

MARCOS ANTONIO DELMONDES BOMFIM

**PROTEÍNA BRUTA E ENERGIA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA  
ALEVINOS DE CURIMBATÁ**

Tese apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, para obtenção do título  
de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2003

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B695p  
2003

Bomfim, Marcos Antonio Delmondes, 1970-

Proteína bruta e energia digestível em dietas para  
alevinos de curimatá / Marcos Antonio Delmondes  
Bomfim. – Viçosa : UFV, 2003

41p. : il.

Orientador: Eduardo Arruda Teixeira Lanna  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de  
Viçosa

1. Curimatá ( Peixe ) - Nutrição – Exigências. 2.  
Curimatá ( Peixe ) – Efeito de níveis de proteína. 3. Pro-  
teína bruta na nutrição de peixes. 4. Peixe – Alimentação  
e rações – Teor de proteína. I. Universidade Federal de  
Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 639.311

CDD 20.ed. 639.311

MARCOS ANTONIO DELMONDES BOMFIM

**PROTEÍNA BRUTA E ENERGIA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA  
ALEVINOS DE CURIMBATÁ**

Tese apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, para obtenção do título  
de “Magister Scientiae”.

Aprovada: 18 de fevereiro de 2003.

---

Prof. Aloísio Soares Ferreira  
(Conselheiro)

---

Prof. Paulo Roberto Cecon  
(Conselheiro)

---

Prof. Juarez Lopes Donzele

---

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto

---

Prof. Eduardo Arruda Teixeira Lanna  
(Orientador)

A Deus, sem o qual nada seria possível.

Aos meus avós Manoel, Suzana, Francisco (*in memoriam*) e Expedita, pelos exemplos de vida.

Aos meus pais Luiz e Edivalda, pelo amor, carinho, incentivo, apoio e, principalmente, pela formação de vida.

Aos meus irmãos Marco Aurélio, Jaqueline e Luiz Henrique, cunhados Paranhos e Érika e tios, em especial a Carlinhos, pelo incentivo.

À minha esposa Geisiane, pelo amor, pela paciência, dedicação e compreensão.

## AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), por intermédio do Departamento de Zootecnia (DZO), pela acolhida e oportunidade de realização deste curso.

Ao professor orientador Eduardo Arruda Teixeira Lanna, pela orientação, amizade, pelo incentivo e, principalmente, pelo exemplo em perseverança.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos professores conselheiros, Aloísio Soares Ferreira e Paulo Roberto Cecon, pelo auxílio e pelas sugestões nos momentos necessários.

Ao Departamento de Biologia Animal, por intermédio da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura, da Universidade Federal de Viçosa, pelo fornecimento dos alevinos.

Ao professor Juarez Lopes Donzele, pela amizade, pelas sugestões e críticas apresentadas que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao professor Oswaldo Pinto Ribeiro Filho, pela amizade, pelo estímulo e pela contribuição ao trabalho.

Aos estagiários Felipe e Karine, pela amizade e dedicação.

Aos funcionários da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura, da Universidade Federal de Viçosa, pela amizade e pelo auxílio.

À GM Alevinos, na pessoa do Sr. Geraldo Marinho, e à Celulose Nipo Brasileira S.A. – CENIBRA, pelo apoio que tem fornecido à condução dos trabalhos do Laboratório de Nutrição de Peixes.

Ao Sistema de Tratamento de Água da Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Prof. Rafael Kopschitz Xavier Bastos, pelas análises de cloro da água e pelo fornecimento do filtro de carvão ativado.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, pela ajuda nas análises químicas e pela amizade durante todo o período do curso.

Aos professores da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, em especial, a Geraldo Cunha Carvalho, Evandro Ferreira das Chagas, Francisco Nóbrega dos Santos, Gilson Soares da Silva e José de Ribamar Silva Barros, pela amizade, pelo estímulo e pela confiança.

Ao Sr. Durval Cruz Prazeres e Conceição de Maria Ramos Prazeres, pelo constante incentivo e apoio.

À Pollianna de Paula Almeida, pela amizade e ajuda prestada durante a redação da tese.

A todos os meus amigos e amigas, em especial à Ana Maria de Oliveira, Ana Maria Carvalho, Marlene Schmidt, Moacyr Antonio Serafini e Marli Arena Dionízio, pela ajuda, pelo incentivo e pela leal amizade.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para execução deste trabalho e não foram citados.

## **BIOGRAFIA**

MARCOS ANTONIO DELMONDES BOMFIM, filho de Luiz Albuquerque Bomfim e Edivalda Delmondes Feitosa Bomfim, nasceu em São Luis, Estado do Maranhão, no dia 25 de outubro de 1970.

Em agosto de 1993, graduou-se em Agronomia, pela Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, na cidade de São Luis - MA.

No período de 1993 a 2000 ocupou as Secretarias Municipais de Obras, Transportes e Serviços Públicos e de Administração e Finanças na Prefeitura Municipal de Miranda do Norte – MA. Atuou como extensionista na EMATER – MA e no SENAR – MA , além de prestar consultoria técnica em projetos de piscicultura no Estado do Maranhão.

Em abril de 2001, foi admitido no programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, da Universidade Federal de Viçosa - UFV, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em 19 de fevereiro de 2003, submeteu-se aos exames finais de defesa de tese.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA.....	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	6
PROTEÍNA BRUTA E ENERGIA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA ALEVINOS DE CURIMBATÁ.....	10
INTRODUÇÃO.....	12
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
CONCLUSÃO.....	31
LITERATURA CITADA.....	32
APÊNDICE.....	35
APÊNDICE A .....	36

## LISTA DE TABELAS

	Página
001. Composição percentual e química das dietas experimentais (matéria natural).....	15
002. Ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração aparente (CRA), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência protéica (TEP) de alevinos de curimatá e resumo da análise de variância, em função do nível de proteína bruta (PB) e de energia digestível (ED).....	19
003. Eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), índice hepatossomático (IHS), porcentagem de nitrogênio no ganho de peso (NGP), porcentagem de gordura no ganho de peso (GGP) de alevinos de curimatá e resumo da análise de variância, em função do nível de proteína bruta (PB) e de energia digestível (ED).....	24
004. Composição corporal de alevinos de curimatá e resumo da análise de variância, em função do nível de proteína bruta (PB) e de energia digestível (ED).....	28
01A. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referentes ao peso inicial, (PI), ao ganho de peso (GP) e à taxa de crescimento específico (TCE) de alevinos de curimatá alimentados com rações contendo Quatro níveis de proteína bruta (PB), combinados com dois níveis de energia digestível (ED).....	36

02A. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referentes ao consumo de ração aparente (CRA), à conversão alimentar aparente (CAA) e à taxa de eficiência protéica (TEP) de alevinos de curimatá alimentados com rações contendo quatro níveis de proteína bruta (PB), combinados com dois níveis de energia digestível (ED).....	37
03A. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referentes à eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), ao índice hepatossomático (IHS), à porcentagem de nitrogênio no ganho de peso (NGP) e à porcentagem de gordura no ganho de peso (GGP) de alevinos de curimatá alimentados com rações contendo quatro níveis de proteína bruta (PB), combinados com dois níveis de energia digestível (ED).....	38
04A. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referentes à umidade corporal (UC), à proteína corporal na matéria natural (PC) e à gordura corporal na matéria natural (GC) de alevinos de curimatá alimentados com rações contendo quatro níveis de proteína bruta (PB), combinados com dois níveis de energia digestível (ED).....	39
05A. Valores de exigência, coeficientes de determinação, soma de quadrado dos desvios (SQD) e equação de regressão ajustadas para as variáveis ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração aparente (CRA), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de eficiência protéica (TEP), em função dos níveis de proteína bruta (PB), para alevinos de curimatá, estimadas pelos modelos linear, quadrático e “Linear Response Plateau” (LRP).....	40
06A. Valores de exigência, coeficientes de determinação, soma de quadrado dos desvios (SQD) e equação de regressão ajustadas para as variáveis umidade corporal (UC), proteína corporal (PC), gordura corporal (GC), eficiência de retenção de nitrogênio(ERN), nitrogênio no ganho de peso (NGP) e gordura no ganho de peso (GGP), em função dos níveis de proteína bruta (PB), para alevinos de curimatá, estimadas pelos modelos linear, quadrático e “Linear Response Plateau” (LRP).....	41

## LISTA DE FIGURAS

	Página
001. Representação gráfica do ganho de peso de alevinos de curimbatá, em função do nível protéico da dieta.....	20
002. Representação gráfica da conversão alimentar aparente de alevinos de curimbatá em função do nível protéico da dieta.....	22
003. Representação gráfica da eficiência de retenção de nitrogênio de alevinos de curimbatá em função do nível protéico da dieta.....	25

## RESUMO

BOMFIM, Marcos Antonio Delmondes, M.S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2003. **Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá.** Orientador: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Conselheiros: Aloísio Soares Ferreira e Paulo Roberto Cecon.

Objetivando-se determinar as exigências de proteína bruta (PB) em função do nível de energia digestível (ED) da dieta para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*), foram utilizados 256 peixes com peso inicial de  $2,72 \pm 0,11$  g, mantidos em 32 aquários de 100 litros dotados de abastecimento de água, temperatura controlada e aeração individuais. O experimento foi realizado seguindo-se um esquema fatorial 4 x 2 (quatro níveis de PB: 18,0; 22,0; 26,0; e 30,0%, combinados com dois níveis de ED: 2.700 e 3.000 kcal/kg) em um delineamento inteiramente ao acaso com quatro repetições e oito peixes por unidade experimental. Os peixes foram alimentados *ad libitum* em duas refeições, diárias durante 78 dias. Avaliaram-se o ganho de peso, o consumo de ração aparente, a conversão alimentar aparente, a taxa de crescimento específico, a taxa de eficiência protéica, a eficiência de retenção de nitrogênio, o índice hepatossomático, a umidade, a proteína e a gordura corporais e a porcentagem de nitrogênio e gordura no ganho de peso. Verificou-se que apenas o índice hepatossomático não diferiu entre as variáveis. Para os demais parâmetros não houve interações entre os níveis de PB e ED, à exceção da porcentagem de gordura no ganho de peso. Com o nível de 3.000 kcal de ED/kg, obtiveram-se peixes com maiores níveis de matéria seca, gordura corporal e porcentagem de gordura no ganho de peso.

Concluiu-se que a exigência de PB e ED para alevinos de curimatá é de 26,05% e 2.700 kcal/kg, respectivamente, que corresponde a uma relação ED:PB de 10,36 kcal de ED/g de PB, por proporcionar as melhores respostas em ganho de peso e composição de carcaça.

## ABSTRACT

BOMFIM, Marcos Antonio Delmondes, M.S. Universidade Federal de Viçosa, February 2003. **Crude protein and digestible energy in the diets for curimatá fingerlings**. Adviser: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Committee members: Aloísio Soares Ferreira and Paulo Roberto Cecon.

Two hundred and fifty six curimatá (*Prochilodus affinis*) fingerlings with average initial weight of  $2.72 \pm 0.11$  g, placed in 32 aquariums (100 L) with water renewal, controlled temperature and individual aeration, were used to determine the crude protein (CP) requirements, according to the digestible energy level (DE) in the diets. The experiment was carried out according to a 4 x 2 factorial scheme (four CP levels: 18.0, 22.0, 26.0 and 30.0% combined with two DE levels: 2,700 and 3,000 kcal/kg), in a completely randomized design, with four replicates and eight fishes per experimental unit. The fishes were ad libitum fed twice a day, during 78 days. Weight gain, apparent feed consumption, apparent feed:gain ratio, specific growth rate, protein efficiency rate, nitrogen retention efficiency, hepatic-somatic index, humidity, body fat and protein, nitrogen and fat percentage in the weight gain were evaluated. It was observed that only the hepatic-somatic index did not differ among the variables. No interaction was observed between the CP and DE levels, for any of the studied variables, except for the fat percentage in the weight gain. Fishes fed diets with 3,000 kcal de DE/kg showed higher levels of dry matter, body fat and fat percentage in weight gain. It was concluded that the CP and DE requirement for curimatá fingerlings is

26.05% and 2,700 kcal/kg, respectively, that corresponds to a DE:CP ratio of 10.36 kcal DE/g CP, due to the best results of weight gain and carcass composition.

## 1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

Ao contrário do ambiente natural, onde a diversidade e a disponibilidade dos alimentos permitem que os peixes equilibrem sua dieta em ambientes confinados, sob condições de produção mais intensiva, os peixes dependem do arraçoamento e de dietas balanceadas, o que implica no conhecimento de exigências nutricionais para as diversas espécies.

A determinação das exigências nutricionais tem sido fundamental para elaboração de dietas com menor impacto ambiental e menor custo, principalmente daquelas a serem utilizadas nos sistemas de produção de peixes com elevadas taxas de crescimento.

A prioridade dos estudos sobre exigências nutricionais para peixes tem sido dada às proteínas e aos aminoácidos, por afetarem significativamente a taxa de crescimento dos peixes (renovação de tecido protéico e crescimento), serem componentes constituintes do organismo animal, serem utilizadas como principal fonte de energia dietética, quando comparados a carboidratos, e, entre outras funções, serem responsáveis pela formação de enzimas e hormônios (Brenner, 1988; Wilson, 1989; Pezzato, 1999). Somado a isto, a proteína tem sido exigida em altas proporções nas dietas por várias espécies de peixes, em comparação às de outros animais domésticos, não por exigirem mais proteína, e sim menos energia por unidade de ganho de peso (Smith, 1989; Webster & Lim, 2002), constituindo-se no componente mais caro das rações balanceadas (Lovell, 1989).

Dessa forma, a proteína deve atender estritamente as exigências para um crescimento otimizado (renovação e formação de novos tecidos), e não ser gasta como fonte de energia (Lovell, 1989). Além da exigência protéica, deve-se levar em consideração a relação energia:proteína, que pode influenciar as respostas dos animais às dietas balanceadas.

Normalmente, os peixes alimentam-se para satisfazer primariamente suas exigências em energia (Page & Andrews, 1973; Lee & Putnam, 1973; El-Dahhar & Lovell, 1995; Sampaio et al., 2000). Nesse sentido, em dietas com baixa relação energia:proteína e/ou proteína de baixa qualidade, parte da proteína pode ser usada para fins energéticos, a fim de satisfazer a exigência de manutenção em detrimento do crescimento. Ao contrário, dietas com alta relação energia:proteína podem induzir a redução do consumo, sem que o mesmo tenha ingerido quantidades de proteína e outros nutrientes necessários para seu crescimento máximo, levando à deposição de maiores quantidades de gordura corporal (Page & Andrews, 1973; Lovell, 1989; Wilson, 1989; NRC, 1993; El-Dahhar & Lovell, 1995; Van Der Meer et al., 1997; Pezzato, 1997; Sampaio et al., 2000; Webster & Lim, 2002).

Assim, dietas com excesso ou deficiência de energia digestível podem reduzir as taxas de crescimento dos peixes e influenciar as respostas dos animais às dietas balanceadas (deposição de proteína e qualidade de carcaça).

A relação energia digestível (kcal):proteína bruta (g), em dietas para peixes aproxima-se de 10, independentemente do hábito alimentar (Furuya, 2001; Pezzato, 2000), podendo variar de 8,55 a 12,35 kcal/g (NRC, 1993).

Lee & Putnan (1973) observaram, em trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), que, se a relação energia/proteína é mantida em níveis apropriados, podem-se obter taxas de crescimento adequadas utilizando dietas com altos teores de energia.

Garling & Wilson (1976), contudo, verificaram, em alevinos de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta (PB) e energia metabolizável (EM), que em uma mesma relação PB:EM os peixes diferiram em crescimento e composição corporal. Estes autores destacam que este conceito de relação proteína:energia deve ser restrito a dietas que contenham adequados níveis de proteína e energia.

A exigência de proteína dietética pode ser influenciada, também, pela fonte de energia não-protéica. O aumento da energia digestível da dieta por fonte não-protéica, principalmente lipídios, tem aumentado a eficiência de retenção e diminuído a excreção

de nitrogênio (reduzir a oxidação de proteína para energia e, conseqüentemente, melhorar a utilização da proteína), principalmente para peixes carnívoros. Esse “efeito poupador da proteína” depende dos níveis de proteína e energia da dieta (relação ED:PB) e da fonte não-protéica de energia da dieta, devido às diferenças da eficiência de utilização para fins energéticos da proteína, dos lipídios e dos carboidratos, entre as espécies de peixes (Van Der Meer et al., 1997; Furuya, 2001).

Van Der Meer et al. (1997) verificaram, em tambaquis (*Colossoma macropomum*), que o crescimento e a eficiência de utilização protéica aumentaram com a elevação dos níveis de lipídios da dieta, porém, em contrapartida, a deposição de gordura corporal aumentou. Para cada grama extra de proteína depositada, foi necessária a substituição de 20 a 25 g de carboidratos por lipídios. Entretanto, o aumento dos níveis de carboidratos em relação aos níveis de lipídios resultou em um peixe mais magro e reduziu a eficiência de retenção de energia.

A qualidade da fonte protéica merece especial atenção, ao se estabelecer a concentração ótima de proteína dietética. É definida basicamente pela sua digestibilidade e pelo conteúdo de aminoácidos essenciais (valor biológico da proteína), os quais condicionam um padrão equilibrado para síntese protéica (Pezzato, 1999).

A maioria das pesquisas sobre exigências protéicas, em peixes, utiliza dietas purificadas, que às vezes, não condizem com a realidade, já que as dietas comerciais possuem fontes protéicas com diferentes valores biológicos, assim como proporções variadas de aminoácidos essenciais (Portz, 2001).

Entre os produtos de origem animal, a farinha de peixe tem sido a fonte mais indicada para a formulação de dietas para peixes e, entre os de origem vegetal, o farelo de soja, o mais indicado para a indústria de ração animal, pelo menor custo e alto valor nutritivo, ainda que possua fatores antinutricionais, menor valor de energia digestível e pior balanceamento de aminoácidos, principalmente sulfurados (Furuya, 2001).

Galdioli et al. (2000) e Fernandes et al. (2000), testando diferentes fontes protéicas na alimentação de, respectivamente, alevinos de curimbatá (*Prochilodus lineatus* V.) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*), concluíram que o farelo de soja pode substituir totalmente a farinha de peixe como principal fonte protéica, sem afetar o desempenho dos peixes. Em contrapartida, a inclusão de níveis crescentes do farelo de canola em substituição ao farelo de soja acarretou progressiva redução no desempenho de alevinos de curimbatá (*Prochilodus lineatus* V.) (Galdioli et al., 2002).

As exigências dietéticas de proteína bruta têm sido determinadas para poucas espécies de peixes. Entre as espécies exóticas, destacam-se as informações disponíveis para as tilápias (*Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus*, *O. hornorum* e *O. aureus*) e seus híbridos (El-Sayed & Teshima, 1992; Pezzato et al., 1986; Siddiqui et al., 1988; El-Dahhar & Lovell, 1995; Furuya et al., 1996; Furuya et al., 2000), para a carpa comum (*Cyprinus carpio*) (Da Cruz et al., 1984; Pereira-Filho et al., 1990), a carpa cabeça-grande (Santiago & Reyes, 1991), o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (Page & Andrews, 1973; Garling & Wilson, 1976) e a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (Lee & Putnan, 1973).

Entre as espécies nativas, destacam-se as informações disponíveis para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Vidal Júnior, 1995; Macedo-Viegas et al., 1996), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Carneiro, 1993; Brenner, 1988; Cantelmo et al., 1994; Fernandes et al., 2000), o tucunaré (*Cichla sp.*) (Sampaio et al., 2000), a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) (Sá & Fracalossi, 2002), o piaçu (*Leporinus macrocephalus*) (Pezzato et al., 2000) e o lambari (*Astyanax bimaculatus*) (Hayashi et al., 2001).

Entre as espécies de peixe de interesse econômico e social, destaca-se a curimatá (*Prochilodus sp.*), espécie amplamente distribuída pela América Latina, cujos peixes têm o hábito alimentar limnófago ou iliófago (detritívoro), de baixo nível trófico, alimentando-se no ambiente natural de material orgânico particulado (MOP) depositado no fundo ou na vegetação submergida, que, muitas vezes, é misturado com partículas minerais de baixo valor nutritivo. O MOP tem-se constituído de vegetais mortos, ricos em lignina e celulose, além de pequenas quantidades de micro-invertebrados vivos (algas, fungos e bactérias) (Boischio, 1992; Yossa & Araujo-Lima, 1998; Furuya et al., 1999).

O curimatá, entre os peixes nativos, é um dos que tem apresentado boa *performance* para a piscicultura, devido ao rápido crescimento em cultivo intensivo, à alta rusticidade para manejo e alta fertilidade, estando entre as espécies de maior valor econômico aceitas para consumo humano no mercado nacional (Barbosa, 1987; Paixão & Hancz, 1989; Doria et al., 1993; Cerdeira et al., 1997; Furuya et al., 1999; Galdioli et al., 2000; Galdioli et al., 2002). No entanto, tem sido uma das espécies mais afetada pela poluição dos rios e pelas construções de represas hidroelétricas, com interferência no seu comportamento reprodutivo e, conseqüentemente, redução dos estoques pesqueiros (Barbosa, 1987; Pinto et al., 1984).

Apesar de todas essas características, ainda há carência de informações acerca de suas exigências nutricionais para que se possa desenvolver um programa nutricional adequado, a fim de possibilitar sua criação intensiva em condições econômicas.

Poucas pesquisas têm sido realizadas para determinação das exigências dietéticas de proteína bruta para o curimatá, contudo, as existentes têm apresentado grande variabilidade nos resultados obtidos. Têm-se observado resultados variando de 22 a 35% de PB, o que pode estar relacionado com o nível de energia da dieta (Barbosa, 1987; Paixão & Hancz, 1989; Furuya et al., 1999).

Assim, verifica-se a necessidade de se determinar a exigência de proteína bruta, em função do teor de energia digestível nas dietas para alevinos de curimatá, visando otimizar seu desempenho e qualidade de carcaça.

O artigo a seguir foi editorado com base nos critérios da Revista Brasileira de Zootecnia, publicada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, com adaptações às normas para redação da tese (UFV, 2000).

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, N.D.C. **Efeito do teor de proteína na ração e da adubação dos tanques de curimatá (*Prochilodus scrofa* STEINDACHNER, 1881)**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1987. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1987.
- BOISCHIO, A.A.P. Produção pesqueira em Porto Velho, Rondônia (1984-89) – alguns aspectos ecológicos das espécies comercialmente relevantes. **Acta Amazonica**, v. 22, n.1, p.163-172, 1992.
- BRENNER, M. **Determinação da exigência de proteína do pacu (*Colossoma mitrei* BERG, 1895)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 87p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- CANTELMO, O.A.; GOMES, S.Z.; RIBEIRO, M.A.R. Níveis de proteína e energia em dietas para o crescimento do pacu *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 3., 1994. Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: Associação Brasileira de Aquicultura, Associação Brasileira de Patologia de Organismos Aquáticos, 1994. p.44.
- CARNEIRO, J.C. **Níveis de proteína e energia na alimentação do pacu *Colossoma mitrei* (BERG, 1895)**. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1983. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual Paulista, 1983.
- CERDEIRA, R.G.P.; RUFFINO, M.L.; ISAAC, V.J. Consumo de pescado e outros alimentos pela população ribeirinha do Lago Grande de Monte Alegre, PA – Brasil. **Acta Amazonica**, v.27, n.3, p.213-228, 1997.
- COWEY, C.B.; WALTON, M.J. Intermediary metabolism. In: HALVER, J. (Ed.) **Fish nutrition**. 2.ed. Washington: Academic Press, 1989. p.1-29.

- Da CRUZ, L.G.; CARNEIRO, D.J.; ANDRADE, P. Níveis de proteína e energia na alimentação da carpa, (*Cyprinus carpio* L.). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1984. São Carlos. **Anais...** São Carlos: Associação Brasileira de Aquicultura, 1984. p.205-221.
- DORIA, C.R.C.; CAVICCHIOLI, M.; ZANONI, M.A. et al. Análise preliminar da produção do policultivo semi-intensivo com arraçoamento e adubação orgânica de *Cyprinus carpio* (PISCES: CYPRINIDAE), *Prochilodus scrofa* (PISCES: PROCHILODONTIDAE), *Piaractus mesopotamicus* e *Colossoma macropomum* (PISCES: CHARACIDAE). **Revista UNIMAR**, v.15 (Suplemento), p.233-242, 1993.
- EL-DAHAR, A.A.; LOVELL, R.T. Effect of protein to energy ratio in purified diets on growth performance, feed utilization and body composition of mossambique tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters). **Aquaculture Research**, v.26, p.451-457, 1995.
- EL-SAYED, A.M.; TESHIMA, S. Protein and energy of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. **Aquaculture**, v.103, p.55-63, 1992.
- FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu, (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.646-653, 2000.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B et al. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase juvenil. **Revista UNIMAR**, v.18, n.2, p.307-319, 1996.
- FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M. et al. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação, sobre o crescimento, sobrevivência de larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*). **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.699-703, 1999.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. et al. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1912-1917, 2000.
- FURUYA, W.M. Alimentos ambientalmente corretos para piscicultura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba. CD-ROM. Palestras. Semi 35.
- GARLING, D.L.; WILSON, R.P. Optimum dietary protein to energy ratio for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal Nutrition**, v.106, p.1368-1375, 1976.
- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimbatá (*Prochilodus lineatus* V.). **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.471-477, 2000.
- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em rações para alevinos de curimbatá (*Prochilodus lineatus* V.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.552-559, 2002.

- HAYASHI, C; GALDIOLI, E.M; NAGAE, M.Y. et al. Exigência de proteína para alevinos de Lambari (*Astyanax bimaculatus*) (Pisces: Characidae). IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Gmosis, 1999. CD-ROM. Pequenos animais. PEQ-024.
- LEE, D.J.; PUTNAM, G.B. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. **Journal Nutrition**, v.103, p.916-922, 1973.
- LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 260p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of fish**. Washington: National Academy of Science, 1993. 105p.
- PAGE, J.W.; ANDREWS, J.W. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal Nutrition**, n.103, p.1339-1346, 1973.
- PAIXÃO, A.M.S.; HANCZ, C. Adubação orgânica em viveiros associados à ração na engorda de curimatás (*Prochilodus marginatus*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.6, p.500-513, 1989.
- PEREIRA-FILHO, M.; CASTAGNOLLI, N.; KRONKA, S.N. Efeito de diferentes níveis de proteína e de fibra no desempenho, digestibilidade protéica e características de carcaça de carpa (*Ciprinus carpio* L. 1958). I. Desempenho produção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 6., 1990, Natal. **Resumos...** Natal: Associação Brasileira de Aquicultura, 1990. p.27.
- PEZZATO, L.E. Alimentação de peixes – relação custo benefício. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999. CD-ROM, palestras.
- PEZZATO, L.E., BARROS, M.M., PEZZATO, A.C. et al. Relación energia/proteína en la nutrición de alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Revista de Medicina Veterinária y Zootecnia**, v.1, p.2-6, 2000.
- PINTO, C.S.R.M; De PAIVA, P.; ANTONIUTTI, D.M. et al. Influência do arraçoamento no crescimento do curimatã, *Prochilodus scrofa*, em tanques experimentais de cultivo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1984, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Associação Brasileira de Aquicultura, 1984. p.313-327.
- PORTZ, L. Recentes avanços na determinação das exigências e digestibilidade da proteína e aminoácidos em peixes. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001. CD-ROM. Palestras. Semi 36.
- SÁ, M.V.C.; FRACALOSSO, D.M. Exigência protéica e relação energia/proteína para alevinos de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.1-10, 2002.
- SAMPAIO, A.M.B.; KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P. Relação energia:proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agrícola**, v.57, n.2, p.213-219, 2000.

- SANTIAGO, C.B.; REYES, O.F. Optimum dietary protein level for growth of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fry in a static water system. **Aquaculture**, v.93, p.155-165, 1991.
- SIDDIQUI, A.Q.; HOWLADER, M.S.; ADAM, A.A. Effects of dietary protein levels and protein utilization in fry and young nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v.70, p.63-73, 1988.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Normas para redação de teses**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 2p.
- VAN DER MEER, M.B.; ZAMORA, J.E.; VERDEGEM, M.C.J. Effect of dietary lipid level on protein utilization and the size and proximate composition of body compartments of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.26, p.405-417, 1997.
- VIDAL JUNIOR, M.V. **Níveis de proteína bruta para tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 250 g de peso vivo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 49p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- WEBSTER, C.D.; LIM, C. Introduction to fish nutrition. In: WEBSTER, C. D.; LIM, C. (Eds.) **Nutrient requirement and feeding of finfish for aquaculture**. Alabama: CAB International, 2002. p.1-27.
- WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J. (Ed.) **Fish nutrition**. 2. ed. Washington: Academic Press, 1989. p.111-151.
- YOSSA, M.I.; ARAÚJO-LIMA, A.R.M. Detritivory in two amazonian fish species. **Journal of Fish Biology**, v.52, p.1141-1153, 1998.

## Proteína Bruta e Energia Digestível em Dietas para Alevinos de Curimbatá

**RESUMO** - Objetivando-se determinar as exigências de proteína bruta (PB) em função do nível de energia digestível (ED) da dieta para alevinos de curimbatá (*Prochilodus affinis*), foram utilizados 256 peixes com peso inicial de  $2,72 \pm 0,11$  g, mantidos em 32 aquários de 100 litros dotados de abastecimento de água, temperatura controlada e aeração individuais. O experimento foi realizado seguindo-se um esquema fatorial 4 x 2 (quatro níveis de PB: 18,0; 22,0; 26,0; e 30,0%, combinados com dois níveis de ED: 2.700 e 3.000 kcal/kg) em um delineamento inteiramente ao acaso com quatro repetições e oito peixes por unidade experimental. Os peixes foram alimentados *ad libitum* em duas refeições, diárias durante 78 dias. Avaliaram-se o ganho de peso, o consumo de ração aparente, a conversão alimentar aparente, a taxa de crescimento específico, a taxa de eficiência protéica, a eficiência de retenção de nitrogênio, o índice hepatossomático, a umidade, a proteína e a gordura corporais e a porcentagem de nitrogênio e gordura no ganho de peso. Verificou-se que apenas o índice hepatossomático não diferiu entre as variáveis. Para os demais parâmetros não houve interações entre os níveis de PB e ED, à exceção da porcentagem de gordura no ganho de peso. Com o nível de 3.000 kcal de ED/kg, obtiveram-se peixes com maiores níveis de matéria seca, gordura corporal e porcentagem de gordura no ganho de peso. Concluiu-se que a exigência de PB e ED para alevinos de curimbatá é de 26,05% e 2.700 kcal/kg, respectivamente, que corresponde a uma relação ED:PB de 10,36 kcal de ED/g de PB, por proporcionar as melhores respostas em ganho de peso e composição de carcaça.

Palavras-chave: alevinos, exigência de proteína, relação energia:proteína, *Prochilodus affinis*

## Crude Protein and Digestible Energy in the Diets for Curimbatá Fingerlings

**ABSTRACT** - Two hundred and fifty six curimbatá (*Prochilodus affinis*) fingerlings with average initial weight of  $2.72 \pm 0.11$  g, placed in 32 aquariums (100 L) with water renewal, controlled temperature and individual aeration, were used to determine the crude protein (CP) requirements, according to the digestible energy level (DE) in the diets. The experiment was carried out according to a 4 x 2 factorial scheme (four CP levels: 18.0, 22.0, 26.0 and 30.0% combined with two DE levels: 2,700 and 3,000 kcal/kg), in a completely randomized design, with four replicates and eight fishes per experimental unit. The fishes were ad libitum fed twice a day, during 78 days. Weight gain, apparent feed consumption, apparent feed:gain ratio, specific growth rate, protein efficiency rate, nitrogen retention efficiency, hepatic-somatic index, humidity, body fat and protein, nitrogen and fat percentage in the weight gain were evaluated. It was observed that only the hepatic-somatic index did not differ among the variables. No interaction was observed between the CP and DE levels, for any of the studied variables, except for the fat percentage in the weight gain. Fishes fed diets with 3,000 kcal de DE/kg showed higher levels of dry matter, body fat and fat percentage in weight gain. It was concluded that the CP and DE requirement for curimbatá fingerlings is 26.05% and 2,700 kcal/kg, respectively, that corresponds to a DE:CP ratio of 10.36 kcal DE/g CP, due to the best results of weight gain and carcass composition.

Key Words: fingerlings, protein requirement, energy:protein ratio, *Prochilodus affinis*

## Introdução

Entre as espécies de peixe de interesse econômico e social, destaca-se a curimbatá (*Prochilodus sp.*), espécie amplamente distribuída pela América Latina, cujos peixes têm o hábito alimentar limnófago ou iliófago (detritívoro), de baixo nível trófico, alimentando-se no ambiente natural de material orgânico particulado (MOP) depositado no fundo ou na vegetação submergida, que, muitas vezes, é misturado com partículas minerais de baixo valor nutritivo. O MOP tem-se constituído de vegetais mortos, ricos em lignina e celulose, além de pequenas quantidades de micro-invertebrados vivos (algas, fungos e bactérias) (Boischio, 1992; Yossa & Araujo-Lima, 1998; Furuya et al., 1999).

O curimbatá, entre os peixes nativos, é um dos que tem apresentado boa *performance* para a piscicultura, devido ao rápido crescimento em cultivo intensivo, à alta rusticidade para manejo e alta fertilidade, estando entre as espécies de maior valor econômico aceitas para consumo humano no mercado nacional (Barbosa, 1987; Paixão & Hancz, 1989; Doria et al., 1993; Cerdeira et al., 1997; Furuya et al., 1999; Galdioli et al., 2000; Galdioli et al., 2002). No entanto, tem sido uma das espécies mais afetada pela poluição dos rios e pelas construções de represas hidroelétricas, com interferência no seu comportamento reprodutivo e, conseqüentemente, redução dos estoques pesqueiros (Barbosa, 1987; Pinto et al., 1984).

Apesar de todas essas características, ainda há carência de informações acerca de suas exigências nutricionais para que se possa desenvolver um programa nutricional adequado, a fim de possibilitar sua criação intensiva em condições econômicas.

Ao contrário do ambiente natural, onde a diversidade e disponibilidade dos alimentos permitem que os peixes equilibrem sua dieta em ambientes confinados, sob

condições de produção mais intensivas, os peixes dependem do arraçoamento e de dietas balanceadas, o que implica no conhecimento de exigências nutricionais para as diversas espécies.

A determinação das exigências nutricionais tem sido fundamental para elaboração de dietas com menor impacto ambiental e menor custo, principalmente daquelas a serem utilizadas nos sistemas de produção de peixes com elevadas taxas de crescimento.

Poucas pesquisas têm sido realizadas para determinação das exigências dietéticas de proteína bruta para o curimatá, contudo, as existentes têm apresentado grande variabilidade nos resultados obtidos. Têm-se observado resultados variando de 22 a 35% de PB, o que pode estar relacionado com o nível de energia da dieta (Barbosa, 1987; Paixão & Hancz, 1989; Furuya et al., 1999).

Assim, verifica-se a necessidade de se determinar a exigência de proteína bruta, em função do teor de energia digestível nas dietas para alevinos de curimatá, visando otimizar seu desempenho e qualidade de carcaça.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no período de 08 de julho a 24 de setembro de 2002, no Laboratório de Nutrição de Peixes, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizado no município de Viçosa, Minas Gerais.

Duzentos e cinquenta e seis alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*), com peso médio inicial de  $2,72 \pm 0,11$  g, obtidos de uma mesma desova induzida, foram utilizados no experimento desenhado em esquema fatorial 4 (níveis protéicos) x 2 (níveis

energéticos) em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento e oito peixes por unidade experimental.

Os tratamentos foram constituídos de oito dietas experimentais, contendo quatro níveis de proteína bruta (18,0; 22,0; 26,0; e 30,0% de PB), combinados com dois níveis de energia (2.700 e 3.000 kcal/kg de energia digestível), caracterizando os tratamentos 18-27 (18,0% de PB e 2.700 kcal de ED/ kg), 18-30 (18,0% de PB e 3.000 kcal de ED/kg), 22-27 (22,0% de PB e 2.700 kcal de ED/kg), 22-30 (22,0% de PB e 3.000 kcal de ED/kg), 26-27 (26,0% de PB e 2.700 kcal de ED/kg), 26-30 (26,0% de PB e 3.000 kcal de ED/kg), 30-27 (30,0% de PB e 2.700 kcal de ED/kg) e 30-30 (30,0% de PB e 3.000 kcal de ED/kg).

A composição das dietas experimentais pode ser visualizada na Tabela 1.

Foram utilizados 32 aquários de cimento amianto, com capacidade volumétrica de 100 litros, dotados de sistemas individuais de abastecimento de água, aeração e escoamento de fundo.

A água de abastecimento dos aquários foi proveniente do sistema de tratamento de água da Universidade Federal de Viçosa – UFV, previamente declorada e aquecida por resistências elétricas, com temperatura controlada por termostato.

A temperatura da água foi aferida diariamente, às 8 e 17 horas, com o auxílio de um termômetro de bulbo de mercúrio, graduado de 0 a 50<sup>0</sup>C. Os controles do pH e do teor de oxigênio dissolvido na água foram aferidos a cada sete dias, respectivamente, por intermédio de um potenciômetro e oxímetro.

O fotoperíodo foi mantido em 12 horas de luz, por meio de iluminação proveniente de lâmpadas mistas, controlada por *timer* automático.

Tabela 1 – Composição percentual e química das dietas experimentais (matéria natural)  
 Table 1 – Percentage and chemical composition of the experimental diets (as fed)

Ingredientes (%) <i>Ingredients (%)</i>	Dietas ( <i>Diets</i> )							
	R 18-27	R 18-30	R 22-27	R 22-30	R 26-27	R 26-30	R 30-27	R 30-30
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	25,09	26,25	37,27	37,46	50,51	48,56	63,47	59,54
Fubá de milho <i>Corn meal</i>	55,33	48,76	41,15	40,60	20,10	32,47	0,00	24,39
Feno de alfafa <i>Alfalfa meal dehydrated</i>	9,91	10,12	8,00	7,99	6,32	5,90	4,65	3,82
Amido de milho <i>Corn starch</i>	5,00	5,00	9,46	5,00	19,00	5,00	27,86	5,00
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	0,41	5,62	0,00	4,84	0,00	4,05	0,00	3,25
Fosfato biccálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	2,69	2,73	2,51	2,51	2,38	2,28	2,26	2,06
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	0,26	0,22	0,35	0,35	0,44	0,49	0,45	0,62
DL – Metionina <i>DL – methionine</i>	0,02	0,03	0,04	0,04	0,10	0,06	0,16	0,11
L – Lisina HCl <i>L – Lysine HCl</i>	0,14	0,12	0,07	0,06	0,00	0,04	0,00	0,06
Premix vitamínico e mineral <sup>4</sup> <i>Vitam. and mineral mix</i>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Vitamina C <i>Vitamin C</i>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Sal comum <i>Salt</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT (Antioxidante) <i>BHT (Antioxidant)</i>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Composição calculada (<i>Calculated composition</i>)</b>								
Proteína bruta, % <sup>1</sup> <i>Crude protein, %</i>	18,00	18,00	22,00	22,00	26,00	26,00	30,00	30,00
Extrato etéreo, % <sup>1</sup> <i>Ether extract, %</i>	3,08	8,09	2,37	7,20	1,86	6,30	1,38	5,38
Fibra bruta, % <sup>1</sup> <i>Crude fiber, %</i>	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Energia digestível, Kcal/kg <sup>2</sup> <i>Digestible energy, Kcal/kg</i>	2.700	3.000	2.700	3.000	2.700	3.000	2.700	3.000
Cálcio total <sup>2</sup> <i>Total calcium, %</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fósforo total <sup>2</sup> <i>Total phosphorus, %</i>	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Metionina + cistina <sup>2</sup> <i>Methionine + cystine</i>	0,59	0,59	0,69	0,69	0,81	0,81	0,93	0,93
Lisina <sup>2</sup> <i>Lysine</i>	1,03	1,03	1,26	1,26	1,51	1,51	1,80	1,80
Relação ED:PB <i>DE:CP ratio</i>	15,00	16,67	12,27	13,64	10,38	11,54	9,00	10,00

<sup>1</sup> Com base nas análises de laboratório LNA/UFV (*Based on laboratory analyses – LNA/DZO*)

<sup>2</sup> Com base nos valores propostos pelo NRC (1983), pelo NRC (1993) e por ROSTAGNO et al. (2000)  
*Based on values proposed by NRC (1983), NRC (1993) and ROSTAGNO et al. (2000).*

<sup>3</sup> Premix vitamínico comercial (*vitaminic mix*) (5 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>, 200.000 UI; Vit. E, 12.000 mg; Vit. K<sub>3</sub>, 2.400 mg; Vit. B<sub>1</sub>, 4.800 mg; Vit. B<sub>2</sub>, 4.800 mg; Vit. B<sub>6</sub>, 4.000 mg; Vit. B<sub>12</sub>, 4.800 mg; ác. fólico (*folic acid*), 1.200 mg; pantotenato de Ca (*panthotenic acid*), 12.000 mg; Vit. C, 48.000 mg; biotina (*biotin*), 48 mg; cloreto de colina (*cholin*), 108.000 mg; niacina (*niacin*), 24.000 mg; e premix mineral comercial (*mineral mix*) (1 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Fe, 50.000 mg; Cu, 3.000 mg; Mn, 20.000 mg; Zn, 3.000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg.

As dietas experimentais foram peletizadas e oferecidas *ad libitum* diariamente, em duas refeições (8 e 17 horas), em uma quantidade que possibilitou a ingestão máxima sem que houvesse perdas.

Foi realizada a limpeza diária dos aquários após a leitura matinal da temperatura da água, por sifonagem, para retirada de eventuais sobras de ração e das fezes.

Foram avaliados os seguintes índices de desempenho zootécnico: ganho de peso (GP), consumo de ração aparente (CRA), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE) e taxa de eficiência protéica (TEP). Foram avaliadas ainda as seguintes características: composição química corporal (teores de umidade, proteína e gordura corporais), porcentagem de nitrogênio no ganho de peso (NGP), porcentagem de gordura no ganho de peso (GGP), eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) e índice hepatossomático (IHS).

Para avaliar o desempenho, os peixes foram pesados, em grupo por unidade experimental, após jejum de 24 horas no início e no final do experimento.

O GP foi obtido pela diferença de peso entre os pesos médios final e inicial.

Para determinação da TCE, foi empregada a equação abaixo, utilizando-se transformações logarítmicas.

$$TCE = \frac{\log \text{ peso final (g)} - \log \text{ peso inicial (g)}}{\text{tempo de experimento (dias)}} \times 100$$

A CAA foi calculada dividindo-se o consumo de ração aparente pelo ganho de peso dos peixes.

A TEP foi obtida por intermédio da divisão entre o ganho de peso dos peixes e o consumo de proteína bruta.

Para as análises corporais, os curimatás foram anestesiados, sacrificados e congelados no início (20% da quantidade de peixes utilizados no experimento) e no

final do experimento (quatro peixes por unidade experimental, com pesos correspondentes ao peso médio da respectiva unidade). Estes foram utilizados para determinação da ERN, do IHS, da NGP, da GGP e da composição química corporal.

O IHS, expresso em porcentagem, foi obtido dividindo-se o peso do fígado pelo peso do peixe, multiplicado por 100.

A ERN, expressa em porcentagem, foi calculada pela diferença do nitrogênio corporal final e inicial, dividido pelo nitrogênio total consumido, multiplicado por 100.

As análises dos ingredientes empregados nas dietas e das amostras dos peixes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia (LNA/DZO) da Universidade Federal de Viçosa – UFV, conforme procedimentos descritos por Silva (1998).

A NGP e a GGP foram calculadas, pela diferença de nitrogênio e gordura corporal final e inicial, respectivamente, dividida pelo ganho de peso, multiplicada por 100.

As análises estatísticas foram realizadas valendo-se do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas.

Os dados foram interpretados por meio de análises de variância e regressão em nível de 5% de probabilidade. Os efeitos dos níveis de energia digestível foram comparado usando o teste F. Os efeitos dos níveis de proteína bruta foram analisados mediante o uso dos modelos de regressão linear, quadrático ou descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP), conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, com base na significância dos coeficientes de regressão pelo teste F, no coeficiente de determinação, na soma de quadrado dos desvios e no fenômeno em estudo.

## Resultados e Discussão

O sistema de abastecimento de água e de aeração possibilitou o controle da temperatura e da aeração uniformes, durante o período experimental. Foram obtidos os valores médios de  $26,0 \pm 0,76^{\circ}\text{C}$  para temperatura da água, de  $6,8 \pm 0,16$  para o pH e de  $6,9 \pm 0,1$  ppm para o oxigênio dissolvido. Valores similares a estes foram citados por Furuya et al. (1999), Galdioli et al. (2000) e Galdioli et al. (2002) como ideais para o cultivo de curimatás.

Os resultados médios do ganho de peso (GP), da taxa de crescimento específico (TCE), do consumo de ração aparente (CRA), da conversão alimentar aparente de ração (CAA) e da taxa de eficiência protéica (TEP) estão apresentados na Tabela 2.

Com relação ao GP, não ocorreu interação entre os níveis de proteína bruta (PB) e energia digestível (ED) ( $P < 0,05$ ), assim como não foi influenciado pelos níveis energéticos ( $P > 0,05$ ) da dieta. No entanto, esta variável aumentou ( $P < 0,01$ ) de forma linear, à medida que se elevaram os níveis de PB na dieta. Apesar da variação linear, o modelo “Linear Response Plateau” – LRP foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 26,05% o nível de PB a partir do qual ocorreu um platô em 3,41 g. A representação gráfica deste efeito pode ser visualizada na Figura 1.

O crescimento dos peixes foi aquém do esperado, o que pode ter sido em função do estresse apresentado pelos peixes durante o período experimental, no entanto, provavelmente, não comprometeu a tendência do ganho de peso, em função da elevação dos níveis de PB.

Este resultado foi semelhante aos obtidos por Brenner (1988), com pacu, e por Sá & Fracalossi (2000), com piracanjuba, que verificaram aumento linear de ganho de peso dos animais, com a ocorrência de um platô a partir de um dos níveis intermediários de

PB avaliados. No entanto, diferiram aos obtidos por Vidal Júnior (1995), com tambaqui, por Santiago & Reyes (1991), com carpa cabeça grande, por Siddiqui et al. (1988), Furuya et al. (1996) e Furuya et al. (2000), com tilápia e por Hayashi et al. (2001), com lambari, os quais verificaram aumento de ganho de peso limitado a determinado nível protéico com decréscimo nos níveis subsequentes.

Tabela 2 – Ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração aparente (CRA), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência protéica (TEP) de alevinos de curimatá e resumo da análise de variância, em função do nível de proteína bruta (PB) e de energia digestível (ED)

Table 2 – Weight gain (WG), specific growth rate (SGR), apparent diet consumption (ADC), apparent feed/gain ratio (FCR), protein efficiency rate (PER) of curimatá fingerlings and summary of the analysis of variance, in function of crude protein (CP) and digestible energy (DE) level

PB CP (%)	ED DE (Kcal/kg)	GP <sup>1</sup> WG (g)		TCE <sup>2</sup> SGR		CRA <sup>3</sup> ADC (g)		CAA <sup>4</sup> FCR		TEP <sup>5</sup> PER	
		Média Mean	Média Mean	Média Mean	Média Mean	Média Mean	Média Mean	Média Mean	Média Mean		
18	2.700	1,96	1,81	0,30	0,28	8,05	7,61	4,20	4,29	1,36	1,33
	3.000	1,66	2,35	0,27	0,34	7,17	7,97	4,37	3,49	1,30	1,33
22	2.700	2,36	2,35	0,35	0,34	7,70	7,97	3,35	3,49	1,37	1,33
	3.000	2,33	2,35	0,34	0,34	8,25	7,97	3,64	3,49	1,28	1,33
26	2.700	3,47	3,50	0,46	0,46	9,34	9,19	2,68	2,63	1,45	1,48
	3.000	3,54	3,50	0,46	0,46	9,04	9,19	2,58	2,63	1,50	1,48
30	2.700	3,71	3,32	0,48	0,44	10,13	9,97	2,73	3,05	1,24	1,12
	3.000	2,92	3,32	0,41	0,44	9,82	9,97	3,36	3,05	1,00	1,12
Média Mean	2.700	2,88	2,88	0,39	0,39	8,80	8,80	3,24	3,24	1,35	1,35
	3.000	2,61	2,61	0,37	0,37	8,57	8,57	3,49	3,49	1,27	1,27
Níveis de PB CP level		**	**	**	**	**	**	**	**	*	*
Níveis de ED DE level		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interação PB x ED Interaction CP x DE		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (VC) (%)		21,47	21,47	15,21	15,21	19,56	19,56	14,17	14,17	13,67	13,67

CV- coeficiente de variação (VC - coefficient of variation)

\* (P<0,05), \*\* (P<0,01) e ns (P>0,05), pelo teste F [\* (P<0,05), \*\* (P<0,01) e ns (P>0,05), by F test]

<sup>1</sup> Efeito LRP (Linear Response Plateau effect):  $Y = -2,1113 + 0,2120X$  ( $r^2 = 0,96$ ); platô (plateau)  $Y = 3,41$

<sup>2</sup> Efeito LRP (Linear Response Plateau effect):  $Y = 0,1202 + 0,0219X$  ( $r^2 = 0,97$ ); platô (plateau)  $Y = 0,45$

<sup>3</sup> Efeito linear (Linear effect):  $Y = 3,7080 + 0,2074X$  ( $r^2 = 0,96$ )

<sup>4</sup> Efeito quadrático (Quadratic effect):  $Y = 16,6353 - 1,0229X + 0,01893X^2$  ( $R^2 = 0,94$ )

<sup>5</sup> Efeito quadrático (Quadratic effect):  $Y = -1,4579 + 0,2522X + 0,00551X^2$  ( $R^2 = 0,66$ )

Esta diferença pode estar relacionada com o nível de carboidratos nas dietas. Segundo Cowey & Walton (1989), quando os peixes são alimentados com dietas contendo maior relação de proteína:carboidrato, há elevação dos níveis hepáticos de enzimas gliconeogênicas (PEP carboxiquinase e frutose bifosfatase), e diminuição das glicolíticas (fosfofrutoquinase, piruvato quinase e lactato desidrogenase) sendo o contrário observado com dietas com menor relação proteína:carboidrato, porém com pequeno efeito na atividade das enzimas envolvidas com o catabolismo dos aminoácidos.

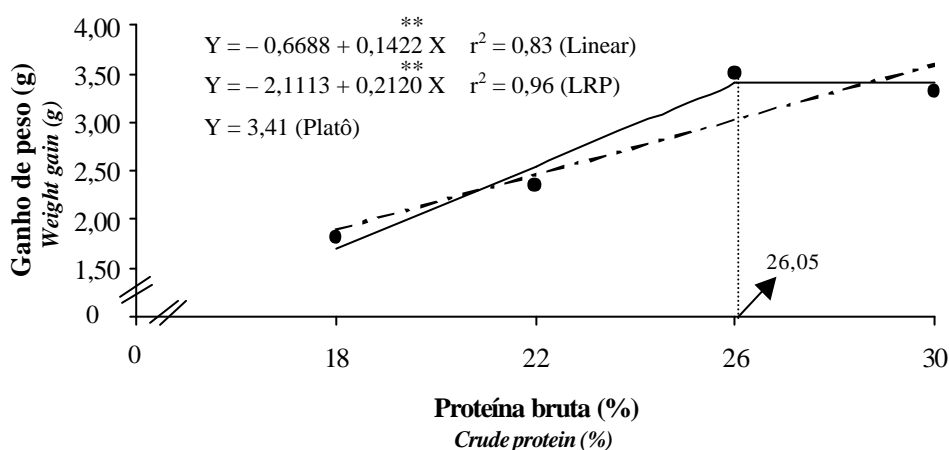


Figura 1 – Representação gráfica do ganho de peso de alevinos de curimatá, em função do nível protéico da dieta.

*Figure 1 – Graphic representation of curimatá fingerlings weight gain, in function of the dietary protein level.*

Isto pode indicar que na dieta contendo 30% de PB e 3.000 kcal de ED/kg, a qual possui maior relação proteína:carboidrato e maior relação ED:PB, quando comparada com a dieta contendo 30% de PB e 2.700 kcal de ED/kg, o nível carboidrato da dieta parece ter sido o limitante para o crescimento, em vez do nível de proteína ou de energia, assim, parte da proteína pode ter sido utilizada na rota gliconeogênica, influenciando no menor ganho de peso obtido para o referido nível energético.

Por outro lado, para a dieta 30% de PB e 2.700 kcal de ED/kg, embora de menor relação ED:PB, o nível de energia, assim como o nível de carboidrato (menor relação proteína:carboidrato) demonstrou não ter limitado o GP. Neste caso, o excesso de aminoácidos pode ter sido catabolizado e o esqueleto carbônico utilizado diretamente no ciclo de Krebs, para produção de energia e/ou depositado como gordura (lipogênese), uma vez que, em ambos os casos, a excreção dos resíduos nitrogenados é feita principalmente na forma de amônia, por difusão passiva com baixo gasto calórico (Cowey & Walton, 1989).

Torna-se necessária, todavia, a realização de mais estudos utilizando uma maior amplitude de níveis de PB, para validação dessas hipóteses.

De forma semelhante ao GP, para a TCE também não houve interação entre os níveis de PB e de ED ( $P>0,05$ ), assim como não foi influenciada pelos níveis energéticos ( $P>0,05$ ). Entretanto, foi verificado aumento ( $P<0,01$ ) da TCE de forma linear, à medida que se elevaram os níveis de PB na dieta. Apesar da variação linear, o modelo “Linear Response Plateau” – LRP foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 26,01% o nível de PB, a partir do qual ocorreu um platô em 0,45 de TCE.

Comportamento análogo foi verificado por Brenner (1988), com pacus, e por El-Sayed & Teshima (1992), com tilápias. Entretanto, esta tendência difere dos resultados obtidos por Siddiqui et al. (1988), que verificaram aumento da TCE, limitado a determinado nível protéico, com decréscimo nos níveis subsequentes.

Com relação ao CRA, não foi verificada interação entre os níveis de PB e ED ( $P>0,05$ ), bem como não foi influenciada pelos níveis de energia ( $P>0,05$ ). Estes resultados parecem contrariar a tendência de que os peixes se alimentam para satisfazer primariamente seus requerimentos em energia (Page & Andrews, 1973; Lee & Putnam, 1973; El-Dahhar & Lovell, 1995; Sampaio et al., 2000). No entanto, corroboram a teoria

de Winfree & Stickney (1984), de que, aparentemente, dentro de certos limites, os peixes podem satisfazer suas exigências em proteína pela variação do consumo.

Foi observado, contudo, elevação no CRA ( $P < 0,01$ ) de forma linear, em função da elevação dos níveis de PB, o que pode ser atribuído às maiores taxas de crescimento obtidas pelos peixes alimentados com as dietas contendo níveis protéicos mais elevados (El-Dahhar & Lovell, 1995).

Para a CAA não foi observada interação entre os níveis protéicos e energéticos ( $P > 0,05$ ), bem como não variou em função dos níveis de ED ( $P > 0,05$ ), porém foi verificado efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) em função do aumento dos níveis de PB na dieta, que melhorou até o nível estimado de 27,03% de PB, com o menor valor de 2,81 de CAA. A representação gráfica deste efeito pode ser visualizada na Figura 2.

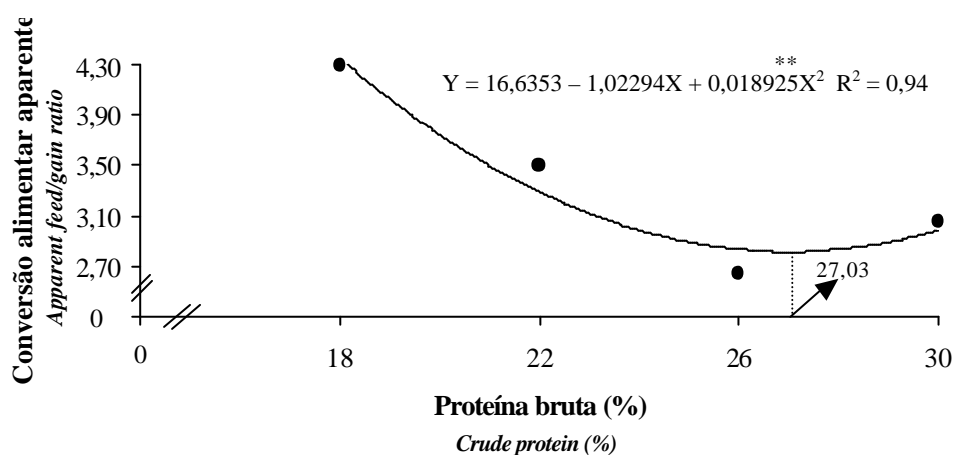


Figura 2 – Representação gráfica da conversão alimentar aparente de alevinos de curimatá, em função do nível protéico da dieta.

Figure 2 – Graphic representation of curimatá fingerlings apparent feed/gain ratio, in function the dietary protein level.

Varição quadrática da CAA dos peixes, em razão do aumento do nível de proteína da dieta, semelhante ao estudo em apreço, também foi observada por diferentes

autores (Siddiqui et al., 1988; Santiago & Reyes, 1991; Furuya et al., 2000; Sá & Fracalossi, 2002).

Em algumas pesquisas, no entanto, foram verificados casos em que houve melhora de forma linear na CAA, quando se elevou o teor de PB ou se reduziu a relação ED/PB da dieta (El-Dahhar & Lovell, 1995; Fernandes et al., 2000; Sampaio et al., 2000; Pezzato et al., 2000), assim como foram verificados casos em que a variação dos níveis protéicos não afetou a CAA (Vidal Júnior, 1995; Furuya et al., 1996).

Para a TEP não foi observada interação entre níveis de PB e ED ( $P>0,05$ ), assim como não foi influenciada pelos níveis de ED ( $P>0,05$ ). Contudo, a elevação dos níveis de PB influenciou ( $P<0,05$ ) de forma quadrática a TEP, que melhorou até o nível estimado de 22,89% de PB, com valor máximo de 1,38 de TEP.

Os valores médios da eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), do índice hepatossomático (IHS), da porcentagem de nitrogênio no ganho de peso (NGP) e da porcentagem de gordura no ganho de peso (GGP) estão apresentados na Tabela 3.

Para a ERN, não foi observada interação entre níveis de PB e ED ( $P>0,05$ ), assim como não foi influenciada pelos níveis de ED ( $P>0,05$ ). Contudo, a elevação dos níveis de PB na dieta influenciou ( $P<0,05$ ) de forma quadrática a ERN, que melhorou até o nível estimado de 25,44%, com valor máximo de 16,48% de ERN. A representação gráfica deste efeito pode ser visualizada na Figura 3.

Segundo Sampaio et al. (2000), existe uma relação entre o nível de proteína da dieta e a utilização da proteína pelo peixe. Esta relação pode ser descrita como segue: quando a dieta apresenta baixos níveis de proteína, a eficiência na utilização de proteína é baixa; à medida que o nível de proteína aumenta, a utilização de proteína também aumenta e alcança um máximo perto do nível mínimo de proteína exigido; em níveis de proteína além do mínimo exigido, a eficiência na utilização de proteína diminui.

Tabela 3 – Eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), índice hepatossomático (IHS), porcentagem de nitrogênio no ganho de peso (NGP), porcentagem de gordura no ganho de peso (GGP) de alevinos de curimatá e resumo da análise de variância, em função do nível de proteína bruta (PB) e de energia digestível (ED)

Table 3 – Nitrogen retention efficiency (NRE), hepatosomatic index (HSI), nitrogen percentage in weight gain (NWG), fat percentage in weight gain (FWG) of curimatá fingerlings and summary of the analysis of variance, in function of crude protein (CP) and digestible energy (DE) level

PB CP (%)	ED DE (Kcal/kg)	ERN <sup>1</sup> NRE (%)		IHS HSI (%)		NGP <sup>2</sup> NWG (%)		GGP <sup>3</sup> FWG (%)	
		Média Mean		Média Mean		Média Mean		Média Mean	
18	2.700	12,45	11,44	0,52	0,49	1,37	1,29	5,99	8,25
	3.000	10,43		0,46		1,21		10,50	
22	2.700	14,77	14,08	0,53	0,50	1,64	1,63	4,94	6,87
	3.000	13,40		0,46		1,61		8,80	
26	2.700	17,81	17,69	0,48	0,49	1,93	1,88	3,36	4,58
	3.000	17,56		0,50		1,82		5,80	
30	2.700	15,65	14,02	0,46	0,43	1,99	1,97	3,23	3,93
	3.000	12,38		0,40		1,95		4,63	
Média Mean	2.700 3.000	15,17 13,44		0,50 0,46		1,73 1,65		4,38 <sup>b</sup> 7,43 <sup>a</sup>	
Níveis de PB CP levels		*		NS		**		**	
Níveis de ED DE levels		NS		NS		NS		**	
Interação PB x ED Interaction CP x DE		NS		NS		NS		*	
CV (VC) (%)		23,31		16,80		15,23		19,25	

CV- coeficiente de variação (VC - coefficient of variation)

\* (P<0,05), \*\* (P<0,01) e ns (P>0,05), pelo teste F \* [(P<0,05), \*\* (P<0,01) e ns (P>0,05), by F test].

Médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes diferem (P<0,01), pelo teste F.

Means, in the same column, followed by different letters differ (P<0,01), by F test.

<sup>1</sup> Efeito quadrático (Quadratic effect):  $Y = -47,3198 + 5,0166X - 0,0986X^2$  ( $R^2 = 0,83$ )

<sup>2</sup> Efeito LRP (Linear Response Plateau effect):  $Y = -0,0152 + 0,0732X$  ( $r^2 = 0,99$ ); platô (plateau)  $Y = 1,97\%$

<sup>3</sup> Efeito LRP (Linear Response Plateau effect): 2.700 kcal/kg [ $Y = 11,9990 + 0,3290X$  ( $r^2 = 0,99$ ); platô (plateau)  $Y = 3,29\%$ ]; 3.000 kcal/kg [ $Y = 21,2962 + 0,5878X$  ( $r^2 = 0,98$ ); platô (plateau)  $Y = 4,63\%$ ]

Assim, o nível de PB estimado para o máximo ganho de peso pode estar fornecendo excesso desse nutriente, reduzindo a eficiência de sua utilização, já que parte não é utilizada para síntese protéica e, dessa forma, o valor máximo de retenção pode estar sempre abaixo do nível encontrado para o máximo ganho de peso (Bowen, 1987, citado por Furuya et al., 2000).

No presente estudo, nos peixes alimentados com dietas contendo níveis de PB inferiores a 25,44%, a proteína ingerida pode ter sido insuficiente para atender a

exigência mínima em aminoácidos para manutenção (*turnover* protéico) e máxima deposição protéica. Para os níveis superiores, parte da proteína pode ter sido catabolizada para fins energéticos, lipogênese ou gliconeogênese, que, em ambos os casos, diminui a ERN. Esta tendência assemelha-se à obtida para a TEP, embora tenha apresentado valores para eficiência máxima distintos.

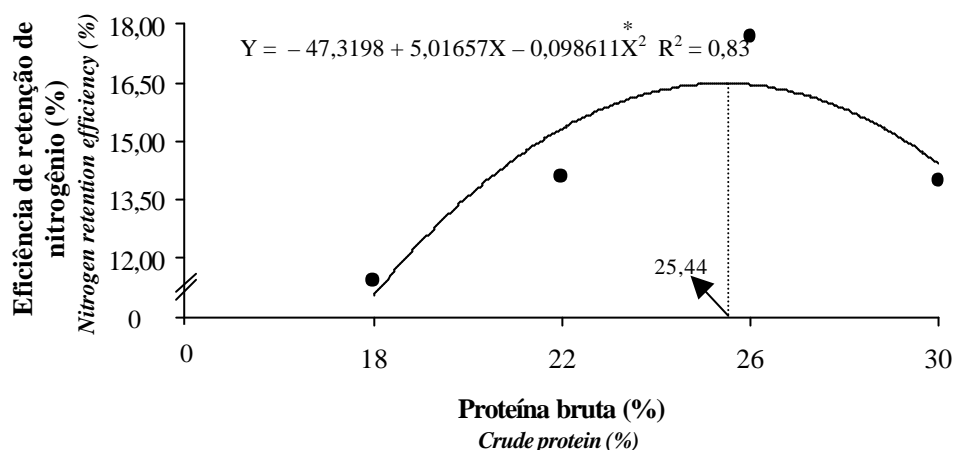


Figura 3 – Representação gráfica da eficiência de retenção de nitrogênio de alevinos de curimatá, em função do nível protéico da dieta.

Figure 3 – Graphic representation of curimatá fingerlings nitrogen retention efficiency in function the diet proteic level.

Além disso, os peixes alimentados com as dietas contendo menor concentração energética tenderam a apresentar maior CRA e a proteína consumida foi eficientemente transformada em proteína corporal, o que pode ter refletido em melhores, embora não-significativos ( $P > 0,05$ ), TEP e ERN médios.

Melhora na ERN e TEP até determinado nível protéico, acompanhada de diminuição nos níveis subseqüentes, também foi verificada por El-Sayed & Teshima (1992), com tilápia.

Em alguns casos, no entanto, foi observada elevação da ERN e da TEP, ao se reduzir o teor de PB ou quando se elevou a relação ED/PB da dieta (Parazo, 1990; El-

Dahhar & Lovell, 1995; Santiago & Reyes, 1991; Hernandez et al., 1995; Vidal Júnior, 1995; Furuya et al., 1996; Camargo et al., 1998; Furuya et al., 2000; Fernandes et al., 2000; Sá & Fracalossi, 2000). Em outros casos, esses parâmetros não foram influenciados pela variação dos níveis protéicos (Sá & Fracalossi, 2000), assim como casos em que diminuem até determinado nível protéico, acompanhada de elevação nos níveis subseqüentes (Brenner, 1988).

Para o IHS não ocorreu interação entre os níveis de PB e ED ( $P>0,05$ ), assim como não foi influenciado pelos níveis de PB ( $P>0,05$ ) e ED ( $P>0,05$ ).

Este parâmetro tem sido correlacionado com o depósito de glicogênio no fígado. Normalmente, peixes alimentados com altos níveis de carboidratos nas dietas têm apresentado maior glicemia sangüínea e, conseqüentemente, maiores teores de glicogênio hepático e índice hepatossomático (Lee & Putnam, 1973; Carneiro, 1983; Daniels & Robinson 1986; Brenner, 1988; Macedo-Viegas et al., 1996).

Neste estudo, os valores obtidos para o nível de 18,0; 22,0; e 26,0% de PB foram similares e, em média, 14,69% superiores ao nível de 30,0% de PB. Além disso, para cada nível protéico, os peixes alimentados com as dietas contendo o menor teor de energia tenderam a obter maior IHS, quando comparada àqueles alimentados com dietas contendo maior teor de energia. Isto pode indicar que o IHS tendeu a diminuir nos peixes alimentados com dietas contendo menores teores de carboidratos e/ou maior relação proteína:carboidrato.

Para a NGP não foi detectada interação ( $P>0,05$ ) entre os níveis de PB e ED, assim como não foi afetado pelos níveis de ED ( $P>0,05$ ). A elevação dos níveis de PB influenciou ( $P<0,01$ ) o NGP, que aumentou de forma linear. No entanto, o modelo LRP, foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando-se em 27,06% o nível de PB, a partir do qual ocorreu um platô em 1,97% de NGP.

Já para a GGP foi observada interação entre os níveis de PB e ED ( $P < 0,05$ ). Com o desdobramento, tanto para as dietas contendo 2.700 kcal de ED/kg, como para aquelas contendo 3.000 kcal de ED/kg, a elevação dos níveis de PB influenciou ( $P < 0,01$ ) o GGP que diminuiu de forma linear. No entanto, o modelo LRP, foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando-se em 26,47 e 28,36% de PB, a partir dos quais ocorreram os platôs em 3,29% e 4,63% de GGP, respectivamente.

Além disso, foi verificado que os peixes alimentados com as dietas contendo maior nível energético apresentaram maior GGP, em comparação às dietas com menor nível energético.

Os valores médios da composição corporal dos peixes estão apresentados na Tabela 4.

Para a composição corporal não foi verificada interação entre os níveis de PB e ED ( $P > 0,05$ ). Os peixes alimentados com dietas contendo 3.000 kcal de ED/kg apresentaram menor teor umidade ( $P < 0,01$ ) e maior teor de gordura corporais ( $P < 0,01$ ) em relação àqueles que receberam dietas contendo 2.700 kcal de ED/kg, porém sem diferirem no teor de proteína corporal ( $P > 0,05$ ).

A elevação dos níveis de PB, contudo, influenciou o teor de gordura ( $P < 0,01$ ), que diminuiu, de forma linear, os teores de umidade ( $P < 0,05$ ) e proteína ( $P < 0,01$ ) corporais, que aumentaram de forma linear. No entanto, para o último parâmetro, o modelo LRP foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando-se em 29,11% o nível de PB, a partir do qual ocorreu um platô em 14,15% de proteína corporal.

Estes resultados corroboram os relatos de Garling & Wilson (1976), Lee & Putnam (1973), Page & Andrews (1973), Parazo (1990), Santiago & Reyes (1991), Hernandez et al. (1995), Fernandes et al. (2000), Sampaio et al. (2000) e Sá & Fracalossi (2002), de que dietas com maior relação energia:proteína resultaram em

maior concentração de lipídio e da taxa de deposição de gordura e menor concentração de proteína e umidade corporais.

Tabela 4 – Composição corporal de alevinos de curimatá e resumo da análise de variância, em função do nível de proteína bruta (PB) e de energia digestível (ED) <sup>1</sup>

Table 4 – Corporal composition of curimatá fingerlings and summary of the analysis of variance, in function of crude protein (CP) and digestible energy (DE) level <sup>1</sup>

		Umidade (%) <sup>2</sup> Humidity (%)		Proteína (%) <sup>3</sup> Protein (%)		Gordura (%) <sup>4</sup> Fat (%)			
		Média Mean		Média Mean		Média Mean			
Composição corporal inicial Initial body composition		77,50		16,07		2,13			
Composição corporal final Final body composition	PB (CP) %	18	2.700	78,39	77,66	13,26	13,16	3,68	4,46
			3.000	76,94		13,06		5,24	
		22	2.700	78,58	77,75	13,66	13,60	3,43	4,29
			3.000	76,92		13,54		5,14	
		26	2.700	78,59	77,97	13,97	13,84	2,79	3,54
		3.000	77,35		13,72		4,29		
	ED (DE) Kcal/kg	30	2.700	78,96	78,79	14,10	14,15	2,77	3,09
			3.000	78,63		14,19		3,42	
		Média Mean	2.700	78,63 <sup>a</sup>		13,75		3,17 <sup>b</sup>	
			3.000	77,46 <sup>b</sup>		13,63		4,52 <sup>a</sup>	
Níveis de PB <sup>2</sup> CP level				*		**		**	
Níveis de ED DE level			**		NS		**		
Interação PB x ED Interaction CP x DE			NS		NS		NS		
CV (VC) (%)			1,22		4,16		14,62		

CV- coeficiente de variação (VC - coefficient of variation)

\* (P<0,05), \*\* (P<0,01) e ns (P>0,05), pelo teste F [<sup>\*</sup>(P<0,05), <sup>\*\*</sup>(P<0,01) e ns (P>0,05), by F test.]

Médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes diferem (P<0,01), pelo teste F.

Means, in the same column, followed by different letters differ (P<0,05), by F test.

<sup>1</sup> Matéria natural (Natural matter)

<sup>2</sup> Efeito linear (Linear effect): Y= 75,8741 + 0,0904X (r<sup>2</sup> = 0,82)

<sup>3</sup> Efeito LRP (Linear Response Plateau effect): Y = 11,6451 + 0,0859X (r<sup>2</sup> = 0,97); platô (plateau) Y= 14,15%

<sup>4</sup> Efeito linear (Linear effect): Y= 6,7531 - 0,1212X (r<sup>2</sup> = 0,95)

Isto indica que os peixes alimentados com dietas contendo baixos níveis de proteína, provavelmente, utilizaram a energia adicional para deposição de gordura.

Observou-se, entretanto, que os peixes alimentados com dietas contendo maior concentração de energia, porém com relação ED/PB inferior à de dietas com menor teor

energético, apresentaram maior porcentagem de gordura corporal. Isto se deve, provavelmente, à maior eficiência de deposição da energia excedente oriunda de lipídios, quando comparado a carboidratos e proteínas, resultando em peixes mais gordos (El Dahhar & Lovell, 1995; Van Der Meer et al., 1997).

Estes resultados reforçam as observações feitas por Garling & Wilson (1976), em que numa mesma relação energia:proteína, mas com diferentes níveis protéicos e energéticos, os peixes podem diferir em termos de crescimento e composição corporal.

Considerando os resultados obtidos, para os parâmetros de desempenho e eficiência alimentar avaliados neste estudo, o aumento do teor de lipídios nas dietas com 3.000 kcal de ED/kg pode ter promovido um efeito “poupador de proteína”, semelhante ao que tem sido detectado por vários autores, tanto em espécies carnívoras, como onívoras (Daniels & Robinson, 1986; Van Der Meer et al., 1997; Lee & Putnan, 1973; Page & Andrews, 1973), o que pode ter contribuído para que não fosse observada interação entre níveis de PB e ED ( $P > 0,05$ ) da dieta (respostas similares).

Por outro lado, os resultados obtidos para a composição corporal e a porcentagem de nitrogênio e gordura no ganho de peso demonstraram que o nível de energia contido nas dietas com 2.700 kcal de ED/kg não limitou a deposição protéica, tendo em vista que o teor de proteína corporal e a porcentagem de nitrogênio no ganho de peso foram similares em peixes alimentados com ambos os níveis de energia. Contudo, a energia excedente proporcionada pelas dietas contendo 3.000 kcal de ED/kg foi depositada na forma de gordura corporal.

Com relação aos níveis de PB, a faixa entre os níveis protéicos de uma dieta que proporcionem eficiência de retenção protéica otimizada e máximo ganho de peso indica que, nesse intervalo, taxas de crescimento satisfatórias podem ser alcançadas. Considerando a importância do custo das dietas no custo total nos sistemas de produção

de peixes, uma dieta que proporcione uma retenção protéica otimizada (ERN máximo) deveria ser a escolhida (Van Der Meer et al., 1995).

Entretanto, diferentemente do que acontece com a nutrição de animais terrestres, o CRA, bem como outras variáveis que envolvam o consumo de ração, tais como a CAA, a TEP e a ERN, não tem sido utilizado como principal critério para se estabelecer a exigência nutricional em experimentos com peixes, devido à dificuldade de mensurar, com precisão, o consumo alimentar dos mesmos. Em virtude disso, o parâmetro mais adequado para estimar a exigência tem sido o ganho de peso (Cowey, 1992, citado por Sá & Fracalossi, 2002).

## **Conclusões**

A exigência de proteína bruta e energia digestível para alevinos de curimatá é de 26,05% de PB e 2.700 kcal de ED/kg, que corresponde a uma relação energia digestível:proteína bruta de 10,36 kcal de ED/g de PB, por proporcionarem as melhores respostas em ganho de peso e composição de carcaça.

## Literatura Citada

- BARBOSA, N.D.C. **Efeito do teor de proteína na ração e da adubação dos tanques de curimatá (*Prochilodus scrofa* STEINDACHNER, 1881)**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1987. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1987.
- BOISCHIO, A.A.P. Produção pesqueira em Porto Velho, Rondônia (1984-89) – alguns aspectos ecológicos das espécies comercialmente relevantes. **Acta Amazonica**, v. 22, n.1, p.163-172, 1992.
- BOWEN, S.H. Dietary protein requirements of fish – A reassessment. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.44, n.11, p.1995-2001, 1987.
- BRENNER, M. **Determinação da exigência de proteína do pacu (*Colossoma mitrei* BERG, 1895)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 87p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- CAMARGO, A.C.S.; VIDAL JÚNIOR, M.V.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia metabolizável para tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. 1. Composição das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.409-415, 1998.
- CARNEIRO, J.C. **Níveis de proteína e energia na alimentação do pacu *Colossoma mitrei* (BERG, 1895)**. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1983. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual Paulista, 1983.
- CERDEIRA, R.G.P.; RUFFINO, M.L.; ISAAC, V.J. Consumo de pescado e outros alimentos pela população ribeirinha do Lago Grande de Monte Alegre, PA – Brasil. **Acta Amazonica**, v.27, n.3, p.213-228, 1997.
- COWEY, C.B.; WALTON, M.J. Intermediary metabolism. In: HALVER, J. (Ed.) **Fish nutrition**. 2.ed. Washington: Academic Press, 1989. p.1-29.
- COWEY, C.B. Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. **Aquaculture**, v.100, p.117-189, 1992.
- DANIELS, W.H.; ROBINSON, E.H. Protein and energy requirements of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). **Aquaculture**, v.53, p.243-252, 1986.
- DORIA, C.R.C.; CAVICCHIOLI, M.; ZANONI, M.A. et al. Análise preliminar da produção do policultivo semi-intensivo com arraçoamento e adubação orgânica de *Cyprinus carpio* (PISCES: CYPRINIDAE), *Prochilodus scrofa* (PISCES: PROCHILODONTIDAE), *Piaractus mesopotamicus* e *Colossoma macropomum* (PISCES: CHARACIDAE). **Revista UNIMAR**, v.15 (Suplemento), p.233-242, 1993.
- EL-DAHAR, A.A.; LOVELL, R.T. Effect of protein to energy ratio in purified diets on growth performance, feed utilization and body composition of mossambique tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters). **Aquaculture Research**, v.26, p.451-457, 1995.
- EL-SAYED, A.M.; TESHIMA, S. Protein and energy of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. **Aquaculture**, v.103, p.55-63, 1992.

- FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.29, n.3, p.646-653, 2000.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B et al. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase juvenil. **Revista UNIMAR**, v.18, n.2, p.307-319, 1996.
- FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M. et al. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação, sobre o crescimento, sobrevivência de larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*). **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.699-703, 1999.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. et al. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1912-1917, 2000.
- GARLING, D.L.; WILSON, R.P. Optimum dietary protein to energy ratio for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal Nutrition**, v.106, p.1368-1375, 1976.
- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus* V.). **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.471-477, 2000.
- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em rações para alevinos de curimatá (*Prochilodus lineatus* V.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.552-559, 2002.
- HAYASHI, C; GALDIOLI, E.M; NAGAE, M.Y. et al. Exigência de proteína para alevinos de Lambari (*Astyanax bimaculatus*) (Pisces: Characidae). IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Gmosis, 1999. CD-ROM. Pequenos animais. PEQ-024.
- HERNANDEZ, M.; TAKEUCHI, T.; WATANABE, T. Effect of dietary energy sources on the utilization of protein by *Colossoma macropomum* fingerlings. **Fisheries Science**, v.61, n.3, p.507-511, 1995.
- LEE, D.J.; PUTNAM, G.B. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. **Journal Nutrition**, v.103, p.916-922, 1973.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishers**. Washington: National Academy of Science, 1983. 102p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of fish**. Washington: National Academy of Science: 1993, 105p.
- PAGE, J.W.; ANDREWS, J.W. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal Nutrition**, n.103, p.1339-1346, 1973.
- PAIXÃO, A.M.S.; HANCZ, C. Adubação orgânica em viveiros associados à ração na engorda de curimatás (*Prochilodus marginivittatus*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.6, p.500-513, 1989.
- PARAZO, M.M. Effect of dietary protein and energy level on growth, protein utilization and carcass composition of rabbitfish, *Siganus guttatus*. **Aquaculture**, v.86, p.41-49, 1990.

- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; PEZZATO, A.C. et al. Relación energía/proteína en la nutrición de alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Revista de Medicina Veterinária y Zootecnia**, v.1, p.2-6, 2000.
- PINTO, C.S.R.M.; De PAIVA, P.; ANTONIUTTI, D.M. et al. Influência do arraçoamento no crescimento do curimatã, *Prochilodus scrofa*, em tanques experimentais de cultivo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1984, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Associação Brasileira de Aquicultura, 1984. p.313-327.
- ROSTAGNO, R.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- SÁ, M.V.C.; FRACALOSSO, D.M. Exigência protéica e relação energia/proteína para alevinos de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.1-10, 2002.
- SAMPAIO, A.M.B.; KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P. Relação energia:proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agrícola**, v.57, n.2, p.213-219, 2000.
- SANTIAGO, C.B.; REYES, O.F. Optimum dietary protein level for growth of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fry in a static water system. **Aquaculture**, v.93, p.155-165, 1991.
- SIDDIQUI, A.Q.; HOWLADER, M.S.; ADAM, A.A. Effects of dietary protein levels and protein utilization in fry and young nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v.70, p.63-73, 1988.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Central de processamento de dados UFV/CPD. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para análises estatísticas e genéticas)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 59 p.
- VAN DER MEER, M.B.; MACHIELS, M.A.M.; VERDEGEM, M.C.J. The effect of dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.26, p.901-909, 1995.
- VAN DER MEER, M.B.; ZAMORA, J.E.; VERDEGEM, M.C.J. Effect of dietary lipid level on protein utilization and the size and proximate composition of body compartments of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.26, p.405-417, 1997.
- VIDAL JUNIOR, M.V. **Níveis de proteína bruta para tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 250 g de peso vivo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 49p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- WINFREE, R.A.; STICKNEY, R.R. Started diets for channel catfish: effects of dietary protein on growth and carcass composition. **The Progressive Fish-Culturist**, v.46, n.2, p.79-86, 1981.
- YOSSA, M.I.; ARAÚJO-LIMA, A.R.M. Detritivory in two amazonian fish species. **Journal of Fish Biology**, v.52, p.1141-1153, 1998.

## **APÊNDICE**

Tabela 1A – Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referentes ao peso inicial, (PI), ao ganho de peso (GP) e à taxa de crescimento específico (TCE) de alevinos de curimatá alimentados com rações contendo quatro níveis de proteína bruta (PB), combinados com dois níveis de energia digestível (ED)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		PI (g/peixe)	GP (g/peixe)	TCE
Níveis de PB	3	0,0001874996 <sup>ns</sup>	5,1770 <sup>**</sup>	0,055261450 <sup>**</sup>
Efeito linear	1	0,0000225000	12,9391 <sup>**</sup>	0,141015600 <sup>**</sup>
Efeito quadrático	1	0,0004499991	1,0513 <sup>ns</sup>	0,011628120 <sup>ns</sup>
Efeito cúbico	1	0,0000899998	1,5406 <sup>*</sup>	0,013140570 <sup>ns</sup>
Níveis de ED	1	0,0003124994	0,5565 <sup>ns</sup>	0,005253125 <sup>ns</sup>
Interação PB x ED	3	0,0002208329	0,2943 <sup>ns</sup>	0,002169793 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	0,0001020831	0,3470	0,080875040
CV (%)		0,37	21,47	15,21

\* (P<0,05), \*\* (P<0,01) e ns (P>0,05), pelo teste F.

Tabela 2A – Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referentes ao consumo de ração aparente (CRA), à conversão alimentar aparente (CAA) e à taxa de eficiência protéica (TEP) de alevinos de curimatá alimentados com rações contendo quatro níveis de proteína bruta (PB), combinados com dois níveis de energia digestível (ED).

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		CRA (g)	CAA (g/g)	TEP (g/g)
Níveis de PB	3	9,5149 *	4,0217 **	0,1730458 **
Efeito linear	1	27,5228 **	8,3951 **	0,0950625 <sup>ns</sup>
Efeito quadrático	1	0,3613 <sup>ns</sup>	2,9343 **	0,2485124 *
Efeito cúbico	1	0,6605 <sup>ns</sup>	0,7358 *	0,1755623 **
Níveis de ED	1	0,4418 <sup>ns</sup>	0,4827 <sup>ns</sup>	0,0578000 <sup>ns</sup>
Interação PB x ED	3	0,6900 <sup>ns</sup>	0,1845 <sup>ns</sup>	0,0288333 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	2,8865	0,2274	0,0321688
CV (%)		19,56	14,18	13,62

\* (P<0,05), \*\* (P<0,01) e ns (P>0,05), pelo teste F.

Tabela 3A – Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referentes à eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), ao índice hepatossomático (IHS), à porcentagem de nitrogênio no ganho de peso (NGP) e à porcentagem de gordura no ganho de peso (GGP) de alevinos de curimatá alimentados com rações contendo quatro níveis de proteína bruta (PB), combinados com dois níveis de energia digestível (ED)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		ERN (%)	IHS (%)	NGP (%)	GGP (%)
Níveis de PB	3	52,7114 **	0,024225 <sup>ns</sup>	0,737212 **	32,2126 **
Efeito linear	1	51,3362 *	0,013323 <sup>ns</sup>	2,090777 **	92,9793 **
Efeito quadrático	1	79,6638 *	0,009800 <sup>ns</sup>	0,118828 <sup>ns</sup>	1,0549 <sup>ns</sup>
Efeito cúbico	1	27,1343 *	0,001103 <sup>ns</sup>	0,002031 <sup>ns</sup>	2,6036 <sup>ns</sup>
Níveis de ED	1	23,8568 <sup>ns</sup>	0,014450 <sup>ns</sup>	0,060378 <sup>ns</sup>	74,5726 **
Interação PB x ED	3	3,1807 <sup>ns</sup>	0,010925 <sup>ns</sup>	0,007495 <sup>ns</sup>	3,9273 *
Resíduo	24	11,1192	0,153550	0,066207	1,2914
CV (%)		23,31	16,80	15,23	19,25

\* (P<0,05), \*\* (P<0,01) e ns (P>0,05), pelo teste F.

Tabela 4A – Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) referentes à umidade corporal (UC), à proteína corporal na matéria natural (PC) e à gordura corporal na matéria natural (GC) de alevinos de curimatá alimentados com rações contendo quatro níveis de proteína bruta (PB), combinados com dois níveis de energia digestível (ED)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		UC (%)	PC (%)	GC (%)
Níveis de PB	3	2,1277 <sup>ns</sup>	1,391586 *	3,2800 **
Efeito linear	1	5,2273 *	4,105606 **	9,3945 **
Efeito quadrático	1	1,0731 <sup>ns</sup>	0,041328 <sup>ns</sup>	0,1472 <sup>ns</sup>
Efeito cúbico	1	0,0828 <sup>ns</sup>	0,027825 <sup>ns</sup>	0,2984 <sup>ns</sup>
Níveis de ED	1	10,9278 **	0,114003 <sup>ns</sup>	14,6205 **
Interação PB x ED	3	0,6879 <sup>ns</sup>	0,448531 <sup>ns</sup>	0,4623 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	0,9080	0,324447	0,3161
CV (%)		1,22	4,16	14,62

\* (P<0,05), \*\* (P<0,01) e ns (P>0,05), pelo teste F.

Tabela 5A – Valores de exigência, coeficientes de determinação, soma de quadrado dos desvios (SQD) e equação de regressão ajustadas para as variáveis ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração aparente (CRA), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de eficiência protéica (TEP), em função dos níveis de proteína bruta (PB), para alevinos de curimatá, estimadas pelos modelos linear, quadrático e “Linear Response Plateau” (LRP)

Modelos quadrático e linear					
Variáveis	Equações ajustadas	Exigência	R <sup>2</sup>	SQD	
GP (g)	$Y = -0,66875 + 0,14219X^{**}$	-	0,83	0,3241	
TCE	$Y = 0,02531 + 0,01484X^{**}$	-	0,85	0,0031	
CRA (g)	$Y = 3,7080 + 0,20738X^{**}$	-	0,96	0,1275	
CAA (g/g)	$Y = 16,6353 - 1,02294X + 0,018925X^2^{**}$	27,05	0,94	0,0921	
TEP (g/g)	$Y = -1,4579 + 0,25218X - 0,005508X^2^*$	22,89	0,66	0,0218	

Linear Response Plateau (LRP)					
Variáveis	Equação da reta	Platô	Exigência	r <sup>2</sup>	SQD
GP (g)	$Y = -2,1113 + 0,2120X^{**}$	Y = 3,41	26,05	0,96	0,0814
TCE	$Y = 0,1202 + 0,0219X^{**}$	Y = 0,45	26,01	0,97	0,0006
CAA (g/g)	$Y = 8,0264 - 0,2071X^{**}$	Y = 3,05	24,04	1,00	0,1763

\*\* (P<0,01) e \* (P<0,05) pelo teste F.

Tabela 6A – Valores de exigência, coeficientes de determinação, soma de quadrado dos desvios (SQD) e equação de regressão ajustadas para as variáveis unidade corporal (UC), proteína corporal (PC), gordura corporal (GC), eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), nitrogênio no ganho de peso (NGP) e gordura no ganho de peso (GGP), em função dos níveis de proteína bruta (PB), para alevinos de curimatá, estimadas pelos modelos linear, quadrático e “Linear Response Plateau” (LRP).

Modelos quadrático e linear					
Variáveis	Equações Ajustadas	Exigência	R <sup>2</sup>	SQD	
UC (%)	$Y = 75,8741 - 0,090375X^*$	-	0,82	0,1443	
PC (%)	$Y = 11,7649 + 0,08009X^{**}$	-	0,98	0,0087	
GC (%)	$Y = 6,75306 - 0,12116X^{**}$	-	0,95	0,0556	
ERN (%)	$Y = -47,3198 + 5,01657X - 0,098611X^2^*$	25,44	0,83	6,1416	
NGP (%)	$Y = 0,31731 + 0,052299X^{**}$	-	0,95	0,0152	
GGP (%) (2.700 kcal ED/kg)	$Y = 10,2965 - 0,24663X^{**}$	-	0,92	0,4097	
GGP (%) (3.000 kcal ED/kg)	$Y = 19,8071 - 0,51569X^{**}$	-	0,97	0,4753	
Linear Response Plateau (LRP)					
Variáveis	Equação da reta	Platô	Exigência	r <sup>2</sup>	SQD
PC (%)	$Y = 11,6451 + 0,0859X^{**}$	Y = 14,15	29,11	0,97	0,0069
ERN (%)	$Y = -2,7718 + 0,7806X^{**}$	Y = 14,02	21,91	0,99	14,2745
NGP (%)	$Y = -0,0159 + 0,0733X^{**}$	Y = 1,97	27,06	0,99	0,0012
GGP (%) (2.700 kcal ED/kg)	$Y = 11,9990 - 0,3290X^{**}$	Y = 3,29	26,47	0,99	0,0604
GGP (%) (3.000 kcal ED/kg)	$Y = 21,2962 - 0,5878X^{**}$	Y = 4,63	28,36	0,98	0,2761

\*\* (P<0,01) e \* (P<0,05) pelo teste F.