



**Exigência de proteína digestível para alevinos de Pacu (*piaractus mesopotamicus*) alimentados com ração à base de farelo de soja**

***Requirement for digestible fingerlings Pacu (*piaractus mesopotamicus*) fed soybean meal***

**Milene Neves<sup>1</sup>, Rafael Ernesto Balen<sup>2</sup>, Fábio Meurer<sup>3</sup>, Gilmar Baumgartner<sup>4</sup>, Alcyr Ferreira Braga<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Empresa de Planejamento Agropecuário (PLANRURAL), Avenida Presidente Kenedy, n°. 786, CEP: 85950-000, Palotina, PR. E-mail: mi\_zoo@hotmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná (UFPR), Centro Politécnico, Campus Palotina, Palotina, PR.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Paraná (UFPR), Campus Avançado de Jandaia do Sul, Jandaia do Sul PR.

<sup>4</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Toledo, Faculdade de Engenharia de Pesca, Toledo, PR.

Recebido em: 25/03/2014

Aceito em: 22/05/2015

**Resumo.** Foi realizado um experimento objetivando determinar a exigência de proteína digestível de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e seis repetições, onde uma caixa contendo 04 hapas de 50 L de volume útil foi considerada como bloco e dez alevinos de pacu ( $9,41 \pm 0,04$  g) por hapa (50 L) como unidade experimental. As rações foram fabricadas com ingredientes de origem vegetal, farelo de soja, milho e óleo de soja, além do complemento vitamínico e mineral. As rações foram formuladas para serem isoenergéticas, isocálcicas e isofosfóricas, contendo níveis crescentes de proteína digestível (18, 22, 26 e 30%), os quais foram considerados tratamentos. Foram avaliados os parâmetros de peso final, comprimento total, comprimento padrão, altura e largura. Todos os parâmetros avaliados apresentaram resposta quadrática ( $p < 0,05$ ). O ponto de máximo peso final médio em função dos níveis de proteína digestível foi em 24,65%. Recomenda-se a utilização de 24,65% de proteína digestível para alevinos de pacu.

**Palavras-chave:** aquicultura, nutrição de peixes, peixes nativos.

**Abstract.** We conducted an experiment aiming to determine the digestible protein requirement of fingerlings of pacu (*Piaractus mesopotamicus*). A randomized complete block design, with four treatments and six replications, where a box containing 04 hapas 50L volume was considered useful block and ten pacu fingerlings ( $9.41 \pm 0.04$  g) of hapa (50 L) as experimental unit. The diets were manufactured with ingredients of vegetable origin, soybean, corn and soy oil in addition to mineral and vitamin supplement. Diets were formulated to be isocaloric, isocalcium and isophosphoric with increasing levels of digestible protein (18, 22, 26 and 30%), which were considered treatments. Parameters were evaluated for final weight, total length, standard length, height and width. All parameters evaluated showed a quadratic response ( $p < 0.05$ ). The maximum average final weight depending on the levels of digestible protein was 24.65%. It is recommended to use 24.65% of digestible protein for pacu fingerlings.

**Keywords:** aquaculture, fish nutrition and native fish

### **Introdução**

De acordo com os dados da FAO (2012) a produção aquícola mundial, incluindo peixes ósseos, crustáceos, moluscos e outros animais e vegetais aquáticos, atingiu 60 milhões de toneladas em 2010, representando um aumento médio de 8,8% ao ano, mostrando o crescimento na produção de organismos aquáticos.

O pacu (*P. mesopotamicus*) pode ser considerado uma das principais espécies nativas

produzidas no Brasil. Esta espécie se destaca pela alta taxa de crescimento, fecundidade e por possuir carne de excelente sabor e aceitação (Abimorad, 2004, Abimorad et al., 2009). Além disso, possui hábito alimentar onívoro, o que permite a utilização de várias fontes de proteína na sua alimentação, sejam elas de origem vegetal ou animal (Abimorad, 2004, Bicudo, 2008), reduzindo o seu custo de produção. Estes peixes são apreciados por sua carne firme, de excelente sabor e de grande importância na



pesca comercial em suas regiões de origem. Além disso, vêm sendo sistematicamente testados na experimentação piscícola, revelando grande habilidade de ganho de peso, rusticidade e adaptabilidade aos sistemas de cultivos (Abimorad, 2004).

Devido ao alto custo das fontes proteicas, associado à poluição ambiental em função do uso excessivo das fontes nitrogenadas nas dietas, há a necessidade de reavaliação, tanto das fontes, como dos níveis de proteína a serem utilizadas em formulações comerciais, tendo em vista que o nível de proteína pode influenciar a composição corporal e o desempenho do peixe (Meurer et al., 2007).

Nesse contexto, o farelo de soja pode ser um substituto para a farinha de peixe, uma vez que apresenta um perfil de aminoácidos favorável, e boa palatabilidade para a maioria dos peixes. Além disso, está disponível na maioria dos mercados mundiais a um custo inferior ao da farinha de peixe (Fernandes et al., 2001). Em razão da alta produção de grãos de soja e de seu processamento para extração de óleo, constitui a principal fonte proteica utilizada por animais monogástricos, como os peixes (Meurer et al., 2008). De acordo com Lovell (1998), entre os alimentos proteicos de origem vegetal, o farelo de soja possui a proteína com o melhor perfil aminoacídico, além de uma concentração de

aminoácidos essenciais adequada às exigências dos peixes.

Deste modo o presente estudo teve como objetivo a avaliação da exigência de proteína digestível de pacu na fase de alevinagem, frente à alimentação com quatro níveis de proteína digestível (18, 22, 26 e 30%), seguindo níveis sugeridos em estudos feitos pelos autores Abimorad (2004), Bicudo (2008) e Signor (2010).

### Material e Métodos

O estudo foi realizado no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOAq), do Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, no período de 25/10/12 a 21/11/12. Foram utilizados 240 alevinos de pacu, com peso médio de  $9,49 \pm 0,04$ g, adquiridos da Piscicultura Vendrami, Palotina, Paraná.

Os peixes foram distribuídos em 24 tanques-rede (hapas) de 50 L, em um delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e seis repetições, onde um tanque de 1000 L contendo quatro hapas foi considerado como bloco. Os tratamentos foram quatro rações isoenergéticas (Tabela 1), com níveis crescentes de proteína digestível (18, 22, 26 e 30%), elaboradas de acordo com o proposto por Abimorad (2004), Bicudo (2008) e Signor (2010).

**Tabela 1.** Rações experimentais com níveis crescentes de proteína digestível.

Nutrientes	Nível de proteína digestível (%)			
	18	22	26	30
Proteína bruta (%)	22,01	26,97	31,95	36,92
Lisina total (%)	1,17	1,49	1,82	2,14
Metionina + Cistina total (%)	0,68	0,79	0,90	1,02
Energia digestível (kcal kg <sup>-1</sup> )	30,00	30,00	30,00	30,00
Energia bruta (kcal kg <sup>-1</sup> )	38,83	40,23	41,64	43,04
Amido (%)	41,03	33,86	26,64	19,42
Gordura total (%)	3,33	4,66	6,01	7,36
Ácido linoleico (%)	1,37	2,09	2,81	3,54
Cinzas (%)	7,14	7,61	8,10	8,74
Fósforo total (%)	1,00	1,00	1,00	1,00
Cálcio total (%)	1,00	1,00	1,00	1,00
Fibra bruta (%)	3,33	3,81	4,29	4,77
Matéria seca (%)	91,29	91,61	91,95	92,28

As rações experimentais foram fabricadas com ingredientes de origem vegetal (Tabela 2), sendo que o farelo de soja e o milho foram moídos

em peneira 0,7 mm e misturados conforme a formulação abaixo, peletizados e secos em estufa de recirculação forçada por 24h.



**Tabela 2.** Composição em ingredientes das rações experimentais.

Ingrediente	Nível de proteína digestível (%)			
	18	22	26	30
Farelo de soja	37,18	50,01	62,97	75,77
Milho moído	57,83	43,51	29,15	14,75
Óleo de soja	0,00	1,66	3,24	5,03
Fosfato bicálcico	3,47	3,25	3,02	2,79
Calcário calcítico	0,01	0,06	0,11	0,15
Suplemento vitamínico-mineral <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT <sup>2</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

<sup>1</sup>suplemento vitamínico-mineral: Ácido fólico: 200mg; Ácido pantotênico:4.000mg;Biotina:40mg; Cobre: 2.000mg; Ferro:12.500mg; Iodo:200mg; Manganês:7.500mg; Niacina:5.000mg; Selênio: 70mg; Vitamina A:1.000.000UI; Vitamina B1:1.900mg; Vitamina B12: 3.500mg; Vitamina B2: 2.000mg; Vitamina B6:2.400mg; Vitamina C: 50.000mg; Vitamina E: 20.000UI; Vitamina K3:500mg; Zinco: 25.000mg.  
<sup>2</sup>Antioxidante.

A estrutura experimental contou com seis tanques circulares de 1.000 L, contendo quatro tanques hapas cada, conectados a dois tanques de fibra de vidro circulares, com 2.000 L cada, e uma bomba elétrica de 1 cv (vazão máx. de 15,3 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>), em estufa de meia água (10 m de comprimento x 2,20 m de largura x 2,08 m de altura). Os tanques de 1.000 L possuíam entrada e saída de água individuais e a saída de água de cada um foi canalizada para um tanque de 2.000 L, que fazia parte do biofiltro. Do último tanque de 2.000 L a água foi bombeada de volta para as caixas de 1.000L.

O manejo diário consistia de três alimentações (*ad libitum*) segundo Meurer et al. (2012), e uma sifonagem (após a última alimentação) de 100 L de água para a retirada de fezes e eventuais sobras de ração. Antes de cada sifonagem foi efetuada a medida dos parâmetros de temperatura e oxigênio dissolvido, determinadas por um medidor de oxigênio (LT LUTRON modelo DO 5519). Uma amostra de 500 mL de água foi retirada de cada tanque, da entrada e saída do biofiltro para a mensuração dos parâmetros de qualidade da água, por meio de espectrofotometria uv-vis (BEL photonics modelo SP 2.000 W). O mesmo foi feito em relação pH, por meio de medidor de pH (MS TECNOPON instrumentação modelo mPA210) (Meurer et al., 2012, Araújo et al., 2012). Semanalmente o fluxo de água de cada tanque foi

medido e ajustado quando necessário, sendo que o fluxo de água médio nas caixas de 1.000 L foi de 7,2 ± 0,02L min<sup>-1</sup>.

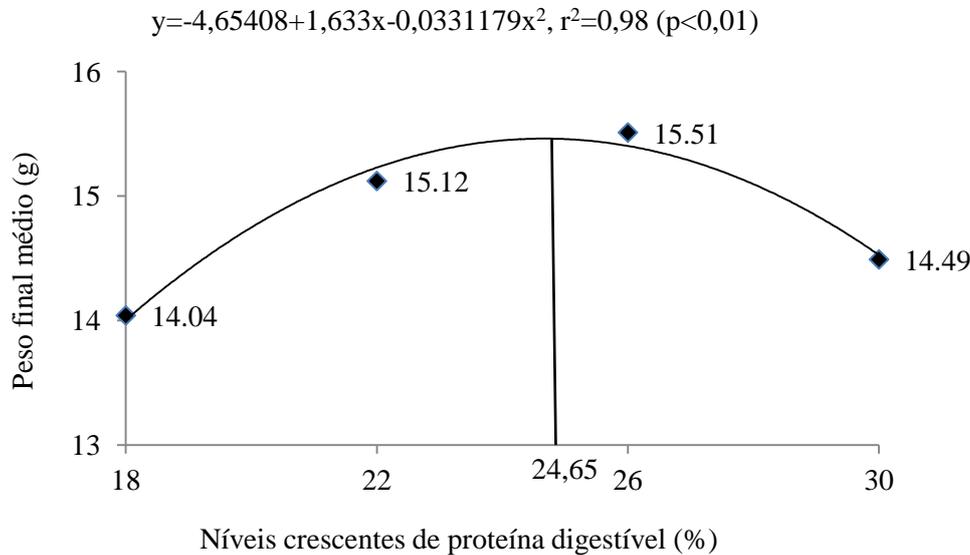
Ao final do experimento os peixes foram insensibilizados, pesados, medidos e abatidos para a avaliação da carcaça. Os parâmetros de desempenho avaliados foram: peso final médio, conversão alimentar aparente, comprimento total, comprimento padrão, altura e largura.

Os resultados finais dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e em caso de diferença estatística, foram submetidas à análise de regressão, pelo programa Saeg - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2004).

### Resultados e Discussão

O valor médio da temperatura da água durante o período experimental foi de 26,5 ± 1,6°C. Para o oxigênio dissolvido a concentração média foi de 6,4 ± 0,5 mg L<sup>-1</sup> e o pH de 7,8 ± 0,2. Os valores dos parâmetros físicos e químicos da água durante o período experimental foram adequados ao cultivo de peixes e permaneceram dentro dos limites para o bom desempenho da espécie (Arana, 2004).

Para este estudo, houve um efeito quadrático significativo em relação ao aumento dos níveis proteicos da ração (Figura 1 e Tabela 3).



**Figura 1.** Peso final médio dos alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alimentados com rações com níveis crescentes de proteína digestível, com resposta significativa para equação  $y = -4,65408 + 1,633x - 0,0331179x^2, r^2 = 0,98 (p < 0,01)$ .

**Tabela 3.** Parâmetros corporais e de desempenho dos alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com rações com níveis crescentes de proteína digestível.

Parâmetros	Nível de proteína digestível (%)				CV (%)
	18	22	26	30	
Comprimento total (cm) <sup>1</sup>	9,25	9,51	9,61	9,37	1,81
Comprimento padrão (cm) <sup>2</sup>	7,36	7,62	7,66	7,43	1,66
Altura (cm) <sup>3</sup>	3,63	3,69	3,72	3,56	2,59
Largura (cm) <sup>4</sup>	1,07	1,08	1,11	1,04	4,03
Conversão alimentar aparente <sup>5</sup>	2,23	2,39	2,15	2,83	4,98

<sup>1</sup> Comprimento total: efeito quadrático ( $p < 0,02$ )  $y = -4,77582 + 0,390084x - 0,00788114x^2, r^2 = 0,98$ ;

<sup>2</sup> Comprimento padrão: efeito quadrático ( $p < 0,01$ )  $y = 3,0424 + 0,38863x - 0,00781479x^2, r^2 = 1,00$ ;

<sup>3</sup> Altura: efeito quadrático ( $p < 0,01$ )  $y = 1,77695 + 0,166811x - 0,00356125x^2, r^2 = 0,94$ ;

<sup>4</sup> Largura: efeito quadrático ( $p < 0,04$ )  $y = 0,412454 - 0,0595421x - 0,00127563x^2, r^2 = 0,80$ ;

<sup>5</sup> Conversão alimentar aparente: não significativo ( $p < 0,05$ );  $y + 13,6883 - 86944 + 0,17778x^2, r^2 = 0,88$ ;

O ponto de máxima de proteína digestível estimado para a obtenção do melhor peso médio final foi de 24,65% (Figura 1). De acordo com Sakomura & Rostagno (2007) a adição de um nutriente limitante na ração, mantendo níveis adequados dos demais nutrientes, promove o crescimento do animal até que sua exigência seja atendida; a partir daí, existirá uma faixa de estabilização no crescimento e, em seguida, dependendo do nutriente, poderá ocorrer uma perda de peso do animal. Este resultado denota que há um nível ideal de proteína digestível para a espécie, em

que, valores aquém e além proporcionam desempenho inferior. Este fato está relacionado a alguns fatores como quantidade e qualidade (balanço) de aminoácidos, bem como de proteína (Baldisserotto, 2009). Desta forma níveis baixos de proteína digestível não fornecem a quantidade adequada de aminoácidos para o crescimento, já os níveis mais altos tem uma grande parcela da energia na forma de proteína, desta forma os aminoácidos são desaminados para a produção de energia e gliconeogênese, bem como o excedente de aminoácidos que não foi utilizado para tais fins



acaba por ser armazenado como gordura, promovendo uma diminuição do ganho de peso (Meurer et al., 2007).

Observa-se que os níveis de 18% e 30% de proteína digestível (PD) propiciaram os piores resultados para os parâmetros corporais de desempenho produtivo, enquanto o teor de 22% apresentou resultados intermediários e o tratamento dietético de 26% de proteína digestível foi o melhor tratamento, que é baseado na resposta do animal ao aumento da ingestão de um nutriente limitante na ração, mantendo níveis adequados dos demais nutrientes, resultados estes que são explicados também por Sakomura & Rostagno (2007).

Este estudo aproxima-se dos resultados observados por Carneiro et al. (1984), que obtiveram o melhor índice de digestibilidade da proteína com 26% de proteína bruta (PB), com digestibilidade de 86,79%. Tais dados também foram evidenciados por Abimorad (2004).

O comprimento total, comprimento padrão, altura e largura (Tabela 3), apresentaram valores médios de pontos de máxima de: 24,74; 24,36%; 23,42% e 23,33% de PD, respectivamente, e ponto de mínima para conversão alimentar aparente de 25,22% de PD; porém, os alevinos que foram alimentados com 26% de PD apresentaram melhor desempenho nos parâmetros avaliados, podendo ser considerado adequado para esta fase de desenvolvimento. Comparando com espécies onívoras e ictiófagas, o valor da exigência de proteína digestível encontrado foi equivalente ao encontrado para alevinos de pacu (*P. mesopotamicus*).

Valores aproximados para a mesma espécie foram encontrados: 27,0% de PB para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Bicudo et al., 2010), 30,0% de PB para pirapitinga (*P. brachypomus*) (Oishi et al., 2010) e 31,6% de PB para pirapitinga (*P. brachypomus*) (Vásquez-Torres et al., 2011).

### Conclusão

Recomenda-se a utilização de 24,65% de proteína digestível para alevinos de pacu (*P. mesopotamicus*) alimentados com rações à base de farelo de soja e milho, para que os mesmos tenham um melhor desempenho e uma melhor qualidade de carcaça.

### Referências

ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coletas de fezes e determinação dos coeficientes de

digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1101-1109, 2004.

ABIMORAD, E. G.; FAVERO, G. C.; CASTELLANI, D.; GARCIA, F.; CARNEIRO, D. J. Dietary supplementation of lysine and/or methionine on performance, nitrogen retention and excretion in pacu *Piaractus mesopotamicus* reared in cages. **Aquaculture**, v. 295, p. 266-270, 2009.

ARANA, L. V. Princípios químicos da qualidade de água em aquicultura: **uma revisão para peixes e camarões**. 2.ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. 231p.

ARAÚJO, J. R.; SANTOS, L. D.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, O. O.; MEURER, F. **Digestibilidade aparente de ingredientes do Semi-Árido Nordeste para tilápia do Nilo**. ISSN 0103-8478. 2012.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2009. 350p.

BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels. **Aquaculture Nutrition**, v.16, n.2, p.213-222, 2010.

BICUDO, A. J. A. **Exigências nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1987): proteína, energia, e aminoácidos**. 2008. 123f. Tese (Doutorado em ciência animal), Universidade de São Paulo, Jaboticabal.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; SERAFINI, M. A.; RIBEIRO, F. B.; PENNA, K. S. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá *Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1795-1806, 2005.

CARNEIRO, D. J.; CASTAGNOLLI, N.; MACHADO, C. R.; VERARDINO, M. Nutrição do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1895), Pisces, Characidae. I. Níveis de energia. In: SIMBRAQ 3, **Anais...** São Carlos-SP, p.105-123.1984.



- FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 617-626, 2001.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**, Roma, p. 251, 2012.
- IZEL, A. C. U.; PEREIRA-FILHO, M.; MELO, L. A. S.; MACÊDO, J. L. V. Avaliação de níveis de proteicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Amazonica**, v.34, n.2, p.179–184, 2004.
- LOVELL, T. Dietary Requirements. In: **Nutrition and feeding of fish**. 2. ed. Auburn: 1998.
- MELO, J.F.B.; LUNDSTEDT, L.M.; MORAES, G.; INOUE, L.A.K.A. Effect of different concentrations of protein on the digestive system of juvenile silver catfish. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, p.450–457, 2012.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W, R.; SANTOS, L, D.;WOLF, L.; COLPINI, L, M, S. Exigência de Proteína Digestível para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em baixa temperatura. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 9 p 01, 2007.
- MEURER. F.; HAYASHI. C.; BARBERO. L.; SANTOS. L. D.; BOMBARDELI. R. A.; COLPINI. L. S. Farelo de soja na alimentação de tilápias do Nilo durante o período de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 37, p 791 a 794, 2008.
- MEURER, F.; FRANZEN, A.; PIOVEZAN,P.; ROSSATO, K, A.; SANTOS, L, D. Apparent energy digestibility of glycerol from biodiesel production for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) **Aquaculture Research**, v,43, p1734–1737, 2012.
- OISHI, C.A.; NWANNA, L.C.; PEREIRA FILHO, M. Optimum dietary protein requirement for Amazonian Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, fed fish meal free diets. **Acta Amazonica**, v.40, n.4, p.757–762, 2010.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.
- SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, R. W.; FEIDEN, A.; BITENCOURT, F. **Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques rede**. Rev. Bras. Zootec., v39, n 11, p 2336- 2341, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n11/v39n11a04.pdf>, acessado em: 08/03/2012.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG:**Sistemas para análises estatísticas e genéticas**. Versão 9.0: Fundação Arthur Bernardes. Viçosa, 2004.
- VÁSQUEZ-TORRES, W.; PEREIRA FILHO, M.; ARIAS-CASTELLANOS, J. A. Optimum dietary crude protein requeriment for juvenile cachama *Piaractus brachypomus*. **Ciência Rural**, v.41, n.12, p.2138–2189, 2011