

## NÍVEIS CRESCENTES DE PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS PRÁTICAS PARA CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA

Lilian Dena dos SANTOS<sup>1,2</sup>, Luana CAGOL<sup>1</sup>, Ademir HELDT<sup>2</sup>, Rodrigo CAMPAGNOLO<sup>3</sup>, Eduardo Luis Cupertino BALLESTER<sup>2</sup>

### RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, alimentado com dietas práticas contendo níveis crescentes de proteína bruta. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos avaliados corresponderam aos seguintes níveis de proteína bruta, com base na matéria seca, na dieta: 200, 250, 300, 350 e 400 g kg<sup>-1</sup>. As unidades experimentais estavam em um sistema de recirculação com filtro mecânico e biológico, de modo a manter a qualidade da água em níveis adequados para o cultivo de camarões. Ao final do experimento, a sobrevivência média variou de 84,8 a 91,3%, não sendo observadas diferenças entre os tratamentos (p>0,05). Os resultados demonstram um crescimento quadrático para peso final, ganho de peso, comprimento final e crescimento em comprimento com o aumento dos níveis de proteína bruta na dieta. Os juvenis alimentados com dietas contendo 370 e 348 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta alcançaram maior ganho de peso e crescimento em comprimento, respectivamente (p <0,05). A composição corporal dos camarões-da-amazônia foi influenciada pelos níveis de proteína bruta na dieta, em que o nível de 350 g kg<sup>-1</sup> causou aumento nos teores de umidade e redução na deposição de proteína bruta (p <0,05) comparado com o nível de 200 g kg<sup>-1</sup>. Recomenda-se o fornecimento de 370 g de proteína bruta por kg de dieta para juvenis de *M. amazonicum*.

**Palavras-chave:** Aquicultura; composição corporal; crescimento; relação energia:proteína; nutrição

## INCREASING LEVELS OF CRUDE PROTEIN IN PRACTICAL DIETS FOR AMAZON PRAWN

### ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the performance of amazon prawn, *Macrobrachium amazonicum*, fed practical diets containing increasing levels of crude protein. Experimental design followed a complete randomized distribution, with five treatments and six replicates. The treatments are equivalent to crude protein levels, dry matter basis, in the diet: 200, 250, 300, 350 and 400 g kg<sup>-1</sup>. Experimental units were into a recirculation system with mechanical and biological filter to keep the water quality within the suitable range for prawn culture. At the end of the trial mean prawn survival ranged from 84.8 to 91.3 % without significant differences among treatments (p> 0.05). Results show a quadratic growth for final weight, weight gain, final length and length growth, with the increase of crude protein levels in the diet. Prawn fed diets with 370 and 348 g kg<sup>-1</sup> achieved significant higher weight gain and length growth, respectively (p < 0.05). The body composition of amazon prawns was influenced by crude protein levels in the diet, in which the level of 350 g kg<sup>-1</sup> caused an increase in moisture content and reduction in crude protein deposition (p <0.05) compared to the level of 200 g kg<sup>-1</sup>. The recommended crude protein level in the diet of *M. amazonicum* juveniles is 370 g kg<sup>-1</sup>.

**Key words:** aquaculture; body composition; growth; energy:protein ratio; nutrition.

---

**Artigo Científico:** Recebido em 17/04/2017; **Aprovado em** 28/07/2017

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Zootecnia (UNIOESTE) – Campus Marechal Cândido Rondon. Rua Pernambuco 1777, Centro, Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil. E-mail: luanacagol92@gmail.com (autor correspondente)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná, Palotina – PR, Brasil.

<sup>3</sup>Pontifícia Universidade Católica, Campus Toledo, Toledo, PR, Brasil,

## INTRODUÇÃO

O camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, pertence ao grupo de espécies continentais de desenvolvimento larval completo (ODINETZ-COLLART, 1993), ou seja, que apresentam um longo período de desenvolvimento larval com vários estágios de zoea, até chegar à fase de juvenil (JALIHAI *et al.*, 1993). Sua ocorrência foi revisada e descrita para rios, lagos e planícies aluviais de regiões tropicais e subtropicais da América do Sul (MACIEL e VALENTI, 2009), sendo amplamente consumido pelas populações ribeirinhas e o principal recurso pesqueiro da pesca artesanal na região amazônica (BENTES *et al.*, 2011, BENTES *et al.*, 2012, LIMA E SILVA *et al.*, 2015).

Segundo NEW (2005) *M. amazonicum* consiste na espécie nativa de maior potencial para a carcinicultura de água doce no Brasil, motivando a realização de estudos relativos à sua fisiologia (LUCENA *et al.*, 2015; DUTRA *et al.*, 2016), nutrição de larvas (MACIEL *et al.*, 2012) e aspectos relacionados ao cultivo (RIBEIRO *et al.*, 2012; KIMPARA *et al.*, 2013; SPERANDIO *et al.*, 2014).

As características favoráveis ao cultivo de *M. amazonicum* descritas por MACIEL e VALENTI (2009), associado ao uso de dietas com níveis adequados de proteína podem viabilizar a criação intensiva da espécie e reduzir o potencial poluidor das dietas utilizadas. Na criação de camarões, níveis adequados de proteína implicam em menor liberação de metabólitos, comumente associados à eutrofização de ambientes aquáticos (HERBECK *et al.*, 2013).

A proteína consiste no macro nutriente mais importante e oneroso na fabricação de rações e o percentual de inclusão afeta diretamente os custos de produção de rações destinadas ao cultivo de camarões (MARTÍNEZ-CORDOVA *et al.*, 2003), atuando como principal nutriente limitante ao crescimento dos organismos cultivados (NRC, 2011). A exigência em proteína bruta nas diferentes fases de cultivo de camarões de água doce foi revisada por D'ABRAMO e NEW (2010) sugerindo-se limites de 30 a 35% na dieta de juvenis, intervalo próximo ao sugerido por MITRA *et al.* (2005), entre 35 a 37% para juvenis de *M. rosenbergii* e de 30 a 35% para pós-larvas de *M. amazonicum* alimentados com dietas purificadas (PEZZATO *et al.*, 2003).

Apesar dos recentes avanços, técnicas de cultivo relacionadas ao manejo alimentar ainda não estão bem determinadas para a espécie, fato que pode

gerar entraves no cultivo e baixas rentabilidades. A proteína é um dos nutrientes mais importantes na nutrição de organismos aquáticos, sendo imprescindível a determinação de seu melhor nível na dieta para proporcionar melhor desempenho e produtividade animal, além de acarretar em melhor saúde e desenvolvimento animal, e por fim em maior rentabilidade na produção, sem desperdícios. Enquanto o déficit desse nutriente pode causar baixo desempenho e desenvolvimento de camarões, o excesso pode, além, de prejudicar a fisiologia e desempenho, causar poluição ambiental, afetando de forma negativa o desenvolvimento destes animais (BARBIERI *et al.*, 2014).

A determinação do nível ótimo de proteína bruta na dieta para melhor desenvolvimento do camarão-da-amazônia em dietas práticas, é extremamente importante para a um melhor domínio do cultivo desses animais, para que estes desempenhem papel de maior destaque dentro da aquicultura. Portanto, o presente estudo objetivou avaliar o desempenho de juvenis de *M. amazonicum*, alimentados com dietas práticas contendo níveis crescentes de proteína bruta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Carcinicultura da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, durante 35 dias.

Espécimes de *M. amazonicum* na fase de juvenil, provenientes do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal, foram classificados quanto ao tamanho e submetidos à biometria, apresentando peso médio de  $0,12 \pm 0,02$  g e comprimento total de  $2,64 \pm 0,14$  cm.

Em seguida, 900 juvenis foram coletados e transferidos a uma densidade de 30 juvenis por unidade experimental, que consistiram de tanques de polietileno retangulares ( $h=0,30 \times L=0,40 \times c=0,50$  m) e volume útil de 50 L.

Cada unidade experimental permanecia conectada a um sistema de recirculação, possuindo filtragem mecânica e biológica, sistema de aeração por difusores e monitoramento e controle de temperatura da água. O fotoperíodo mantido em laboratório foi de 12:12 h (luz:escuro).

Os tratamentos adotados consistiram de cinco dietas práticas contendo os níveis de 200, 250, 300, 350 e 400 g de proteína bruta (PB), com base na matéria seca, por quilograma de ração, sendo que

cada tratamento era composto por seis repetições em delineamento inteiramente casualizado.

As dietas foram formuladas, segundo exigências nutricionais para camarões de água-doce (D'ABRAMO e NEW, 2010), por meio do programa Super Crac 5.0<sup>®</sup>, sendo isocalóricas ao nível de 3600 kcal kg<sup>-1</sup> de ração (PEZZATO *et al.*, 2003). A farinha de peixe foi utilizada como principal ingrediente para obtenção dos níveis de proteína pré-estabelecidos. O farelo de trigo e amido de milho foram usados como

fontes principais de carboidratos e os óleos de soja e de peixe como fontes de lipídeos. Na formulação foram ajustadas as quantidades de cada tipo de óleo, de acordo com os ingredientes da dieta para que fossem atendidas as exigências de ácidos graxos n-3 e n-6 para a espécie, bem como dos outros nutrientes.

A análise química das dietas foi realizada de acordo com SILVA e QUEIROZ (2002) para os parâmetros de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição das dietas experimentais (g kg<sup>-1</sup>) com base na matéria seca

Ingredientes	Nível de Proteína (g kg <sup>-1</sup> ) na matéria seca				
	200	250	300	350	400
Farinha de Peixe	185,30	293,36	410,74	523,12	590,06
Farelo de Trigo	471,77	346,01	182,70	39,52	80,38
Amido de Milho	158,66	192,20	247,59	291,59	200,35
Fosfato Bicálcico	60,06	55,88	52,69	48,97	40,35
Calcário	21,48	15,12	7,43	0,45	0,01
Óleo de Soja	18,72	14,86	10,22	8,38	3,16
Óleo de Peixe	17,00	11,90	10,00	4,00	0,00
Premix*	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Vitamina C	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
BHT	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Inerte <sup>1</sup>	46,81	50,46	58,43	63,76	65,50
Composição em Nutrientes					
Proteína Bruta	209,82	254,08	310,34	348,15	399,36
Extrato Etéreo	65,89	62,35	62,68	61,23	62,02
Cinzas	159,67	183,01	183,27	190,07	183,36
Matéria Seca	98,27	91,12	91,23	89,70	94,47

\* Premix = Níveis de garantia do suplemento para vitaminas e minerais (Vitamina A 16.875 UI kg<sup>-1</sup>; D3 3.375 UI kg<sup>-1</sup>; E 200 UI kg<sup>-1</sup>; K3 6,7 mg kg<sup>-1</sup>; B1 20 mg kg<sup>-1</sup>; B2 36 mg kg<sup>-1</sup>; B6 25,5 mg kg<sup>-1</sup>; B12 45 mcg kg<sup>-1</sup>; C 1.200 mg kg<sup>-1</sup>; Ácido Fólico 11,2 mg kg<sup>-1</sup>; Ácido Pantotênico 67,5 mg kg<sup>-1</sup>; Ácido Nicotínico 170,00 mg kg<sup>-1</sup>; Biotina 1,68 mg kg<sup>-1</sup>; Inositol 265 mg kg<sup>-1</sup>; Ferro 65 mg kg<sup>-1</sup>; Cobre 13,8 mg kg<sup>-1</sup>; Zinco 150 mg kg<sup>-1</sup>; Manganês 85 mg kg<sup>-1</sup>; Cobalto 0,35 mg kg<sup>-1</sup>; Iodo 1,3 mg kg<sup>-1</sup> e Selênio 0,4 mg kg<sup>-1</sup>).

<sup>1</sup> Inerte utilizado: caulim.

O preparo das dietas foi iniciado com a pesagem e mistura manual dos ingredientes. Em seguida, a mistura correspondente a cada dieta foi hidratada (FERRARI *et al.*, 2004), processada em peletizadora e encaminhada para secagem em estufa de recirculação, à temperatura de 55 °C, durante 24 horas. Após secagem, as dietas foram processadas mecanicamente, obtendo-se pellets com 1 mm de diâmetro, embaladas e conservadas em freezer a -4°C até o momento de sua utilização.

Durante o experimento, os juvenis foram alimentados a uma taxa de arraçoamento de 30% da biomassa, fracionada em quatro alimentações (7:30, 11:30, 15:30 e 18:30 h). Diariamente e antes da primeira alimentação, o sistema de recirculação era interrompido e cada unidade experimental era submetida a limpeza por sifonamento, permitindo a retirada de fezes e alimento não consumido, e ao final ocorria a reposição da água no sistema de recirculação.

O monitoramento da qualidade da água durante o período experimental consistiu em aferir a concentração de oxigênio dissolvido (HANNA HI9146), temperatura (ELF THF10300011) e pH (NI PHP) em frequência diária. Para análise dos compostos nitrogenados, amostras de água foram coletadas semanalmente, sendo determinadas as concentrações de amônia (KOROLEFF, 1976) e nitrito - Griess (APHA, 2005).

Ao término do experimento, uma biometria final foi realizada em cada unidade experimental, onde os camarões remanescentes foram quantificados para cálculo da sobrevivência, pesados individualmente em balança analítica (RADWAG®) e medidos em comprimento total com paquímetro analógico (MITUTOYO®). Amostras de animais, em um pool de 30 animais por unidade experimental, foram coletadas e encaminhadas para análise bromatológica, para determinação corporal da umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral dos camarões, segundo a metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2002).

Os parâmetros de desempenho adotados foram o ganho de peso (peso final - peso inicial), ganho em comprimento (comprimento final - comprimento inicial) e sobrevivência (número inicial de camarões estocados - número final de camarões) (TACEUCHI e WATANABE, 1988; TACON, 1990).

Para o processamento estatístico foram testados os pressupostos por meio da realização do teste de normalidade dos dados, utilizando o teste do Shapiro-Wilk, e do teste de homocedasticidade (igualdade de variância) usando o teste de Levene. Foi realizada comparação dos dados obtidos por meio da análise de variância unifatorial com uso da transformação arco-seno para os dados de sobrevivência (ZAR, 1996). Em caso de teste F significativo foi realizado o

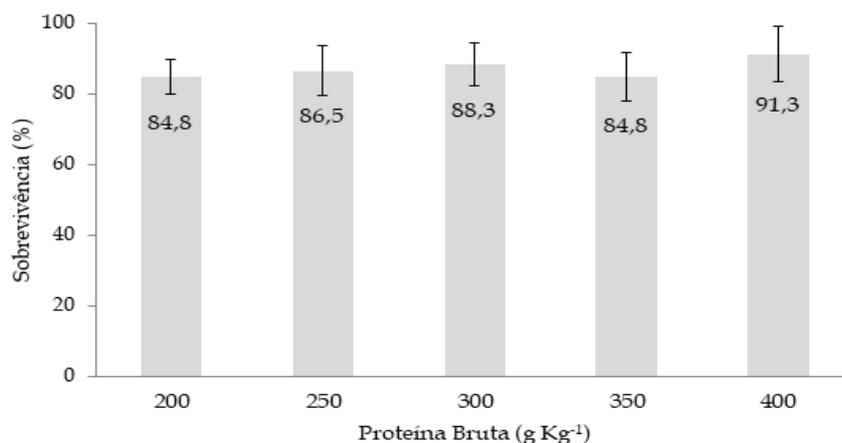
teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada análise de variância para regressão simples para realizar a determinação do nível ótimo de proteína bruta na dieta, para diferentes parâmetros, com o uso do cálculo de valores extremos de uma função, igualando-se a derivada da primeira a zero (BANZATTO e KRONKA, 2006; BORBA *et al.*, 2006; STEWART, 2012).

## RESULTADOS

Os parâmetros de qualidade de água, monitorados durante o cultivo experimental, não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ), sendo registradas médias ( $\pm$  desvio-padrão) de  $27,6 \pm 0,04^\circ\text{C}$  para a temperatura,  $6,9 \pm 0,45 \text{ mg L}^{-1}$  para o oxigênio dissolvido,  $7,9 \pm 0,05$  para o pH,  $0,024 \pm 0,019 \text{ mg L}^{-1}$  para a concentração de amônia total e  $0,002 \pm 0,002 \text{ mg L}^{-1}$  para a concentração de nitrito.

A sobrevivência não diferiu em relação aos diferentes níveis de proteína bruta na dieta ( $p > 0,05$ ), variando de  $84,8 \pm 10,4\%$  a  $91,3 \pm 11,8\%$  (Figura 1).

O fornecimento de 350 g de proteína bruta por kg da dieta causou maior peso final e ganho de peso ( $p < 0,05$ ) de juvenis de camarão-da-amazônia (Tabela 2). Já os animais alimentados com as dietas com 200 e 250 g  $\text{kg}^{-1}$  apresentaram os menores pesos finais e ganhos de peso (Tabela 2). Também foi possível inferir que a inclusão de níveis crescentes de proteína bruta na dieta de juvenis de camarão-da-amazônia resultou em aumento quadrático do peso final e ganho de peso (Tabela 2 e Figura 2), com maior peso final e ganho de peso sendo obtidos até próximo ao nível de 370 g  $\text{kg}^{-1}$  de proteína bruta, sendo registrado em níveis de proteína inferiores e posteriores, uma redução do valor desses parâmetros.



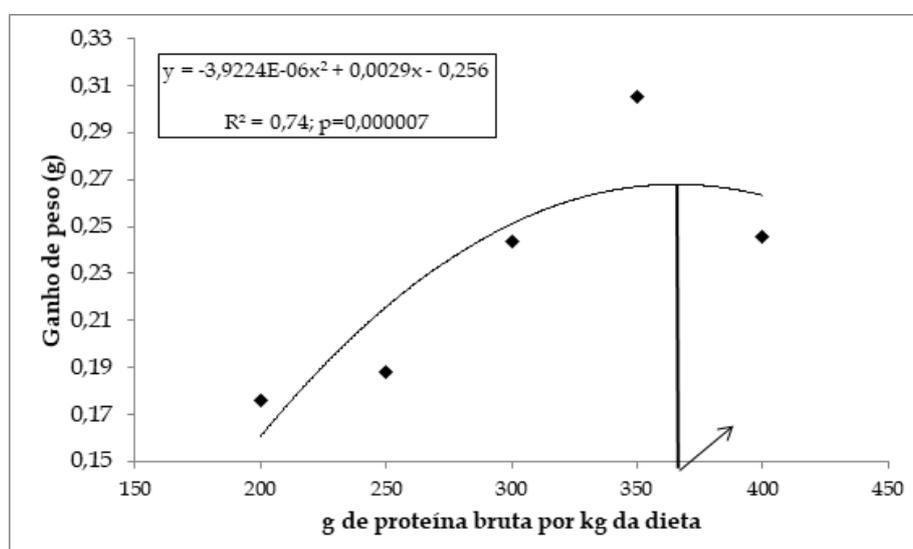
**Figura 1.** Sobrevivência média ( $\pm$ DP) de juvenis de *Macrobrachium amazonicum* em função do nível de proteína bruta na dieta ( $\text{g kg}^{-1}$ ).

**Tabela 2.** Desempenho de juvenis de camarão-da-amazônia alimentados com dietas contendo níveis crescentes de proteína bruta

Variáveis	Proteína na dieta (g kg <sup>-1</sup> ) na matéria seca					CV (%)	P
	200	250	300	350	400		
Peso final (g) <sup>1</sup>	0,3001c	0,3110c	0,3648b	0,4313a	0,3718b	14,46	0,0000
Ganho de Peso (g) <sup>2</sup>	0,1758c	0,1879c	0,2434b	0,3052a	0,2455b	22,09	0,0000
Comp. final (cm) <sup>3</sup>	3,6117b	3,6133b	3,9017a	4,0200a	3,8123ab	5,56	0,0001
Cresc. em comp. (cm) <sup>4</sup>	0,9665b	0,9681b	1,2565a	1,3748a	1,1671ab	18,42	0,0001

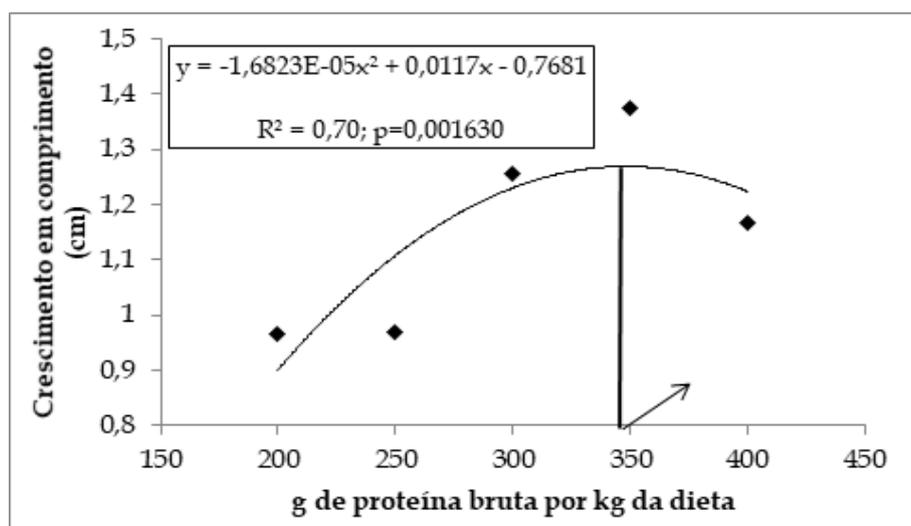
Médias seguidas de letras diferentes, em uma mesma linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Efeito Quadrático =  $y = -3,6337E-06x^2 + 0,0027x - 0,109$ ;  $R^2 = 0,73$   $p=0,000006$ ; <sup>2</sup> Efeito Quadrático =  $y = -3,9224E-06x^2 + 0,0029x - 0,256$ ;  $R^2 = 0,74$ ;  $p=0,000007$ ; <sup>3</sup> Comprimento final. Efeito Quadrático =  $y = -1,6823E-05x^2 + 0,0117x + 1,8771$ ;  $R^2 = 0,70$ ;  $p=0,001630$ ; <sup>4</sup> Crescimento em comprimento. Efeito Quadrático =  $y = -1,6823E-05x^2 + 0,0117x - 0,7681$ ;  $R^2 = 0,70$ ;  $p=0,001630$ ;

**Figura 2.** Efeito quadrático dos níveis crescente de proteína na dieta sobre o ganho de peso de juvenis de camarão-da-amazônia.

Os juvenis de camarão-da-amazônia que apresentaram os maiores comprimentos finais e crescimento em comprimento ( $p < 0,05$ ) foram os que receberam as dietas com 300 e 350 g de proteína bruta por kg (Tabela 2), quando comparados as médias dos dados obtidos. Os animais alimentados com as dietas com 200 e 250 de proteína bruta em g kg<sup>-1</sup> apresentaram os piores valores para comprimento final e crescimento ( $p < 0,05$ ), já os camarões que receberam a dieta de 400 g kg<sup>-1</sup> apresentaram valores semelhantes a todos os tratamentos. Também se registrou uma relação quadrática ( $p < 0,05$ ), em função do aumento dos níveis de proteína na dieta, para o comprimento final e crescimento em comprimento (Tabela 2 e Figura 3) dos juvenis de camarão-da-amazônia. Houve incremento dos valores desses parâmetros até próximo o nível de 348 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta, sendo observada uma redução em níveis prévios e

após este nível. O máximo desempenho foi estimado pelo modelo de regressão para um nível de proteína bruta de 370 g kg<sup>-1</sup> para ganho de peso e de 348 g kg<sup>-1</sup> para crescimento em comprimento. Os diferentes níveis proteicos utilizados no presente estudo não influenciaram ( $p > 0,05$ ) os teores de extrato etéreo e matéria mineral na composição corporal final dos juvenis de camarão-da-amazônia (Tabela 4), entretanto causaram alterações para os outros parâmetros avaliados ( $p < 0,05$ ). A umidade corporal dos juvenis de camarão-da-amazônia que receberam dieta com proteína bruta em 350 g kg<sup>-1</sup> foi maior ( $p < 0,05$ ) que dos juvenis que receberam a dieta com 200 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 4). Efeito contrário foi observado para proteína bruta corporal, em que foi observada uma redução ( $p < 0,05$ ) de deposição nos animais alimentados com as dietas de 300 e 350 g kg<sup>-1</sup> de proteína comparado com os animais que receberam a dieta com 200 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 4).



**Figura 3.** Efeito quadrático dos níveis crescente de proteína na dieta sobre o crescimento em comprimento de juvenis de camarão-da-amazônia.

**Tabela 4.** Composição corporal final de juvenis de camarão-da-amazônia alimentados com níveis crescentes de proteína bruta na dieta (base na matéria natural).

Variáveis	Proteína na dieta (g kg <sup>-1</sup> ) na matéria seca					CV (%) <sup>1</sup>	P
	200	250	300	350	400		
Umidade (%) <sup>2</sup>	72,01 <sup>b</sup>	72,34 <sup>ab</sup>	72,50 <sup>ab</sup>	72,63 <sup>a</sup>	72,51 <sup>ab</sup>	0,39	0,003
Proteína bruta (%)	20,06 <sup>a</sup>	20,00 <sup>ab</sup>	19,21 <sup>ab</sup>	19,00 <sup>b</sup>	19,80 <sup>ab</sup>	5,04	0,005
Extrato etéreo (%)	0,51	0,54	0,46	0,50	0,64	24,09	0,531
Cinzas (%)	4,18	4,18	3,82	4,01	3,75	6,35	0,088

<sup>2</sup>Médias seguidas de letras diferentes, em uma mesma linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup>Coefficiente de variação;

## DISCUSSÃO

Todos os parâmetros de qualidade de água monitorados permaneceram dentro dos níveis adequados para a produção de juvenis de camarões de água doce (COYLE *et al.*, 2010).

A redução de ganho em peso e em crescimento observada para níveis acima de 370 e 348 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta na dieta, respectivamente, pode estar relacionado à baixa relação energia:proteína (9:1) contida na dieta com 400 g kg<sup>-1</sup>. Segundo PAULRAJ (1993), níveis de proteína superiores a 400 g kg<sup>-1</sup> da dieta têm sido frequentemente relatados por não promoverem um crescimento adicional, e em alguns casos reduzirem a taxa de crescimento, conforme observado para juvenis de *M. pantanalense*, alimentados com diferentes níveis de proteína bruta na dieta (DE FREITAS *et al.*, 2016), fato que foi confirmado no presente estudo.

A combinação de elevados níveis proteicos na dieta e menores níveis de energia resulta em maior

ingestão de dieta e proteína, desta forma não há energia suficiente para metabolizar a proteína até a formação de tecido, sendo o excesso de proteína utilizado para atender as demandas energéticas (SHIAU e LAN, 1996). Dessa forma, o uso da proteína como fonte de energia eleva a excreção de metabólitos nitrogenados associados à eutrofização de ambientes aquáticos (HERBECK *et al.*, 2013) e resulta em pior desempenho para os animais.

Resultados semelhantes ao do presente estudo sobre a redução no ganho em peso acima de 400 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta na dieta foi relatada por DE FREITAS *et al.* (2016) para juvenis de *M. pantanalense* e cerca de 370 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta para *M. malcolmsonii* (TABINDA *et al.*, 2016). Este resultado de menor crescimento (perda de peso) é esperado, já que o maior nível de proteína na dieta testado no presente estudo está um pouco acima da exigência em proteína sugerido para a produção de juvenis de camarões de água doce, de cerca 350 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta na dieta (MITRA *et al.*, 2005 e D'ABRAMO e NEW, 2010).

O maior teor de proteína bruta corporal em camarões alimentados com a dieta com 200 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta comparado com a dieta com 350 g kg<sup>-1</sup>, reflete a diferença da relação de energia:proteína entre as dietas experimentais que era de 18:1 na dieta de 200 g kg<sup>-1</sup> e de 10,28:1 na dieta de 350 g kg<sup>-1</sup>. Os camarões alimentados com a primeira dieta (200 g kg<sup>-1</sup>) receberam energia dietária alta e suficiente para sua exigência energética e não precisou utilizar/gastar proteína da dieta para atendimento de suas necessidades energéticas e até mesmo para realizar a deposição da proteína, entretanto esse nível de proteína da dieta não foi suficiente para acarretar em melhor ganho de peso e crescimento dos juvenis de camarão-da-amazônia. Já os camarões que receberam a dieta de 350 g kg<sup>-1</sup>, apesar não terem depositado maiores teores de proteína corporal devido à baixa relação energia:proteína, utilizaram a proteína fornecida no crescimento.

Os teores de proteína bruta e extrato etéreo corporal do presente estudo são inferiores aos determinados por URZÚA e ANGER (2011) e por ANGER *et al.* (2009), os quais encontraram na composição corporal de larvas de *Macrobrachium amazonicum* os valores mínimos de 24% e 27% de PB e 6% e 7% de lipídios (base matéria natural), respectivamente. As diferenças de resultados encontrados, entre os dois estudos citados e o presente, ocorreram devido os autores terem analisado animais com idade diferente dos utilizados no presente estudo, além de utilizarem métodos diferentes (composição de carbono, hidrogênio e oxigênio) para determinação da composição corporal. Estudos apresentando a composição corporal de juvenis de camarão-da-amazônia não foram encontrados para a fase avaliada no presente estudo, e são escassos até mesmo em pesquisas com outras fases de crescimento dessa espécie.

Para *M. rosenbergii* com peso final de 5g, GODA *et al.* (2008) determinaram para a composição corporal os valores 72,9 a 75,6% de umidade, de 14 a 19% de proteína bruta, de 2,7 a 5,3% de extrato etéreo e de 4,9 a 6,7% de cinzas. Os dados encontrados no presente estudo corroboram os resultados encontrados pelos autores citados, com exceção do extrato etéreo, o que pode ser explicado pela diferença de peso final entre os camarões estudados.

PEZZATO *et al.* (2003) consideraram a composição química corporal de *M. amazonicum* como dependente da proporção proteica e energética na dieta. No presente estudo o aumento da disponibilidade de

proteína nos tratamentos com 300, 350 e 400 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta, com conseqüente redução da relação energia:proteína, não conduziu a maiores níveis de deposição deste nutriente na carcaça, possivelmente pela maior utilização de proteína como fonte de energia na ausência de maiores concentrações de lipídeos, sendo utilizada prioritariamente para suprir o metabolismo energético (GODA *et al.*, 2008). Entretanto, os maiores níveis de proteína bruta na dieta acarretaram em melhor ganho de peso e crescimento dos animais, o que demonstra que para um adequado desempenho essa espécie, nesta fase de crescimento, demanda valores de proteína bruta entre a 348 e 370 g kg<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos é possível inferir que, para as condições experimentais utilizadas, dietas práticas contendo 370 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta são adequadas para juvenis de *M. amazonicum*, promovendo maior ganho de peso. A utilização de níveis superiores a 370 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta se mostrou ineficaz em promover melhor desempenho, não sendo recomendada.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, FINEP e MEC Proext pelo auxílio financeiro. Ao CNPq pela bolsa de produtividade concedida ao Prof. Dr. Eduardo Luís Cupertino Ballester. Ao Centro de Aquicultura da Unesp - Jaboticabal - SP pela doação dos juvenis de *M. amazonicum* utilizados neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ANGER, K.; HAYD, L.; KNOTT, J.; NETTELMANN, U. 2009 Patterns of larval growth and chemical composition in the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture*, 287(3):341-348.
- APHA - American Public Health Association. 2005 *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21st. ed. Washington. 1082p.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. 2006

*Experimentação Agrícola*. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 237p.

- BARBIERI, E.; BONDIOLI, A.C.V.; MELO, C.B.; HENRIQUES, M.B. 2016 Nitrite toxicity to *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. *Aquaculture Research*, 47(4): 1260-1268.
- BENTES, B.; CAÑETE, V.R.; PEREIRA, L.J.G.; MARTINELLI-LEMOES, J.M.; ISAAC, V. 2012 Descrição socioeconômica da pesca do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (DECAPODA: PALAEMONIDAE) em um estuário da costa norte do Brasil: o caso da ilha do mosqueiro (PA). *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 25(1):31-48.
- BENTES, B.S.; MARTINELLI, J.M.; SOUZA, L.S.; CAVALCANTE, D.V.; ALMEIDA, M.C.; ISAAC, V.J. 2011 Spatial distribution of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Brazilian Journal of Biology*, 71(4):925-935.
- BORBA, M.R.; FRACALOSSO, D.M.; PEZZATO, L.E. 2006 Dietary energy requirement of piracanjuba fingerlings, *Brycon orbignyanus*, and relative utilization of dietary carbohydrate and lipid. *Aquaculture Nutrition*, 12(3):183-191.
- COYLE, S.D.; ALSTON, D.E.; SAMPAIO, C.M.S. 2010 Nursery Systems and Management. In: NEW, M. B.; VALENTI, W. C.; TIDWELL, J. H.; D'ABRAMO, L. R.; KUTTY, M. N. *Freshwater Prawns: Biology and Farming*. New Delhi, India: Blackwell Publishing Ltd, 1:108-122.
- D'ABRAMO, L.R.; NEW, M.B. 2010 Nutrition, Feeds and Feeding. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C.; TIDWELL, J.H.; D'ABRAMO, L.R.; KUTTY, M.N. *Freshwater Prawns: Biology and Farming*. New Delhi, India: Blackwell Publishing Ltd, 1:524-530.
- DUTRA, F.M.; FORNECK, S.C.; BRAZÃO, C.C.; FREIRE, C.A.; BALLESTER, E.L.C. 2016 Acute toxicity of ammonia to various life stages of the Amazon river prawn, *Macrobrachium amazonicum*, Heller, 1862. *Aquaculture*, 453(1):104-109.
- FERRARI, J.E.C.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; GONÇALVES, G.S.; HISANO, H.; KLEEMANN, G.K. 2004 Níveis de cobre em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*, 26(4):429-436.
- GODA, A.M.A.S. 2008 Effect of dietary protein and lipid levels and protein-energy ratio on growth indices, feed utilization and body composition of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879) post larvae. *Aquaculture Research*, 39(8): 891-901.
- HERBECK, L.S.; UNGER, D.; WU, Y.; JENNERJAHN, T.C. 2013 Effluent, nutrient and organic matter export from shrimp and fish ponds causing eutrophication in coastal and back-reef waters of NE Hainan, tropical China. *Continental Shelf Research*, 57:92-104.
- KIMPARA, J.M.; MORAES-VALENTI, P.; QUEIROZ, J.F.; NEW, M.B. 2013 Effects of Intensification of the Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum*, Grow-out on Effluent Quality. *Journal of the World Aquaculture Society*, 44(2):210-219.
- KOROLEFF, F. 1976 *Determination of nutrients*. In: GRASSHOFF, K. *Methods of seawater analysis*. New York: Verlag Chemie Weinheim, 117-181.
- JALIHAL, D.R.; SANKOLLI, K.N. E SHENOYS. 1993 Evolution of larval developmental patterns and the process of freshwaterization in the prawn genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 65(3): 365-376.
- LIMA, J.F.; DA SILVA, L.M.A. 2015 Estrutura populacional e crescimento relativo do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em duas regiões do estado do Amapá, foz do Rio Amazonas, Brasil. *Biota Amazônia (Biota Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 5(2):52-57.
- LUCENA, M.N.; PINTO, M.R.; GARCON, D.P.; MCNAMARA, J.C.; LEONE, F.A. 2015 A kinetic characterization of the gill V (H<sup>+</sup>)-ATPase in

- juvenile and adult *Macrobrachium amazonicum*, a diadromous palaemonid shrimp. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 181(1):15-25.
- MACIEL, C.R.; NEW, M.B.; VALENTI, W.C. 2012 The Predation of artemia nauplii by the larvae of the amazon river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), is affected by prey density, time of day, and ontogenetic development. *Journal of the World Aquaculture Society*, 43(5):659-669.
- MACIEL, C.R.; VALENTI, W.C. 2009 Biology, Fisheries, and Aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: A Review. *Nauplius*, 17(2):61-79.
- MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L.R.; CAMPANA-TORRES, A.; PORCHAS-CORNEJO, M.A. 2003 Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in microcosms. *Aquaculture Nutrition*, 9(3):155-160.
- MITRA, G.; CHATTOPADHYAY, D.N.; MUKHOPADHYAY, P. K. 2005 Nutrition and Feeding in Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *Aqua Feeds: Formulation & Beyond*, 2(1):17-19.
- NEW, M.B. 2005 Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future. *Aquaculture Research*, 36(3):210-230.
- ODINETZ-COLLART, O.; MOREIRA, L.C. 1993 Potencial pesqueiro do camarão *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro). *Amazoniana*, 12(3/4):399-413.
- PAULRAJ, R. 1993 *Handbook on Aquafarming: Aquaculture Feed*, MPEDA, Ministry of Commerce, Govt. of India. 99p.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; SAMPAIO, F.G.; FALCON, D.R.; GONÇALVES, G.S.; HISANO, H. 2003 Relação energia: proteína dietária para pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 25(2):235-241.
- RIBEIRO, K.; FRANCESCHINI-VICENTINI, I.B.; PAPA, L.P.; NOVO, M.B.; VALENTI, W.C. 2012 Effect of polyunsaturated fatty acids on the fecundity of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). *Aquaculture Research*, 43(12):1756-1763.
- SHIAU, S.Y.; LAN, C.W. 1996 Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, 145:259-266.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. 2002 *Análise dos Alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. 3a. ed., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 235p.
- SPERANDIO, L.; NEW, M.B.; VALENTI, W.C. 2014 Transportation of Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* juveniles in different biomass densities. *Aquaculture Research*, 45(7):1264-1268.
- STEWART, J. 2012 *Cálculo*. 8 reimpr. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning. 688p.
- TABINDA, A.B.; ALI, R.; YASAR, A.; RIAZ, G. 2016 Growth Response of the Freshwater Prawn *Macrobrachium malcolmsonii* (Juveniles) to Isocaloric Diets with Variable Protein Levels. *Pakistan Journal of Zoology*, 48(2):461-464.
- TACEUCHI, W.; WATANABE, T. 1998 *Fish Nutrition and mariculture*. Department of Aquatic Biosciences Tokyo University of Fisheries. JICA. Lampiran A. 230 p.
- TACON, A.G.J. 1990 *Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp*. Argent Laboratories Press, Washington, U.S.A. 208 p.
- URZÚA, A.; ANGER, K. 2011 Larval biomass and chemical composition at hatching in two geographically isolated clades of the shrimp *Macrobrachium amazonicum*: intra- or interspecific variation? *Invertebrate Reproduction & Development*, 55(4):236-246.
- ZAR, J.H. 1996 *Biostatistical analysis*. 3.ed. New Jersey: Prentice Hall. 663p.