

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR
SETOR PALOTINA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

VANESSA PIOVESAN

**Dietas práticas com diferentes níveis de energia bruta durante a fase de
berçário do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum***

PALOTINA, PR

2014

VANESSA PIOVESAN

Dietas práticas com diferentes níveis de energia bruta durante a fase de berçário do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, área de concentração Produção de organismos aquáticos, do Setor Palotina, Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Portz
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Luís Cupertino Ballester

PALOTINA, PR

2014



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor Palotina
Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento
Sustentável



TERMO DE APROVAÇÃO

VANESSA PIOVESAN

**“DIETAS PRÁTICAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA BRUTA
DURANTE A FASE DE BERÇÁRIO DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA
Macrobrachium amazonicum”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável - Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

Professor Dr. Leandro Portz

Presidente/Orientador: Universidade Federal do Paraná

Professor Dr. Wilson Rogério Boscolo

Membro: Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Professora Dra. Lilian Dena dos Santos

Membro: Universidade Federal do Paraná

Professor Dr. Eduardo Luis Cupertino Ballester
Coorientador: Universidade Federal do Paraná

Palotina, 29 de julho de 2014

AGRADECIMENTOS

Em especial aos meus pais e esposo, sempre presentes na minha vida.

Ao Prof. Dr. Leandro Portz, pela orientação.

Ao Prof. Dr. Eduardo Cupertino Ballester, pela co-orientação.

Ao prof. Ms. Rodrigo Campagnolo, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao prof. Ms. Pedro Gusmão, pelo auxílio na formulação e confecção das rações.

A Celma Negrini, pelo auxílio na condução do experimento.

A UFPR, Setor Palotina, pela infraestrutura e recursos oferecidos para a realização deste trabalho.

Ao CNPq, CAPES e FINEP pelo financiamento da pesquisa.

À UNESP/CAUNESP pela doação das pós-larvas.

Aos membros da banca, pela avaliação do trabalho.

Dietas práticas com diferentes níveis de energia bruta durante a fase de berçário do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*

RESUMO

O camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* possui potencial para criação e comercialização por apresentar forma sustentável de produção em cativeiro. Esta modalidade é uma alternativa à economia extrativista desta espécie nativa do estuário Amazônico que vem sendo intensamente explorada. Entretanto, mais detalhes sobre a biologia alimentar e exigências nutricionais são necessários para produção em cativeiro desta espécie; o que justifica a investigação do nível ótimo de energia bruta para formulação de dietas. O experimento foi realizado na Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina – Brasil, utilizando pós-larvas de *M. amazonicum* com peso e comprimento médio de $0,043 \pm 0,01$ g e $7,99 \pm 1,72$ mm, distribuídas na densidade de 150m^{-2} , em 25 unidades experimentais sob delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos consistiram de 5 dietas práticas isoproteicas (35% de proteína bruta) com níveis variáveis de energia bruta em cada tratamento (3.600; 3.800; 3.100; 4.300 e 4.700 kcal.kg⁻¹). Após 45 dias do período experimental as pós-larvas foram contadas e medidas para avaliação da sobrevivência (S), ganho de peso (GP), comprimento total (CT), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência alimentar (TEA), taxa de retenção proteica (TRP) e taxa de retenção energética (TER). As variáveis de qualidade de água foram testadas pela análise de variância (ANOVA) e não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), sendo as condições ambientais consideradas estáveis, semelhantes e adequadas para camarões de água doce. As análises bromatológicas da carcaça mostraram que a matéria seca, cinzas, proteína bruta e energia bruta, não foram influenciados pelo nível energético da dieta ($p > 0,05$). A S(%) foi adequada em todos tratamentos ($> 82,4 \pm 8,3$) e também não influenciada pelos níveis energéticos da dieta. A análise de variância para regressão ($\alpha = 0,05$) permitiu estimar que o máximo GP e CF são obtidos com 4.000 kcal.kg⁻¹; a quantidade de energia bruta que proporciona menor CAA é 3.925 kcal.kg⁻¹ e a que proporciona maior TEA é 4.000 kcal.kg⁻¹. Estima-se ainda que a maior TRP pode ser obtida 4.181 kcal.kg⁻¹ e a maior TRE é obtida com 4.130 kcal.kg⁻¹ de EB na dieta. A relação energia:proteína (E:P) de 10,28, mais baixa no tratamento 3.600 kcal.kg⁻¹ pode ser responsável pelo pior CAA e TEA, resultando provavelmente no catabolismo proteico como forma de fornecimento de energia aos processos vitais, causando menor retenção e eficiência proteica, assim como menor crescimento. Já a relação mais alta, no tratamento 4.700 kcal.kg⁻¹ ao fornecer relação E:P de 13,43 pode ter

comprometido a ingestão do alimento, tendo a energia como um limitante de consumo. Esta observação pode ser confirmada pelos dados de TEA, que tem índice menor com extremos da relação E:P. Os dados obtidos e analisados nesta pesquisa demonstram que a energia da dieta interfere nos resultados de desempenho zootécnico, revelando ainda, de forma significativa, a importância do seu balanço para maximizar as respostas das pós-larvas do *M. amazonicum*.

Palavras-chave: Nutrição pós larvas. Exigências. Desempenho.

Effect of practical diets with different energy levels on the performance of the fresh water prawn *Macrobrachium amazonicum* post larvae

ABSTRACT

The fresh water prawn *Macrobrachium amazonicum* has great potential for aquaculture production as an alternative for the extractive fishery on the Amazon estuarine areas. However little is known about this species feeding behavior and nutritional requirements. Therefore, the aim of the present work was to determine the optimum level of energy in the diets of *M. amazonicum* post larvae (PL). The trial was carried out at the Prawn culture laboratory from Paraná Federal University – Sector Palotina, Palotina – Brazil. *M. amazonicum* post larvae with a mean weight of $0.043 \pm 0.01\text{g}$ and mean total length of 7.99 ± 1.72 mm were stocked at an equivalent density of 150 PL.m^{-2} , in 25 experimental glass tanks. Experimental units were randomly assigned to 5 treatments, consisting of 5 diets with 35 % of crude protein and increasing levels of crude energy as follows: 3,600; 3,800; 4,100; 4,300 and 4,700 kcal.kg^{-1} , each treatment had 5 replicate tanks. After 45 days PLs were counted, measured and weighted to determine Survival (S), weight gain (WG), final length (FL), Feed conversion rate (FCR), Feed efficiency (FE), Protein retention index (PRI) and Energy retention index (ERI). Water quality factors monitored during the experimental period were evaluate by ANOVA and did not shown significant differences ($p>0.05$), all the water quality factors evaluated were considered suitable for fresh water prawn culture. Proximate composition analysis of shrimp carcass shown that dry matter, ash content, crude protein and crude energy of prawn tissue were not affected by diet energy level (ANOVA; $p>0,05$). Survival was above 82 % in all treatments without significant differences ($p>0,05$). The analysis of variance for regression used to evaluate prawn performance ($\alpha=0,05$) showed that higher weight gain and final length were obtained with energy level of $4,000 \text{ kcal.kg}^{-1}$; the level of energy that lead to best feed conversion ratio was $3,925 \text{ kcal.kg}^{-1}$ and to provide best feed efficiency index optimum energy level used should be $4.000 \text{ kcal.kg}^{-1}$. Furthermore to achieve the highest Protein retention index the recommended energy level would be $4,181 \text{ kcal.kg}^{-1}$ and for the highest Energy retention index the energy level would be $4,130 \text{ kcal.kg}^{-1}$. The lowest energy:protein ratio (10,28) in the treatment $3,600 \text{ kcal.kg}^{-1}$ was probably responsible for the highest feed conversion ratio and lower feed efficiency, related with the use of protein as energy source. Conversely, higher energy:protein ratio in the treatment $4.700 \text{ kcal.kg}^{-1}$ may have inhibited feed consumption. These may be confirmed observing the feed efficiency index with was lower at the extremes of energy:protein ratio. The results of the

present research confirm that the energy level and energy:protein ratio significantly influences *M. amazonicum*, being very important his balance to the maximum response of post larvae.

Key words: Post larvae nutrition. Requirement. Growth prawn.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVO.....	4
3 MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 MATERIAL BIOLÓGICO E SISTEMA EXPERIMENTAL	5
3.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	8
3.3 QUALIDADE DE ÁGUA E RAÇÕES	9
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4.1 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA CARÇA.....	12
4.2 DESEMPENHO.....	13
5 CONCLUSÃO	23
6 REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Além de sua diversidade e importância ecológica como componentes da macrofauna bentônica de rios e lagos, alguns camarões de águas continentais têm despertado interesse econômico por possuírem potencial para produção e comercialização e por representarem uma forma sustentável da atividade de carcinicultura de água doce (Valenti, 2002; Sampaio *et al.*, 2009).

O camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* destaca-se como um dos principais recursos explorados no estuário amazônico, embora essa importância seja baseada na economia extrativista, necessitando de estudos que subsidiem o seu manejo racional a fim de evitar a exploração predatória (Vieira, 2003; Freire *et al.*, 2012). Estima-se que do total de camarões de água doce capturados no Brasil, pela pesca extrativa, *M. amazonicum* represente cerca de 85% (New *et al.*, 2000), sendo explorado a partir da pesca artesanal principalmente na região Nordeste, nos estados do Pará e Amapá (Gurgel e Matos, 1984; Odinetz-Collart e Moreira, 1993; Bialetzki, *et al.*, 1997; Henriques, 2011).

Atualmente no Brasil, a principal espécie de camarão de água doce produzida em escala comercial é a espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii*. Sua produção em escala mundial no ano de 2012 foi estimada em 220.254 toneladas (FAO, 2014). No entanto, tem se tornado tendência o uso de camarões nativos, como a produção de *Macrobrachium niponense* na China (Kutty *et al.*, 2000), *Macrobrachium malcolmsonii* na Índia (Kutty & Valenti, 2010). Tal prática evita a introdução de espécies exóticas no ambiente com intuito de prevenir problemas como predação, competição, alteração de habitat e disseminação de patógenos (Bridger & Garber, 2002; Myrick, 2002).

Devido à importância econômica e ecológica do *M. amazonicum* são necessários estudos que proporcionem conhecimentos mais detalhados sobre a biologia alimentar e exigências nutricionais da espécie. O conhecimento destes são de fundamental importância para fornecer subsídios à compreensão de temas como nutrição, aspectos biológicos e transferência de energia no ecossistema (Zavala-Camin, 1996) para o efetivo manejo produtivo da população. Com esses dados será possível minimizar riscos de esgotamento pela pesca predatória e ameaças causadas por poluição e ainda promover uma forma de geração de renda ao meio rural (Hahn *et al.*, 1992; Zavala-Camin, 1992).

Embora os exemplares de *M. amazonicum* sejam menores que *M. rosenbergii*, possuem rápido crescimento (Kutty *et al.*, 2000; Maciel e Valenti, 2009), grande rusticidade e

resistência, fácil reprodução e desenvolvimento em cativeiro (Valenti, 1985). É uma espécie eurialina, ocorrendo de estuários até regiões interiores (Meireles *et al.*, 2013).

Recentemente estudos vêm sendo realizados para definir exigências nutricionais dos reprodutores, larvas, pós-larvas e juvenis (Bureau *et al.*, 2002; Araujo e Valenti, 2005; Cuzon e Guillaume, 1997; Coyle *et al.*, 2010; Glencross *et al.*, 2013). Entretanto, existem poucas informações acerca das exigências nutricionais das espécies de camarão de água doce com potencial para aquicultura, especialmente sobre o aspecto qualitativo e quantitativo da proteína dietária, necessidade energética e relação energia:proteína (E:P); conhecimentos necessários para expressão do máximo potencial genético (Pezzato *et al.*, 2003; Glencross *et al.*, 2013).

Estudos que definem níveis ótimos de energia nas dietas são demonstrados em maior escala para crustáceos do gênero *Pennaeus*, que diferentemente dos camarões de água doce do gênero *Macrobrachium*, são em maioria espécies marinhas, carnívoras e mais exigentes em proteína (Pezzato *et al.*, 2003).

Segundo Cuzon e Guillaume (1997), o nível de energia digestível das rações e sua utilização adequada está intimamente relacionada ao teor de proteína, ou seja, existe adequada relação energia:proteína para se obter ingestão adequada de alimento e conseqüentemente melhor conversão alimentar e menor excreção de nutrientes ao ambiente (Pezzato, 2002; Pezzato *et al.*, 2003).

O uso de ração com adequada relação E:P é importante pelo consumo de proteína em excesso limitar o crescimento do animal e piorar a conversão alimentar, podendo sobrecarregar o metabolismo, pelo catabolismo proteico, para obtenção de energia e/ou excreção de seu excesso ao meio ambiente. Por outro lado, uma dieta com excesso de energia pode levar a resultados zootécnicos ainda piores, uma vez que o animal pode saciar-se energeticamente sem que sejam atendidas exigências dos demais nutrientes, fundamentais a ao seu desenvolvimento e saúde (Pezzato, 2002).

Diferentes níveis ótimos de proteína, carboidratos, lipídeos e energia existem para diferentes espécies de crustáceos e a relação ótima E:P deve ser estabelecida para cada espécie (Cuzon e Guillaume, 1997). Todo requerimento e efetividade do ingrediente que fornece proteína está baseado na exigência de cada aminoácido necessário ao crescimento e proteína que pode ser usada como fonte de energia pelo crustáceo (Coyle *et al.*, 2010).

Campagnolo (em preparação) e Pezzato *et al.* (2003) identificaram para a espécie *M. amazonicum* o nível de 35% de proteína sendo o mais adequado quando de avaliou respostas de desempenho nas pós-larvas.

Embora pesquisas tenham sido realizadas, poucas são as informações sobre as exigências nutricionais do *M. amazonicum*, espécie com potencial para aquicultura, e estas são fundamentais para a formulação de rações utilizadas na carcinicultura de água doce para possibilitar a expressão máxima em produtiva e reprodutiva (New *et al.*, 2010).

2 OBJETIVO

Avaliar o desempenho do camarão *Macrobrachium amazonicum* durante a fase de berçário, alimentado com dietas práticas com diferentes níveis de energia bruta.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Carcinicultura e de Nutrição de Organismos Aquáticos de Água Doce da Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina.

3.1 MATERIAL BIOLÓGICO E SISTEMA EXPERIMENTAL

Foram utilizadas pós-larvas de *M. amazonicum* provenientes do Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP), Campus de Jaboticabal, São Paulo.

As pós-larvas foram aclimatadas por período de 20 dias de adaptação em tanques circulares de polietileno com volume de 300 litros, providos de filtragem biológica e recirculação diária de água de 100% a cada 1 hora conforme recomendado por Valenti e Mallasen (2002). Após este período as pós-larvas foram submetidas à biometria (pesadas e medidas individualmente) e transferidas para unidades experimentais.

As unidades experimentais foram constituídas de 25 aquários de vidro com volume útil de 50 litros cada e área de fundo de $0,11\text{m}^2$, sem substrato adicional, ligados a um único sistema de recirculação de água com filtragem biológica e controle de temperatura da água (Figura 1). O filtro biológico foi composto por um tanque de 300 litros preenchido com pedras britas e conchas, dotado de aeração e filtro mecânico para retenção de possíveis resíduos de fezes ou ração provenientes das unidades experimentais. A taxa de recirculação utilizada foi de 100% a cada hora. A manutenção da temperatura foi assegurada utilizando-se aquecedores com termostato. A intensidade da luz fornecida foi de 500 lux, e o fotoperíodo adotado de 12 horas luz e 12 horas escuro (luz das 6:00 as 18:00 horas) conforme recomendado por New *et al.* (2010).



Figura 1 – Unidades experimentais e sistema de filtragem biológica utilizadas no experimento.

As pós-larvas com peso e comprimento médio de $0,043 \pm 0,01$ g e $7,99 \pm 1,72$ mm, respectivamente, foram estocadas em densidade equivalente a 150 PL/m^2 de acordo com recomendações de Penteadó *et al.* (2007), totalizando 17 indivíduos em cada aquário (Figura 2).



Figura 2 – Unidade experimental com sistema de aeração e renovação de água.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições, distribuídos aleatoriamente. Os tratamentos consistiram de 5 dietas práticas formuladas para atender o nível de 35% de proteína bruta (dietas isoproteicas), conforme recomendado por Campagnolo (em preparação) e Pezzato *et al.* (2003). De acordo com a composição química dos ingredientes (NRC, 2011) para a matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, carboidratos, matéria mineral e energia bruta, foram formuladas as dietas práticas isoproteicas utilizadas no presente estudo com níveis variáveis de energia bruta de 3.600 a $4,700 \text{ kcal.kg}^{-1}$, conforme composição centesimal apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição centesimal das rações utilizadas nos experimento para composição das 5 rações experimentais, contendo diferentes níveis de energia bruta

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	3.600 kcal.kg ⁻¹	3.800 kcal.kg ⁻¹	4.100 kcal.kg ⁻¹	4.300 kcal.kg ⁻¹	4.700 kcal.kg ⁻¹
Farelo de soja	23,00	23,00	23,00	24,00	22,50
Farinha de peixe	37,00	37,00	37,00	37,50	40,00
Farelo de milho	5,50	5,50	5,00	4,00	1,00
Farelo de trigo	9,50	10,00	10,00	6,00	2,00
Amido de milho	2,00	7,00	12,00	12,50	10,50
Óleo de peixe	0,50	0,75	1,50	3,00	7,00
Óleo de soja	0,50	0,75	1,50	3,00	7,00
Fosfato bicálcico	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
Calcário	2,00	2,00	2,00	2,00	4,80
Vitamina C	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Premix*	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
BHT**	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

* Premix mineral e vitamínico composto por ácido fólico, pantotenato de cálcio, vit B1, vit B2, vit B6, vit B12, niacina, vit A, vit E, vit K, vit D, cobalto, cobre, ferro, iodo, manganês, selênio, zinco, vit C.

** BHT = hidróxido de tolueno butirato

Os ingredientes foram triturados em moinho tipo martelo com peneira de 1,0 mm de diâmetro, misturados, e peletizados para obtenção de grânulos com 1,5 mm de diâmetro (Araujo e Valenti, 2005). Em seguida foram secos em estufa com ventilação forçada a temperatura de 50°C por 24 horas, embalados e armazenados em congelador até o momento de sua utilização.

As dietas foram ofertadas inicialmente na proporção de 40% da biomassa inicial divididas em 4 vezes ao dia (07h30, 11h30, 15h30 e 19h30) conforme recomendado por Araujo e Valenti (2005) e em seguida a quantidade foi ajustada de acordo com o consumo. Os

primeiros dois dias foram considerados como período de adaptação à dieta e às condições ambientais nas unidades experimentais.

Diariamente antes da primeira alimentação, cada unidade experimental era sifonada para a retirada das fezes e restos de alimento.

Oxigênio dissolvido, pH, e temperatura da água foram monitorados diariamente pelo uso de Oxímetro AT-170 (Alfakit[®]), medidor de pH AT-315 (Alfakit[®]) e termômetro (Incoterm[®]). As concentrações de amônia, nitrito e nitrato foram monitoradas uma vez por semana utilizando-se fotolorímetro digital AT100-PB (Alfakit[®]). O monitoramento foi realizado em cada unidade experimental e assegurando que a qualidade da água se mantivesse nos níveis recomendados por Correia *et al.* (2010).

3.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO CORPORAL

Ao final do período experimental, 45 dias, os camarões remanescentes em cada unidade experimental foram contados e medidos em peso e comprimento para a avaliação da taxa de sobrevivência (S), ganho de peso (GP), comprimento total (CT), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência alimentar (TEA), taxa de retenção energética (TRE), taxa de retenção proteica (TRP) conforme descrito por Seenivasan *et al.* (2012) e NRC (2011). Para os cálculos foram utilizadas as seguintes equações:

$$S (\%) = (\text{Número total de animais vivos}) / (\text{Número total de animais inicial}) \times 100$$

$$GP (\text{mg}) = \text{Peso final (mg)} - \text{Peso inicial (mg)}$$

$$CT (\text{mm}) = \text{Comprimento final (mm)} - \text{comprimento inicial (mm)}$$

$$CAA = \text{total de ração ingerida (g)} / \text{total de peso dos camarões (g)}$$

$$TEA (\%) = 100 \times [\text{peso total dos camarões (g)} / \text{total de ração ingerida (g)}]$$

$$TRE (\%) = 100 \times [(\text{Peso final} \times \text{Energia bruta corporal final}) - (\text{Peso inicial} \times \text{Energia bruta corporal inicial})] / \text{energia ingerida}$$

$$TRP (\%) = 100 \times [(\text{Peso final} \times \text{Proteína bruta carcaça final}) - (\text{Peso inicial} \times \text{Proteína Bruta carcaça inicial})] / \text{proteína ingerida}$$

Na Figura 3 é mostrado o procedimento de biometria dos camarões realizada com balança analítica AY220 Martel® e paquímetro King Tools®.

Posteriormente, os camarões foram insensibilizados e abatidos em água fria (1°C) e analisados quanto à percentagem de matéria seca, cinzas, proteína bruta e energia bruta (AOAC, 1999).



Figura 3 – Medidas de peso e comprimento realizados em *Macrobrachium amazonicum*, com paquímetro e balança digital ao início e final do período experimental

3.3 QUALIDADE DE ÁGUA E RAÇÕES

As variáveis de qualidade de água controladas e monitoradas foram submetidas à ANOVA e não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), sendo as condições ambientais consideradas estáveis e semelhantes entre as repetições e entre os tratamentos e adequadas para camarões de água doce (Moraes-Riodades e Valenti, 2002), conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Variáveis de qualidade de água monitoradas nas unidades experimentais (média±desvio padrão, máximo e mínimo) para avaliação da sobrevivência e desempenho de *Macrobrachium amazonicum* alimentado com dieta experimental isoproteica (35% PB) e diferentes níveis de energia bruta

Variável	Média±desvio padrão	Máximo	Mínimo
T (°C)	29,46±0,020	29,60	29,45
pH	8,44±0,004	8,45	8,43
Oxigênio (mg.L ⁻¹)	8,23±0,050	8,40	8,14
Amônia (mg.L ⁻¹)	0,005±0,007	0,03	0,00
Nitrito (mg.L ⁻¹)	0,005±0,003	0,01	0,00
Nitrato (mg.L ⁻¹)	1,124±0,346	1,72	0,63

As dietas foram processadas e fornecidas de forma que não ocorresse eventual seleção de partículas ou ingredientes por parte dos camarões. Para tanto, o processo de escolha dos ingredientes, processamento e conservação foram considerados para a dieta experimental satisfatória de acordo com Takon e Akiyama (1997) e Coyle *et al.* (2010), os quais relatam que pós-larvas são capazes de consumir maior variedade de alimentos que larvas, reportando a possibilidade de inclusão de partículas de camarão ou peixes, milho ou trigo, fornecidos em dietas peletizadas (Tabela 3).

As análises bromatológicas da ração confirmaram que os níveis de proteína bruta e energia estiveram de acordo com as dietas formuladas, apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição bromatológica das dietas experimentais isoproteicas, com variações no teor energético, para avaliação da sobrevivência e desempenho de pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum*

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	3.600 kcal.kg ⁻¹	3.800 kcal.kg ⁻¹	4.100 kcal.kg ⁻¹	4.300 kcal.kg ⁻¹	4.700 kcal.kg ⁻¹
Matéria seca (%)	89,51	90,25	89,19	89,82	90,02
Cinzas (%)	28,88	24,76	20,15	19,00	15,54
Proteína bruta (%)	36,77	37,40	38,14	36,77	37,53
Extrato etéreo (%)	6,55	7,14	11,78	13,23	19,61
Energia Bruta (kcal.kg ⁻¹)	3.667	3.815	4.144	4.280	4.720

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de variância unifatorial foi utilizada para determinar diferenças significativas ($p < 0,05$) para os diferentes parâmetros de qualidade de água. Resultados da bromatologia das carcaças foram analisadas utilizando-se ANOVA para identificar se houve diferença entre os tratamentos a nível de 5% de significância. Para os parâmetros de desempenho utilizou-se a análise de variância para a regressão ($\alpha = 0,05$) conforme descrito por Zar (1996) com posterior cálculo da quantidade ótima de energia bruta (Banzatto e Kronka, 2006).

O software estatístico utilizado foi Statística 7.0[®] (STATISTICA, 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA CARÇAÇA

Segundo D'Abramo *et al* (1997) a alimentação do camarão pode ser considerada um dos principais fatores que determinam a composição do tecido muscular dos camarões; associada à genética, sexo, estágio de desenvolvimento e fatores ambientais. Além disso, efeitos fisiológicos associados ao metabolismo e estrutura celular do tecido animal são verificados nos experimentos nutricionais (D'Abramo e Castell, 1997).

Os resultados das análises bromatológicas da carcaça observados nos tratamentos, para matéria seca, cinzas, proteína bruta e energia bruta estão apresentados na Tabela 4. De acordo com os resultados da ANOVA o nível energético da dieta isoproteica (35%PB) não interferiu na composição da carcaça para as variáveis analisadas ($p>0,05$).

Tabela 4 – Composição bromatológica e desvio padrão de pós-larvas do camarão *Macrobrachium amazonicum* inteiro alimentado com dieta isoproteica (35% PB) e diferentes níveis de energia bruta

Variável	Tratamentos					DP
	3.600 kcal.kg ⁻¹	3.800 kcal.kg ⁻¹	4.100 kcal.kg ⁻¹	4.300 kcal.kg ⁻¹	4.700 kcal.kg ⁻¹	
Umidade (%)	73,67	72,92	73,10	72,74	72,55	0,43
Cinzas (%)	4,23	4,31	4,74	4,66	4,71	0,24
Proteína bruta (%)	18,51	20,57	21,67	20,45	16,37	2,09
Energia Bruta (kcal.kg ⁻¹)	4.471	4.443	4.548	4.584	4.576	65,03

DP = desvio padrão

Ao analisar composição bromatológica de *M. amazonicum* inteiro, obtidos em ambiente natural, com peso entre 0,9 e 1,2g. Furuya *et al.* (2006) registraram valores de umidade, cinzas e PB de 70,3; 1,5 e 24,8%, respectivamente. Portella *et al.* (2013)

apresentaram, para pós-larvas de *M. amazonicum* com 0,01g de peso, valores de umidade e proteína de 76,5% e 21,5%, respectivamente.

Ao estudar *M. rosenbergii*, Seenivasan *et al.* (2012) ao testarem diferentes níveis de inclusão de *Bacillus subtilis* obtiveram carcaça com variações de umidade entre 75,1 e 76%, proteína entre 57,0 e 62,88%, sendo estes valores superiores ao presente estudo, especialmente quando se refere à proteína, no entanto, utilizou pós-larvas com tamanho e peso em torno de cinco vezes maiores que as utilizadas neste experimento.

De acordo com Furuya *et al.* (2006) variações nos resultados bromatológicos para as variáveis analisadas podem ser atribuídas à disponibilidade e ao tipo de alimento consumido pelos animais (em cativeiro ou ambiente natural) e às regiões do corpo do crustáceo incluídas na análise (animal inteiro, região abdominal ou cefálica e presença ou não de carapaça).

Análise de lipídeos na carcaça não foi realizada neste experimento devido o pequeno conteúdo de amostra disponível, insuficiente para determinação laboratorial, no entanto, a literatura cita valores em torno de 1,5% a 12,4% e identifica o *M. amazonicum* como uma potencial fonte de ácidos graxos, especialmente eicosapentanóico (EPA) e decosahexanóico (DHA), o qual pode ser utilizado diretamente na alimentação humana ou incorporado em dietas para peixes, objetivando melhorar sua composição em ácidos graxos para posterior consumo humano (Furuya *et al.*, 2006; Seenivasan *et al.*, 2012).

4.2 DESEMPENHO

Os valores de sobrevivência (%), peso final (g), comprimento total (mm), conversão alimentar aparente, taxa de eficiência alimentar (%), taxa de retenção proteica (%), e taxa de retenção energética (%) para as pós-larvas de *M. amazonicum* são apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Desempenho e sobrevivência de pós-larvas de *M. amazonicum* alimentados com dietas experimentais isoproteicas contendo diferentes níveis de energia durante a fase de berçário (média±desvio padrão)

Variáveis	Tratamentos				
	3.600 kcal.kg ⁻¹	3.800 kcal.kg ⁻¹	4.100 kcal.kg ⁻¹	4.300 kcal.kg ⁻¹	4.700 kcal.kg ⁻¹
Sobrevivência (%)	85,9±8,9	91,8±8,9	90,6±6,7	88,2±5,9	82,4±8,3
Peso final (g)	0,15±0,02	0,16±0,02	0,19±0,02	0,15±0,02	0,15±0,03
Comprimento total (mm)	27,86±1,2	29,36±1,2	30,56±1,3	28,34±2,0	27,46±1,4
Conversão alimentar aparente	6,0±1,8	5,0±0,9	4,0±0,8	5,5±1,2	6,5±2,1
Taxa eficiência alimentar (g/g)	17,6±4,2	20,5±3,8	25,9±5,1	18,8±3,6	16,6±4,8
Taxa de retenção proteica (%)	5,9±0,9	7,6±1,2	8,1±1,3	10,2±1,4	4,7±1,2
Taxa de retenção energética (%)	5,0±0,8	5,3±0,9	7,7±1,1	5,3±0,8	4,9±1,2

Todos os tratamentos apresentaram sobrevivência elevada para a espécie (acima de que 80%) e não apresentaram valores significativamente diferentes entre os tratamentos, de acordo com análise de regressão e ANOVA ($p>0,05$), indicando que níveis energéticos extremos na dieta não interferem na sobrevivência do *M. amazonicum*. O gráfico abaixo ilustra os valores médios com os respectivos desvios (Figura 4).

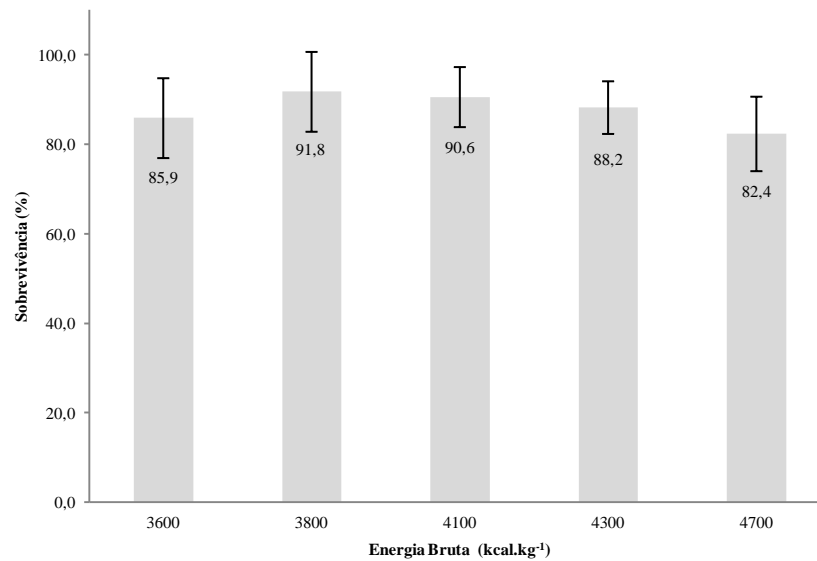


FIGURA 4 – Sobrevivência média (barras indicam o desvio padrão) de *Macrobrachium amazonicum* alimentado com dietas experimentais isoproteicas com diferentes níveis de energia durante a fase de berçário. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$).

As sobrevivências neste experimento estiveram de acordo com as recomendações de D'Abramo *et al.* (1997) os quais inferem que análises estatísticas não são adequadas para ganho de peso em resposta ao tratamento dieta se a sobrevivência for menor que 75% ao término do experimento e o coeficiente de variação entre as repetições não deve exceder 15%.

Seenivasan *et al.* (2012), ao estudarem nutrição de *M. rosenbergii*, verificaram sobrevivência de 80% em pós-larvas recebendo dieta controle, e valor máximo de 90% quando utilizaram dietas contendo inclusão de probiótico. Porcentagens menores de sobrevivência foram registradas por Sampaio *et al.* (2004), com valor médio de $57,64 \pm 10,68\%$ para *M. amazonicum* quando estudaram a necessidade de inclusão de selênio e vitamina nas dietas.

Coyle *et al.* (2010) definem a mortalidade como resultado de doenças, qualidade de água inadequada, falha no sistema ou por canibalismo, sendo o canibalismo a principal causa de mortalidade de *M. rosenbergii* dentre as citadas.

Ao se referenciar os demais dados zootécnicos verificou-se relação quadrática para as respostas de desempenho em função da dieta. É importante ainda ressaltar que as pós-larvas selecionadas para este experimento foram adequadas, apresentando a mesma idade, peso e comprimento inicial homogêneos, assim como descrito por D'Abramo *et al.* (1997).

Ao se avaliar o peso médio final dos camarões, de acordo com análise de regressão quadrática (p-valor 0,030011), o peso foi influenciado pelo nível energético da ração, sendo a ração com 4.100 kcal.kg⁻¹ a que proporcionou o desempenho máximo (Figura 5). Ainda, de acordo com os estatísticos Banzatto e Kronka (2006) ao se calcular o ponto máximo da reta, verificou-se o nível de 4.000 kcal.kg⁻¹ como o mais indicado pelas análises estatísticas (Figura 5).

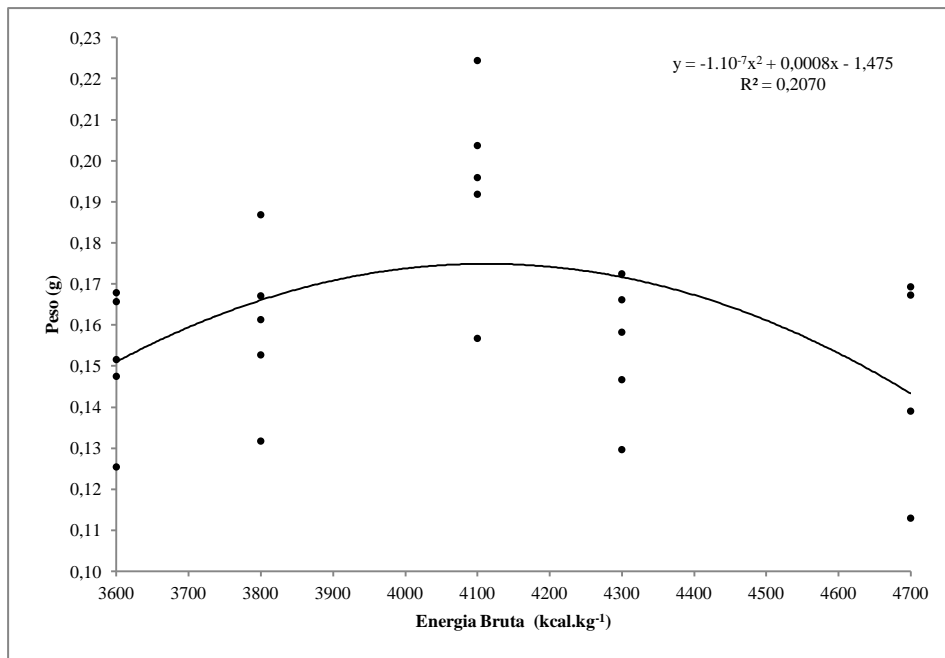


FIGURA 5 – Curva de regressão para o peso médio final (g) de *Macrobrachium amazonicum* alimentado com dietas experimentais isoproteicas com diferentes níveis de energia bruta durante a fase de berçário

Ao avaliar o comprimento médio total do camarão, registrou-se relação quadrática significativa (p<0,05) em função do aumento da energia na dieta. A tendência observada foi aumento do comprimento médio total até a o valor de 4.000 kcal.kg⁻¹ (p-valor 0,020990), seguindo uma tendência de redução para níveis mais altos, conforme mostrado na Figura 6.

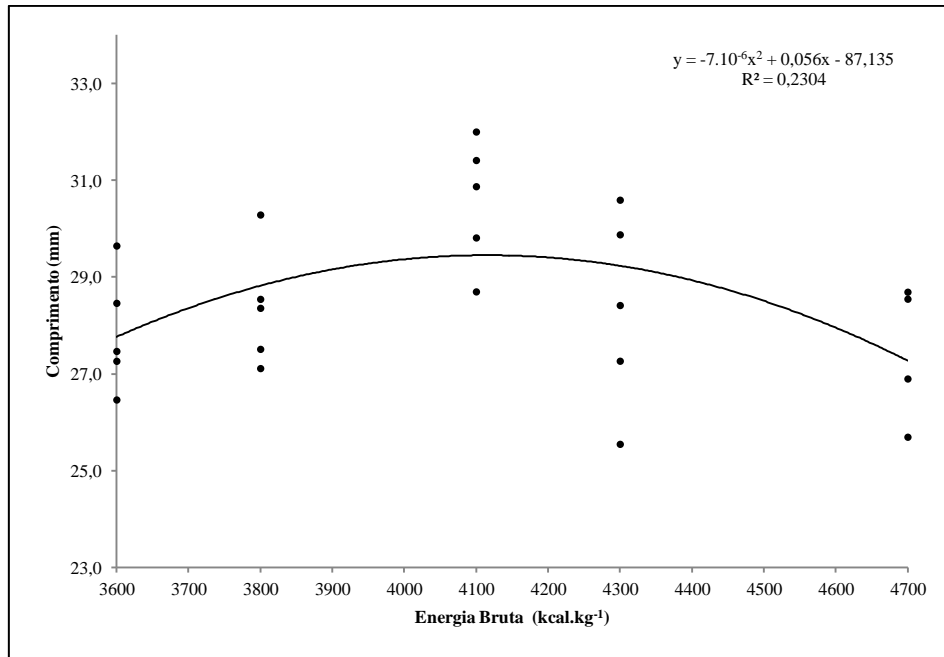


FIGURA 6 – Curva de regressão para comprimento médio total (mm) de *Macrobrachium amazonicum* alimentados com dietas experimentais isoproteicas com diferentes níveis de energia bruta durante a fase de berçário.

A redução do crescimento dados pelo peso e comprimento médio total podem estar relacionados a alta relação energia:proteína da dieta, sendo a energia um limitante do consumo de alimento. Assim a baixa proteína e outros nutrientes ingeridos levam à redução na formação dos tecidos musculares (Shiau e Lan, 1996).

A conversão alimentar aparente (CAA) também apresentou análise de regressão significativa para a relação quadrática (*p*-valor 0,028152), mostrando ser o valor 3.925kcal.kg⁻¹ a quantidade de energia que proporcionou a melhor conversão alimentar. Este valor está mais próximo ao nível utilizado de 4.000kcal.kg⁻¹ (Figura 7).

Pode-se inferir assim que a menor média de CAA foi verificada no tratamento 4.000 kcal/kg⁻¹, com valor 4±0,8 e a maior média foi determinada no tratamento 4.700 kcal/kg⁻¹ com média de CAA de 6,5±2,1.

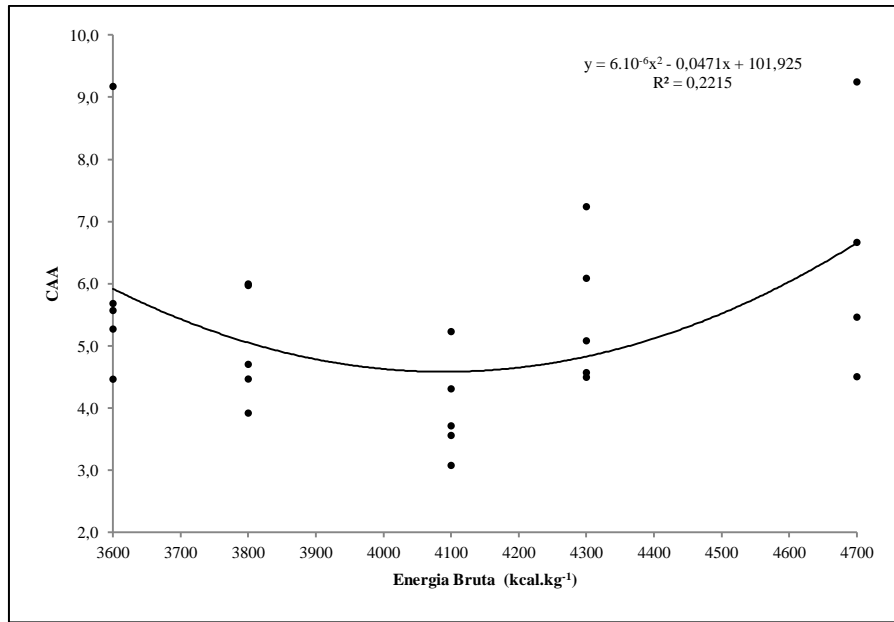


Figura 7 – Curva de regressão para conversão alimentar aparente de *Macrobrachium amazonicum* alimentados com dietas experimentais isoproteicas com diferentes níveis de energia bruta durante a fase de berçário

Os valores de CAA foram em todos os tratamentos superiores aos encontrados por Seenivasan *et al.* (2012), o qual registrou valores entre 2,47 e 3,60 para pós-larvas de *M. rosenbergii* suplementadas com *Bacillus subtilis*, com peso e comprimento médios de 0,21g e 1,42cm respectivamente, sendo estes animais maiores que os utilizados no presente estudo. Sampaio *et al.* (2004) registraram valor médio de CAA para camarões *M. amazonicum* de 2,03 em pós-larvas de 0,28g e 20,60mm alimentadas com dietas purificadas e suplementação com vitamina e selênio. Araujo e Valenti (2005) ao estudarem frequências alimentares para a espécie em questão obtiveram valores de CAA próximos aos encontrados neste estudo, registrando CAA variando de 3 a 10, sem diferença significativa, quando testaram até 8 arraçoamentos diários em taxa de 40% da biomassa, com pós-larvas de 0,009 mg.

Esses dados possibilitam inferir que os mecanismos pelo qual a conversão alimentar é afetada ainda necessitam de estudos e devem ser considerados cuidadosamente, especialmente quando se quantifica o alimento oferecido às pós-larvas e não se quantifica o alimento ingerido, sendo muitas vezes a conversão alimentar não reportada diretamente aos fenômenos fisiológicos de ingestão, digestão, absorção e deposição do camarão.

A taxa de eficiência alimentar (TEA%) foi significativa para a regressão quadrática (p-valor 0,020719) conforme Figura 8. Foi superior também na ração que forneceu 4.100kcal.kg⁻¹. Determinou-se assim a eficiência máxima obtida com 4.000 kcal.kg⁻¹, de acordo com análise de regressão quadrática (p<0,05).

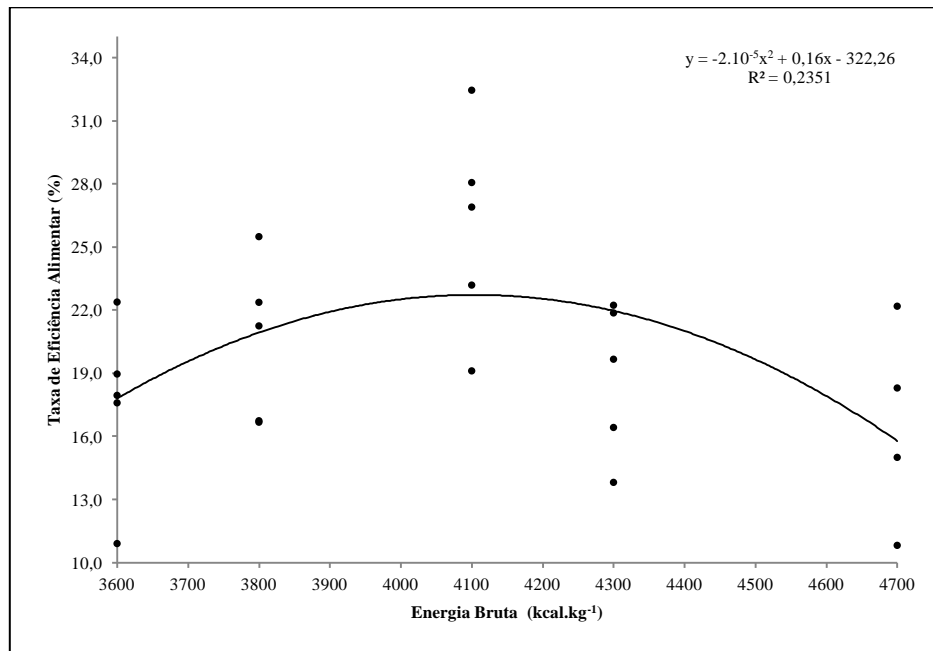


Figura 8 – Curva de regressão para Taxa de Eficiência Alimentar (%) de *Macrobrachium amazonicum* alimentados com dietas experimentais isoproteicas com diferentes níveis de energia bruta durante a fase de berçário.

Baseando-se em considerações de Bureau *et al.* (2002), Glencross *et al.* (2013) ganhos em crescimento estão altamente relacionados ao aumento da capacidade de ingestão do crustáceo; portanto, ganhos adicionais promovidos por características genéticas na eficiência energética, eficiência proteica e na redução da necessidade de energia de manutenção não devem ser descartados. D’Abramo e New (2010) completam ainda que a melhor eficiência de utilização da dieta é também dependente relação energética e proteica da dieta, pela quantidade de energia não proteica afetar o consumo diário de alimento.

Os resultados da taxa de retenção energética (TRE) e taxa de retenção proteica (TRP) nas carcaças, neste experimento foram melhores quando com nível de 4.100 Kcal.kg⁻¹

($p > 0,05$), com pontos máximos de $4.130 \text{ kcal.kg}^{-1}$ e $4.181 \text{ kcal.kg}^{-1}$ para TER e TRP, respectivamente (Figura 9 e 10).

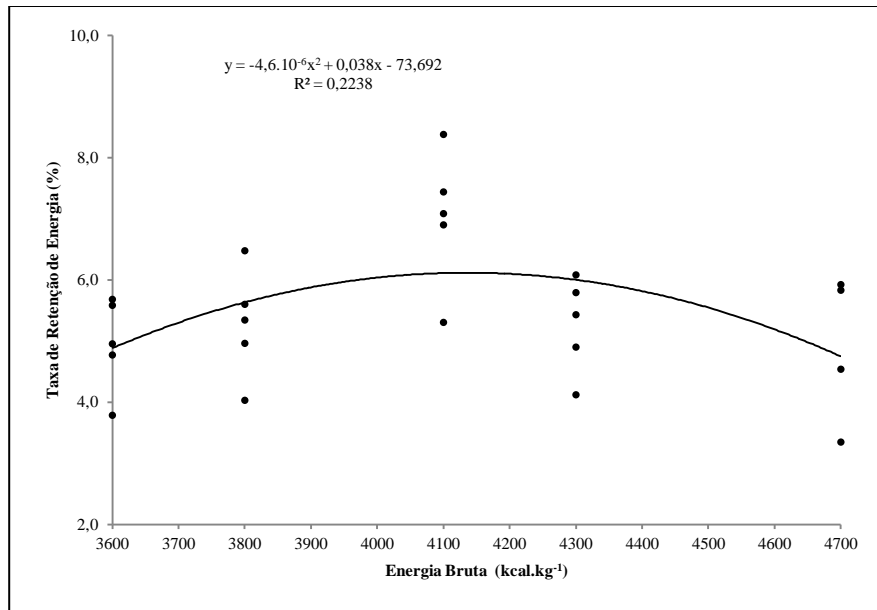


FIGURA 9 – Curva de regressão para Taxa de Retenção Energética (%) de *Macrobrachium amazonicum* alimentados com dietas experimentais isoproteicas com diferentes níveis de energia durante a fase de berçário.

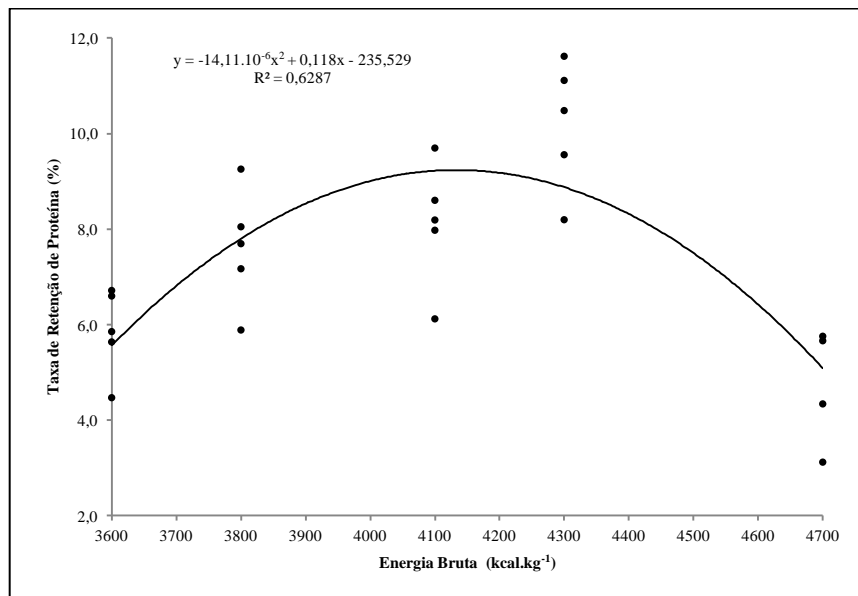


FIGURA 10 – Curva de regressão para Taxa de Retenção Proteica (%) de *Macrobrachium amazonicum* alimentados com dietas experimentais isoproteicas com diferentes níveis de energia bruta durante a fase de berçário.

Ao se referir à TRE e TRP (Figura 9 e 10) e definindo-se o tratamento com 4.100kcal.kg^{-1} como superior aos demais, encontramos relação E:P de 11,71. Esta relação está próxima a melhor relação encontrada por Pezzato *et al.* (2003), de 10,28, para o camarão-da-amazonia. Estes valores inferem que nível proteico e energético e conseqüentemente o seu balanço influenciam as respostas de desempenho das pós-larvas de camarão.

Pesquisas realizadas para *M. rosenbergii* propõem a relação E:P entre 5,7 e 8,3 (Bautista, 1986) e 8,0 a 11,9 para camarões do gênero *Peneideo* (Shiau e Chou, 1991; Shiau e Peng (1992).

A relação E:P mais baixa no tratamento 3.600kcal.kg^{-1} (10,28) pode ser responsável pelo pior CAA e TEA, resultando provavelmente no catabolismo proteico como forma de fornecimento de energia aos processos vitais, causando menor retenção e eficiência proteica, assim como menor crescimento. Já a relação mais alta, no tratamento 4.700kcal.kg^{-1} ao fornecer relação E:P de 13,43 pode ter comprometido a ingestão do alimento, tendo a energia como um limitante de consumo. Esta observação pode ser confirmada pelos dados de TEA, que tem índice menor com extremos da relação E:P.

De acordo com Glencross *et al.* (2013) avaliações energéticas e proteicas na dieta são essenciais como estratégia para otimizar resultados de performance e estão relacionadas aos efeitos de ingestão de energia, eficiência de utilização e demandas metabólicas para manutenção dos processos vitais.

Pezzato *et al.* (2003) ao testar dois níveis de energia (3.200 e 3.600kcal.kg^{-1}) observaram que o ganho de peso e conversão alimentar estão em função das variáveis de proteína e energia contidas na dieta, identificando efeito quadrático com melhor resposta em pós-larvas de *M. amazonicum* alimentados com rações contendo 35% de PB e 3.600kcal.kg^{-1} correspondendo a relação energia:proteína (E:P) de 10,28, quando utilizou pós-larvas com peso médio de $0,280\pm 0,032\text{ g}$ e $259,0\pm 32,0\text{ mm}$.

Existem poucas informações acerca das exigências nutricionais para a espécie *M. amazonicum*, destacadamente sobre o aspecto qualitativo e quantitativo da proteína dietária, necessidade energética e a relação energia:proteína, para máxima resposta zootécnica (Pezzato *et al.*, 2003) e estas informações são essenciais para o desenvolvimento de dietas eficientes, pois a energia deve ser suplementada em quantidade suficiente, já que a proteína é usada quase que exclusivamente para síntese de tecidos e a principal fonte energética deve ser proveniente de carboidratos e lipídeos. No entanto, níveis lipídicos não devem exceder 10%

da dieta devido a incapacidade de crustáceos tolerarem bem níveis maiores deste nutriente e utilizá-lo de forma eficiente como fonte de energia (D'Abramo *et al*, 1997).

Os resultados obtidos demonstram o quanto a energia da dieta interfere nos dados zootécnicos, inferindo ainda que a adequada relação E:P maximiza o desempenho das pós-larvas de *M. amazonicum*.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que a energia da dieta pode interferir no desempenho do camarão, revelando ainda, de forma significativa, a importância do seu balanço com a proteína para maximizar as respostas das pós-larvas do *M. amazonicum*. Considerando-se ganho de peso e comprimento final os parâmetros de desempenho mais importantes para estes camarões na fase de berçário, conclui-se que o melhor nível energético da dieta foi de 4.000 kcal.kg⁻¹.

6 REFERÊNCIAS

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). In: CUNNIFF, P. Official Methods of Analysis of AOAC, 16. ed., Washington, DC, 1999, p.1141.
- ARAUJO, M. C.; VALENTI, W. C. Feeding habit of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, v. 265., 2005, p.187-193.
- BANZATO, D. A.; KRONKA, S. do N. *Experimentação agrícola*. Edição 4. Jaboticabal, 2006.
- BAUTISTA, L. The response of *Macrobrachium rosenbergii* juveniles to varying protein/energy ratio in test diets. *Aquaculture* v.53. 1986, p.229-234.
- BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G., *et al.* Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo's inlet (Ressaco de Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Paraná, Brasil. *Revta. Brás. Zool.* v. 4, n.2, 1997, p.379-390.
- BRIDGER, C. J. & GARBER, A. F. *Aquaculture escapement, implications and mitigation: the salmonid case study*. In: COSTA-PIERCE, B. A. (ed.) *Ecological Aquaculture the Evolution of the Blue Revolution*. Oxford, Blackwell Science. 2002. p.77-102.
- BUREAU, D.P., KAUSHIK, S.J., CHO, C.Y. Bioenergetics. In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), *Fish Nutrition, Third Edition*. Academic Press, Elsevier Science USA, New York, 2002, p. 1-59.
- CAMPAGNOLO. Efeito de dietas práticas com diferentes níveis de proteína bruta sobre o crescimento de juvenis do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*. (em preparação).
- CORREIA, E.S.; VALENTI, W.C.; DANIELS, W.H. *Hatchery Systems and Management*. In: *Freshwater Prawns, Biology and Farming* (ed. by M.B. New; W.C Valenti, J.H. Tidwel, *et al.* Editora Wiley. 2010. p.108-126.
- COYLE, S.D.; ALSTON, D.E.; SAMPAIO, C.M.S. *Nursery systems and management*. In *Freshwater Prawns, Biology and Farming* (ed. By M.B. New; W.C Valenti, J.H. Tidwel, *et al.* Editora Wiley. 2010, p.108-126.
- CUZON, G.; GUILLAUME, J. Energy and protein:energy ratio. In: D'ABRAMO, L. R. *et al.* *Crustacean Nutrition (EU)*. Baton Rouge, Louisiana: WAS. cap.1, 1997, p. 51-70.
- D'ABRAMO, L.R.C.; AKYAMA, D.M. *Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture*. World Aquaculture Society, Louisiana. 1997, p.587.
- D'ABRAMO L.R. & CASTELL J.D. Research methodology. In: *Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture* (ed. by L.R. D'Abramo D.E. Conklin & D.M. Akiyama), p587. World Aquaculture Society, Louisiana. 1997, p.3-26.
- FAO. Cultured Aquatic Species Information Programme. *Macrobrachium rosenbergii*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by New, M. B. In: *FAO Fisheries*

and Aquaculture Department. Rome. Updated 1 January 2004. Disponível em: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Macrobrachium_rosenbergii/en#tcNA00FE. Acesso em 01 de julho de 2014.

FREIRE, J.L.; MARQUES, C. B.; SILVA, B. B. Estrutura populacional do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda:Palaemonidae) em um estuário da região nordeste do Pará, Brasil. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* v. 16(2). 2012, p.65-76.

FURUYA, W.M., HAYASHI, C.; SILVA, A.B.M., *et al.* Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do camarão-d'água-doce. *R. Bras. Zootec.* v.35, n.4, 2006, p. 1577-1580.

GLENCROSS, B. TABRETT, S. IRVIN, S., *et al.* Analysis of the effect of diet and genotype on protein and energy utilization by the black tiger shrimp, *Penaeus monodon* – why do genetically select shrimp grow faster? *Aquaculture Nutrition.* v. 19. 2013, p.128-138.

GURGEL, J. J. S.; MATOS, M. O. M. Sobre a criação extensiva do camarão-canela, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) nos açudes públicos do nordeste brasileiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, São Carlos, 1984. Anais... 1984, p. 705.

HAHN, N.S. *et al.* Aspectos da alimentação do armado, *Pterodoras granulosus* (Ostariophysi, Doradidae) em distintos ambientes do Alto Rio Paraná. *Revista Unimar, Maringá*, v. 14, 1992, p.163-176,

HENRIQUES, F.M; ARAÚJO, M. V.L.F.; SILVA, K.C.A., *et al.* Bioecologia do camarão regional, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) capturados na área de influência da usina hidrelétrica Tucuruí, localizada no Estado do Pará – Brasil. *Anais... 9º Seminário Anual de Iniciação Científica- Universidade Federal da Amazônia.* Outubro, 2011.

KUTTY, M. N.; HERMAN, F.; LE MENN, H. *Culture of other prawn species.* Oxford: Blackwell Science, 2000.

KUTTY, M.N.; VALENTI, W.C. Culture of other freshwater prawn species. In: NEW, M.B., VALENTI, W.C., TIDWELL, J.H., D'ABRAMO, L.R. & KUTTY, M.N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming.* Wiley-Blackwell, Oxford, England. 2010. 560 p.

MACIEL, C. R.; VALENTI, W. C. Biology, Fisheries, and Aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: A Review. *Nauplius*, v. 17(2). 2009, p. 61-79.

MEIRELES, A.L.; VALENTI, W.C. MANTELATTO, F.L. Reproductive variability of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Caridea, Palaemonidae): influence of life cycle on egg production. *Lat. Am. Aquat. Res.* v.41, n.4, 2013, p. 718-731.

MORAES-RIODADES, P.; VALENTI, V.C Crescimento relativo do camarão-canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros. *Revta bras. Zool.* v.19, n.4, 2002, p.1169-1176.

MYRICK, C. A. Ecological impact of escaped organisms. In: TOMASO J. R.(ed.). *Aquaculture and the Environment in the United States.* Baton Rouge, U.S. Aquaculture Society, A Chapter of the World Aquaculture Society. 2002. p. 225-246.

- NEW, M. B.; SINGHOLKA, S.; KUTTY, M. N. *Prawn capture, fisheries and enhancement*. In: NEW, M. B.; VALENTI, W. C. *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science, Oxford, UK, 2000. p. 411-428.
- NEW, M.B.; VALENTI, W.C.; TIDWEL, J.H., *et al.* *Freshwater Prawns – Biology and Farming*. Editora Wiley. 2010. 544p.
- NRC. National Research Council. *Nutrient Requirements of fish and Shrimp*. Washington, DC: The National Academies Press, 2011. 376p.
- ODINETZ-COLLART, O.; MOREIRA, L. C. Potencial pesqueiro do camarão *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro). *Amazôniana*, Manaus, v.12 (3/4). 1993, p.399-413.
- PENTEADO, J. M. A. et al. Effect of stocking density and culture time on Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum* in indoor nursery. In: World aquaculture society. Puerto Rico. Latin American e Caribbean Chapter, 2007. p. 111.
- PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; SAMPAIO, F. G., *et al.* Relação energia:proteína dietária para pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. v. 25, n.2, 2003, p 235-241.
- PEZZATO, L.E. Qualidade dos ingredientes, processamento e eficiência alimentar em aquíicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA. Goiânia. *Anais...* Goiânia: ABRAq. 2002, p.11-118.
- PORTELLA, C.G.; SANT'ANA, L.S. VALENTI, W.C. Chemical composition and fatty acid contents in farmed freshwater prawns. *Pesq. Agropec. Bras.* v.48, n.8, 2013, p.1115-1118.
- SAMPAIO, F.G.; KLEEMANN, G.K.; SÁ, M.V.C., *et al.* Níveis de vitamina E e selênio para pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum*. *Acta Acienrarum Animal Science*. v.26, n.1, 2004, p.129-135.
- SAMPAIO, S. R. et al. Camarões de águas continentais (Crustacea, Caridea) da Bacia do Atlântico oriental paranaense, com chave de identificação tabular. *Acta Biol. Par.*, Curitiba, v. 38 (1-2), 2009, p.11-34.
- SEENIVASAN, C.; RADHAKRISHNAN, S. MURALISANKAR, T., *et al.* *Bacillus subtilis* on survival, growth, biochemical constituents and energy utilization of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* post larvae. *Egyptian Journal of Aquatic Research*. v.38, 2012, p. 195-203.
- SHIAU, S. Y.; CHOU, B. S. Effects of dietary protein and energy on growth performances of tiger shrimp *Penaeus monodon* reared in sea water. *Nippon Suisan Gakkaishi*, Tokyo. v. 57, n. 12, 1991, p.2271-2276.
- SHIAU, S. Y.; PENG, C. Y. Utilization of different carbohydrates at different dietary protein levels in grass prawn *Penaeus monodon* reared in seawater. *Aquaculture*, v. 101, 1992, p.240-250,

TAKON, A.G.J; AKIYAMA, D.M. Feed Ingredients. *In: Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture.* (ed. by D'ABRAMO, L.R.C.; AKYAMA, D.M.). World Aquaculture Society, Louisiana. 1997, p.411-472.

VALENTI, W. C. Situação atual, perspectivas e novas tecnologias para produção de camarões de água doce. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12o, Goiânia, 2002. Anais...* 2002, p. 99-106.

MALLASEN, M. . Concentrações de amônia, nitrito e nitrato em larvicultura do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, realizada em sistema fechado com água salobra natural e artificial. *Acta Scientiarum. Zootechny*, Maringá, v. 24, n.4, 2002, p. 1183-1187.

VALENTI, W.C. Cultivo de camarões de água doce. São Paulo: Nobel. 1985. 82 p.

VIEIRA, I. M. Bioecologia e Pesca do Camarão, *Macrobrachium amazonicum* (heller, 1862) no Baixo Rio Amazonas – AP. 2003. 153f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília UnB, Brasília-DF, 2003.

ZAR, J.H. Bioestatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey. 1996. 907 p.

ZAVALA-CAMIN, L. A. Alimentação de peixes. *In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 9., 1992, Maringá. Documentos...* Maringá: EDUEM, p. 14-17. 1992.

ZAVALA-CAMIN, L. A. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Maringá: EDUEM. 129 p, 1996.