomacal indica que esta espécie apresenta uma tendência carnívora, o que ajuda a explicar o melhor crescimento dos camarões alimentados com a dieta de 45% de proteína.

Por sua vez, ao estudar a dieta de *F. paulensis* cultivado em cercados no estuário da Lagoa dos Patos, Soares *et al.* (2005) relataram que, apesar do fornecimento de uma dieta comercial, o alimento natural compõe a maior parte do conteúdo estomacal destes camarões, sendo que os autores identificaram poliquetas e crustáceos como as principais presas. Este resultado pode indicar que *F. paulensis*, quando cultivado e com acesso ao alimento natural, pode alcançar o máximo crescimento, mesmo com uma dieta comercial de nível protéico inferior a 45%. Isto provavelmente ocorre pelo fato de que poliquetas, crustáceos e outros organismos da fauna bentônica são considerados excelentes fontes de proteína para camarões peneídeos. Este fato é reforçado pelos resultados de Alava & Lim (1983), que, estudando as exigências de proteína de juvenis de *Penaeus monodon* em condições

similares ao presente estudo, ou seja, sem a presença de alimento natural, encontraram que uma dieta com 40% de proteína resultou nas melhores taxas de crescimento e conversão alimentar. No entanto, Burford *et al.* (2004) narram que, ao testarem dietas com diferentes níveis protéicos para *P. monodon* criado em tanques externos, obtiveram resultados de ganho de peso sem diferenças significativas para dietas com 30% e 40% de proteína bruta.

Além das condições do cultivo, que podem permitir ou não o acesso à alimentos naturais, as exigências de proteína de camarões peneídeos também podem variar de acordo com o tamanho. Segundo Chen (1993), o nível ótimo de proteína para os camarões está correlacionado com as atividades das enzimas proteolíticas, sendo que a idade e o ciclo de vida dos camarões são importantes fatores que influenciam a atividade destas enzimas. Como discutido anteriormente, Liao *et al.* (1986) determinaram que uma dieta com 54% de proteína resultou no máximo crescimento para juvenis de *F. brasiliensis* com 0,9g, enquanto que para camarões com peso médio de 7,8g o nível ótimo de proteína encontrado foi 45%. Ao estudarem o camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii*, Millikin *et al.* (1980) também observaram um decréscimo na exigência de proteína de acordo com o tamanho dos indivíduos. Nas dez primeiras semanas as dietas com 40 e 49% de proteína apresentaram os maiores ganhos de peso, mas, depois da 14ª semana, uma dieta com 40% de proteína resultou nas melhores taxas de crescimento. Estes autores atribuem esta variação ao catabolismo das proteínas, que aumenta de acordo com o tamanho dos camarões. Desta forma, é provável que as exigências de proteína de *F. paulensis* também diminuam em animais maiores, uma vez que o presente estudo utilizou camarões na faixa de peso entre 0,23 e 0,87g.

Apesar do desempenho dos animais alimentados com a dieta com 50% de proteína bruta não se diferenciar estatisticamente dos camarões alimentados com 45% de proteína, pode-se observar uma tendência de decréscimo nas médias de peso final, ganho de peso e taxa de crescimento instantâneo. Millamena *et al.* (1999), ao estudarem as exigências de aminoácidos em *P. monodon*, relataram que altos níveis do aminoácido histidina causaram toxicidade, provocando necrose nas células epiteliais do hepatopâncreas e inibindo seu crescimento. Estes autores relatam ainda que as exigências de isoleucina e leucina foram mais baixas que a percentagem presente no tecido muscular dos camarões. Millamena *et al.* (1998) analisaram o tecido muscular de *P. monodon* e encontraram que os aminoácidos lisina e arginina apresentavam proporções mais altas que os demais, sendo, portanto, considerados limitantes para *P. monodon* e a maioria dos peneídeos. Portanto, fica claro que a utilização de fontes protéicas com um perfil de aminoácidos adequado torna-se indispensável para se obter boas taxas crescimento de uma determinada espécie. Neste sentido, cabe salientar os resultados de Cavalli *et al.* (2004), que, ao compararem cinco dietas isoprotéicas com diferentes fontes de proteína (farinhas de peixe, lula, mexilhão e duas dietas compostas pela mistura destes três ingredientes em diferentes proporções), obtiveram maiores ganho de peso e biomassa final com a dieta com 40% de farinha de peixe, 30% farinha de lula e 30% de farinha de mexilhão. Por outro lado, o tratamento que apresentou os menores peso final e biomassa foi o da dieta com 100% de farinha de peixe. Santos (2003), testando alimentos alternativos e uma ração comercial com 35% de proteína bruta em juvenis de *F. paulensis*, obteve maiores taxas de crescimento com as dietas de cefalotórax de camarão (*Artemesia longinaris* e *Pleoticus muelleri*) e tórax de siri (*Callinectes sapidus*), quando comparadas aos camarões alimentados com uma ração comercial, músculo de peixe-espada (*Trichiurus lepturus*) e músculo da cabeça de corvina (*Micropogonias furnieri*). Assim, outro fator que pode afetar a exigência de proteína para *F. paulensis* é a qualidade dos ingredientes utilizados como fonte protéica.

No presente estudo, optou-se pela utilização da farinha de peixe como principal fonte protéica, pois este é o ingrediente mais utilizado na fabricação das dietas comerciais para camarões e peixes no mercado brasileiro. A farinha de peixe utilizada no presente estudo, com 63,3% de proteína e um teor de cinzas de 14,89%, pode ser considerada de baixa qualidade. Cho *et al.* (1985) recomendam que uma farinha de peixe de boa qualidade deveria conter, no mínimo, 68% de proteína bruta e um teor de cinzas menor que 13%. Segundo Lemos *et al.* (2004), outro fator que pode alterar a qualidade da farinha de peixe é o calor excessivo durante a fabricação, o que pode diminuir substancialmente a digestibilidade deste ingrediente.

Nas condições do presente estudo, pode-se concluir que dietas práticas contendo 45% de proteína bruta

são recomendadas para o cultivo de juvenis do camarão-rosa *F. paulensis*. No entanto, estudos realizados sob diferentes condições ambientais e utilizando diferentes sistemas de cultivo podem indicar níveis protéicos mais adequados, tanto dos pontos de vista produtivo como econômico e ambiental. Além disto, torna-se importante o conhecimento das exigências de proteína e aminoácidos essenciais do *F. paulensis* em relação as diferentes fases de crescimento, a fim de fornecer informações mais precisas que permitam a confecção de dietas comerciais.

## AGRADECIMENTOS

C.N. Fróes e M.P. Abe agradecem à CAPES pelas bolsas de mestrado. R.O. Cavalli e W. Wasielesky são pesquisadores do CNPq.

## LITERATURA CITADA

- AKIYAMA, DM, WG DOMINY & AL LAWRENCE. 1991. Penaeid shrimp nutrition for commercial feed industry. In: PROCEEDINGS OF THE AQUACULTURE FEED PROCESSING AND NUTRITION WORKSHOP. American Soybean Association. Singapore. 1991. p. 80-98.
- ALAVA, R & C LIM. 1983. The quantitative dietary requirements of *Penaeus monodon* juveniles in controlled environment. *Aquaculture*, 30: 53-61.
- ALBERTONI, EF, CP SILVA & F ESTEVES. 2003. Natural diet of three species of shrimp in a tropical coastal lagoon. *Braz. Arch. Biol. Tec.*, 46: 395-403.
- AOAC. 1984. Official methods of analysis. Arlington. Washington, Association of Official Analytical Chemists. 1141p.
- BAGENAL, TB. 1978. Methods of fish production in fresh waters. Oxford, Blackwell Science. 365p.
- BARBIERI, RC & A. OSTRENSKY. 2002. Camarões marinhos – engorda. Viçosa, Aprenda Fácil. 370p.
- BENDSCHNEIDER, K & RJ ROBINSON. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in seawater. *J. Mar. Res.*, 11: 87-96.
- BURFORD, MA, DM SMITH, SJ TARBRETT, FE COMAN, PJ THOMPSON, MC BARLLAY & PJ TOSCAS. 2004. The effect of dietary protein on the growth and survival of the shrimp *Penaeus monodon* in outdoor tanks. *Aquac. Nutr.*, 10: 15-23.
- CAVALLI, RO, WJ WASIELESKY, S PEIXOTO, L POERSCH & PC ABREU. 2004. Estado atual do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*. Anais. I Congresso da Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática. Vitória, 464p.
- CAVALLI, RO, S ZIMMERMANN & RC SPECK. 2004. Growth and feed utilization of the shrimp *Farfantepenaeus paulensis* fed diets containing different marine protein sources. *Ciê. Rur.*, 34: 891-896.
- CHEN, HY. 1993. Recent advances in nutrition of *Penaeus monodon*. *J. Worl. Aquac. Soc.*, 24: 231-240.
- CHO, CY, CB COWEY & T WATANABE. 1985. Fish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development. Ottawa, IDRC. 154p.
- CORTÉS-JACINTO, E, H VILLARREAL-COLMENARES, R CIVERA-CERECEDO & R MARTÍNEZ-CORDOVA. 2003. Effect of dietary protein level on growth and survival of juvenile freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae). *Aquac. Nut.*, 9: 207-213.
- CUZON, G. & J GUILLAUME. 1997. Energy and Protein: Energy ratio. In: D'ABRAMO, LR, DE CONKLIN, & MD AKIYAMA (ed). Crustacean Nutrition. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Chap. 6: 51-70.
- DIAZ, ROR, 1995. Exigências de proteína e energia bruta para juvenis de *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) submetidos a diferentes salinidades. Florianópolis, Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, 56p.
- D'INCAO, F & EG REIS. 2002. Community-based management and technical advice in Patos Lagoon estuary (Brazil). *Oc. & Coast. Manag.*, 45: 531-539.
- D'INCAO, F, H VALENTINI & LF RODRIGUES. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica*, 20: 103-116.
- FAO, 2004. El estado mundial de la pesca y acuicultura. Disponível na internet em: <http://www.fao.org>.
- FARMANFARMAIN, A & T LAUTERIO. 1980. Amino acid composition of the tail muscle of *Macrobrachium rosenbergii* - comparison to amino acid patterns of supplemented commercial feed pellets. *Proc. Worl. Mar. Soc.*, 11: 454-462.
- FOLCH, J, M LEES & GHS STANLEY, 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 266: 497-509.
- GUILLAUME, J. 1997. Protein and amino acids. In: D'ABRAMO, LR, DE CONKLIN, & MD AKIYAMA (ed). Crustacean Nutrition. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Chap. 2: 26-50.
- HARI, B & B M KURUP. 2003. Comparative evaluation of dietary protein levels and plant-animal protein ratios in *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquac. Nut.*, 9: 131-137.
- KURESHY, N & AD DAVIS. 2002. Protein requirements for maintenance and maximum weight gain for the pacific white shrimp, *Litopenaeus*

- vannamei*. *Aquaculture*, 204: 125-142.
- LEMONS, D, A NAVARRETE DEL TORO, JH CÓRDOVA-MURUETA & F GARCIA-CARREÑO. 2004. Testing feed and feeding ingredients for juvenile pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: *in vitro* determination of protein digestibility and proteinase inhibition. *Aquaculture*, 239: 307-321.
- LIAO, C, B HER & D LEE. 1986. Preliminary study on the protein requirement of *Penaeus brasiliensis*. *Res. Dev. Aqu. An. Feed Taiwan*, 1: 59-68.
- LIM, C, RM BEAMES, JG EALES, AF PRENDERGAST, JM MCEESE, KD SHEARER & DA HIGGS. 1997. Nutritive values of low and high fibre canola meals for shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquac. Nut.*, 3: 269-279.
- MARCHIORI, MA, CV MAGALHÃES FILHO, JS YUNES & JA LEVY. 1982. Estudos sobre a alimentação artificial do camarão rosa *Penaeus paulensis*. *Atlântica*, 5: 43-48.
- MARCHIORI, MA. 1996. Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. Rio Grande, Editora da FURG. 79p.
- MARTINEZ-CORDOVA, LR, A CAMPAÑA-TORRES & MA PROCHAS-CORNEJO. 2003. Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in microcosms. *Aquac. Nut.*, 9: 155-160.
- MILLAMENA, MO, MB TERUEL, A KANAZAWA & S TESHIMA. 1999. Quantitative requirements of postlarval tiger shrimps *Penaeus monodon* for histidine, isoleucine, leucine, phenylalanine and tryptophan. *Aquaculture*, 179: 169-179.
- MILLAMENA, MO, MB TERUEL, OS REYES & A KANAZAWA. 1998. Requirements of juvenile marine shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius) for lysine and arginine. *Aquaculture*, 164: 95-104.
- MILLIKIN, MR, AR FORTNER, PH FAIR & LV SICK. 1980. Influence of dietary protein concentration on growth, feed conversion and general metabolism of juvenile prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *Proc. Worl. Mar. Soc.*, 8: 382-391.
- OSTRENSKY, A & LH POERSCH. 1992. Toxicidade aguda do nitrito na larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. *Nerítica*, 7: 101-107.
- PEIXOTO, S, W WASIELESKY & L LOUZADA. 2003. Comparative analysis of pink shrimp, *Farfantepenaeus paulensis*, and Pacific White shrimp, *Litopenaeus vannamei*, culture in extreme southern Brazil. *J. Ap. Aquac.*, 14, 47-56.
- POERSCH, LH & MARCHIORI, MA. 1992. Efeito do oxigênio no camarão-rosa *Penaeus paulensis*, Pérez-Farfante, 1967. In: Resumo – Encontro Nacional de Aqüicultura (VII SIMBRAQ- II ENBRAPOA), Peruibe, SP. p.116
- RODRIGUES, JBR. 1985. Fontes e níveis de proteínas em rações para camarão *Penaeus paulensis* Pérez Farfante, 1967 e sua viabilização no cultivo em viveiro. Recife, Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, 80p.
- SANTOS, MH & MA MARCHIORI. 1992. Efeito do pH no desenvolvimento larval do camarão-rosa *Penaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967). In: Resumo – Encontro Nacional de Aqüicultura (VII SIMBRAQ- IIEBRAPOA), Peruibe, SP. p.116.
- SANTOS, MH. 2003. Alimentação do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) (Decapoda-Penaeidae) cultivado. Rio Grande, Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica. – Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 229p.
- SHIAU, SY. 1998. Nutrient requirements of penaeid shrimps. *Aquaculture.*, 168: 77-93.
- SOARES, RB. 2004. Comportamento alimentar de pós-larvas e juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) em sistemas de cultivo. Rio Grande, Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica. – Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 137p.
- SOARES, RB, S PEIXOTO, W WASIELESKY & F D'INCAO. 2005. Feeding rhythms and diet of *Farfantepenaeus paulensis* under pen culture in Patos Lagoon estuary, Brazil. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 322: 167-176.
- TACON, AGJ. 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp – A training manual. The essential nutrients. Brasília, FAO. 117 p.
- TSUZUKI, MY, RO CAVALLI & A BIANCHINI. 2000. The effects of temperature, age, and acclimation to salinity on the survival of *Farfantepenaeus paulensis* postlarvae. *J. Worl. Aquac. Soc.*, 31: 459-468.
- UNESCO. 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Paris, Intergovernmental Oceanographic Commission. 53p. (Manual and Guides, 12).
- WASIELESKY, WJ, MA MARCHIORI & MS SANTOS. 1994. Efeito da amônia no crescimento de pós-larvas do camarão-rosa, *Penaeus paulensis*, Pérez-Farfante, 1967 (Decapoda: Penaeidae). *Náuplius*, 2: 99-105.