

UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - UA  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA

Exigência protéica de juvenis de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier,  
1829).

DANIEL RABELLO ITUASSÚ

VEDADO EMPRÉSTIMO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

MANAUS-AM  
2002

UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - UA  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA

Exigência protéica de juvenis de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier,  
1829).

DANIEL RABELLO ITUASSÚ

ORIENTADOR: Dr. MANOEL PEREIRA FILHO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Fonte Financiadora: Projeto Pirarucu/INPA/CNPq

MANAUS-AM  
2002



T  
597.550/113  
J89e

Ituassú, Daniel Rabello

Exigência protéica de juvenis de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829). /  
Ituassú, Daniel Rabello – Manaus, 2002.

38p.

Dissertação de Mestrado – INPA/UA.

1. Pirarucu/*Arapaima gigas* 2. Nutrição de peixes 3. Exigência protéica 4.  
Diets práticas 5. Composição corporal

CDD19. Ed. 597.55

Sinopse:

Para obter-se uma estimativa da exigência por proteína de juvenis de pirarucu, 120 peixes com  $120,6 \pm 3,5$  g (média  $\pm$  DP) foram estocados em gaiolas flutuantes de  $1 \text{ m}^3$ , postas em um viveiro de  $120 \text{ m}^2$ . Alimentados duas vezes ao dia até a saciação aparente com rações contendo 30, 36, 42 e 48% de proteína, em um período de 45 dias os resultados obtidos revelaram que os maiores ganhos de peso, melhores conversões alimentares, melhores taxas de eficiência protéica e de crescimento específico e maiores quantidades de gordura corporal foram conseguidos com as rações contendo 48% de proteína. Estes resultados sugerem a hipótese de que fontes de carboidratos e/ou lipídeos nas rações poderiam eventualmente diminuir esta exigência por proteína, diminuindo também o custo da ração.

Palavras-chave: 1- Pirarucu/*Arapaima gigas*; 2- Nutrição de peixes; 3- Exigência protéica; 4- Diets práticas; 5- Composição corporal.

**Aos meus pais  
Rui e Ivone**

**E aos meus irmãos  
Leonardo e Eduardo**

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), pela oportunidade oferecida para a realização desse curso;

Ao Dr. Manoel Pereira Filho, pela orientação, apoio e amizade durante a elaboração dessa dissertação;

Ao Dr. Rodrigo Roubach, pela co-orientação, auxílio, discernimento e amizade durante a elaboração desse trabalho;

Ao CNPq, pelo suporte financeiro que possibilitou a elaboração desse trabalho, e pela bolsa concedida;

À Embaixada da Espanha-Sociedade Cultural Brasil-Espanha, pelo suporte financeiro que possibilitou a realização desse trabalho;

Aos colegas de mestrado Roger Crescêncio, Bruno Adan S. Cavero e André Lima Gandra, pela ajuda na parte prática e teórica desse trabalho;

À Sra. Maria Inêz de Oliveira Pereira, pela realização das análises bromatológicas, e amizade;

À Sra. Suzana "Yoshiko" Kawashima, pela ajuda na parte prática desse trabalho, e por sua amizade;

À Sra. Fátima pelos eventuais almoços na CPAQ;

Aos funcionários de apoio da CPAQ, Sr. Simão, Sr. Rômulo, Sr. Osvaldino e Sr. Olegário pela ajuda nas instalações das várias tentativas de realização deste experimento.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.1 Animais experimentais.....	7
2.2 Tanques-rede e desenho experimental .....	7
2.3 Rações experimentais .....	8
2.4 Parâmetros físico-químicos da água .....	9
2.5. Variáveis de desempenho .....	9
2.6. Composição centesimal dos peixes:.....	10
2.7. Análises estatísticas: .....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ingredientes usados nas dietas testadas para determinação de exigências protéicas de alevinos de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> . .....	8
Tabela 2. Composição centesimal das dietas utilizadas na determinação das exigências protéicas de juvenis de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> . .....	8
Tabela 3. Influência das dietas sobre o ganho de peso e sobrevivência dos juvenis de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> .....	12
Tabela 4. Análise centesimal das carcaças de juvenis de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> submetidos aos quatro tratamentos. ....	23

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração de um exemplar de pirarucu <i>Arapaima gigas</i> .....	4
Figura 2. Correlação entre os níveis de proteína na dieta sobre o ganho de peso de juvenis de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> .....	13

Figura 3. Conversão alimentar aparente (CAA) de pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> alimentados com rações contendo diferentes níveis protéicos.....	17
Figura 4. Taxa de Eficiência Protéica (TEP) de juvenis de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , alimentados com rações contendo diferentes níveis protéicos. ....	18
Figura 5. Taxa de Crescimento Específico (TCE) de juvenis de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , alimentados com rações contendo diferentes níveis protéicos. ....	21
Figura 6. Utilização Líquida de Proteína (ULP) de juvenis de pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , alimentados com rações contendo diferentes níveis protéicos. ....	24



## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido na Coordenação de Pesquisas em Aquicultura-CPAQ/INPA. Cento e vinte alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas*, com peso médio inicial de  $120,6 \pm 3,5$  g (média  $\pm$  DP), oriundos do município de Coari, Amazonas, foram estocados em 12 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup> cada, contendo dez peixes por tanque, em um experimento inteiramente casualizado, consistindo de 4 tratamentos (30, 36, 42 e 48% de proteína bruta), com três repetições cada, tendo como objetivo determinar o nível protéico que proporciona melhor performance dos peixes. Ao final de 45 dias, os resultados indicaram que as dietas com 48% de proteína resultaram em melhor ganho de peso, crescimento específico composição corporal diferenciada. A conversão alimentar e a eficiência da ração não produziram diferenças entre os tratamentos. Os resultados também sugerem que nesta faixa etária estes dados podem ser melhorados com o aumento da quantidade de proteína da ração ou com o aumento da quantidade de energia não-protéica nas dietas.

## ABSTRACT

Protein requirement of juvenile *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829).

This study was carried out at the CPAq/INPA, where 120 juvenile pirarucu from Coari, Amazonas with an average weight of  $120,6 \pm 3,5$  g (mean  $\pm$  SD) were stocked into 12 1-m<sup>3</sup> floating cages (10 fish per cage) in a complete randomized design of 4 treatments (30, 36, 42, 48 % crude protein) aiming to verify what protein level would yield the best performance. After 45 days, the results showed that the diet with the highest level of protein (48%) produced better weight gain, specific growth rate, feed conversion ratio and body composition than the other treatments. Feed conversion ratio and protein efficiency ratio did not showed any differences among treatments. These results also point out that the inclusion of a higher level of dietary protein or non-protein energy in the test diets for juvenile pirarucu could produce a better response of the variables measured.

## 1. INTRODUÇÃO

A Região Amazônica possui características que a torna promissora ao desenvolvimento da piscicultura. Com exceção dos solos arenosos, os solos ácidos e pobres da região, de baixa aptidão à agricultura e pecuária (Sioli, 1983), se prestam bem à piscicultura devido a sua capacidade de reter água (Izel, 1995), característica útil na construção de viveiros e barragens.

O clima, um importante parâmetro a ser considerado (Proença & Bittencourt, 1994), que na região é do tipo equatorial com flutuações anuais em volta dos 26 °C e pluviosidade em torno de 2.600 mm nas proximidades de Manaus (Sioli, 1983), permite o desenvolvimento da criação durante o ano todo, ao contrário do que ocorre no sul do Brasil, cujo clima limita o crescimento dos peixes em certas épocas do ano.

A existência de espécies nativas adaptadas às condições locais, que possuem mercado regional capaz de absorver a produção, completa o cenário de oportunidades que a Amazônia oferece (Saint-Paul, 1986; Izel, 1995). Uma destas espécies é o pirarucu, *Arapaima gigas*, (Figura 1) pertencente à ordem Osteoglossiforme, família Osteoglossidae e subfamília Heterotidinae (Nelson, 1994; Li & Wilson, 1996).

Esta espécie é nativa da Bacia Amazônica, aparentemente excetuando-se a bacia do Orinoco podendo ser encontrada também no rio Araguaia (Pereira, 1935; Bard & Imbiriba, 1986). Vivendo em ambientes lênticos, com temperatura variando de 24 a 31 °C, o pirarucu é uma espécie de grande porte, possui corpo cilíndrico

ou sub-cilíndrico alcançando até 3m de comprimento e cerca de 200 kg (Pereira, 1935; Bard & Imbiriba, 1986; Souza & Val, 1990; Nelson, 1994; Neves, 1995 ).

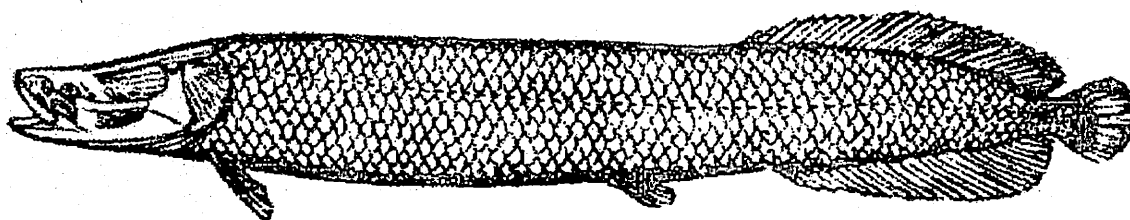


Figura 1. Ilustração de um exemplar de pirarucu *Arapaima gigas*.

Uma peculiaridade da espécie é a capacidade de captar oxigênio atmosférico (Fontenele, 1948; Souza & Val, 1990), hábito que demonstram a partir de 17,5 mm de comprimento (Fontenele, 1948), e que segundo Bard & Imbiriba (1986), confere grande rusticidade a esses peixes, que podem atingir 100 % de sobrevivência em barragens de terra.

Uma das características que tornam uma espécie apta à criação é a aceitação de alimentos de baixo custo, comum em espécies omnívoras, herbívoras, planctófagas e iliófagas (Proença & Bittencourt, 1994; Graef, 1995). As espécies carnívoras criadas com alimento *in natura*, normalmente peixes forrageiros, que apresentam em sua composição corporal em torno de 80% de água, necessitam de quantidades de alimento razoavelmente altas, com conversões alimentares em torno de 10:1 (Proença & Bittencourt, 1994).

Apesar disto, o alto rendimento de filé (Venturieri & Bernardino, 1999), a ausência de espinhos intramusculares, o sabor de sua carne, a rusticidade (Bard & Imbiriba, 1986; Imbiriba, 1991) e a alta produtividade (Bard & Imbiriba, 1986; Imbiriba *et al.*, 1996) tornam o pirarucu bastante atraente à piscicultura.

Atualmente as criações de pirarucu são predominantemente extensivas, baseadas no arraçoamento dos viveiros com peixes de baixo valor econômico (Bard & Imbiriba, 1986; Graef, 1995; Imbiriba *et al.*, 1996) ou ainda em consórcios com forrageiros, bubalinos e suínos (Moura Carvalho & Nascimento, 1992). A sofisticação das criações baseadas neste sistema é dificultada pela necessidade de haver um número de organismos forrageiros sempre maior do que o número de predadores, de maneira que um aumento na densidade de pirarucus deve ser posterior ao aumento da densidade de presas, em quantidade suficiente para a alimentação dos pirarucus.

A saída para este problema seria o investimento em técnicas de criação de caráter intensivo ou semi-intensivo, com o controle de todas as etapas do cultivo e com a utilização de rações balanceadas adequadas à espécie (Bard *et al.*, 1974; Venturieri & Bernardino, 1999).

Com o aumento da densidade de estocagem, a alimentação natural nos viveiros pode se tornar insuficiente, fazendo com que seja necessário o uso de alimentos complementares nutricionalmente completos (Lovell, 1989). Estes alimentos são as rações, que para qualquer espécie de peixe, devem conter aminoácidos essenciais, ácidos graxos, vitaminas, minerais e energia em

quantidade suficiente que permitam a manutenção dos indivíduos e o crescimento corporeo (Halver, 1976).

Em um empreendimento aquícola, o uso de rações representa a maior parte dos custos de produção (Lall, 1991), compreendendo cerca de 50 a 80% do investimento realizado (Pereira Filho, 1995; Kubitza, 1998). Por isso, é necessário testar rações à base de ingredientes locais, que ingeridas em quantidades adequadas, resultem na produção de carne de pescado de boa qualidade (Lall, 1991).

Como a proteína é um importante item para a produção de massa muscular (Pereira Filho, 1995), e normalmente é o componente mais caro da ração (Halver, 1976), a formulação de rações com o mínimo de proteína necessário para maximização do crescimento é importante para se conseguir um produto de boa qualidade a um custo aceitável (Lall, 1991).

À medida que mais informações sobre a nutrição de várias espécies tornam-se disponíveis, as rações comerciais vão se tornando mais eficazes, e os custos vão se diluindo (National Research Council, 1993). Assim, o objetivo deste estudo foi estimar exigência protéica de juvenis de pirarucu, definida como a quantidade mínima de proteína nas rações, que produzirão maior crescimento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Animais experimentais

Os peixes foram adquiridos no município de Coari, no Estado do Amazonas, e foram transportados via aérea até Manaus em sacos contendo aproximadamente 1/3 de água e 2/3 de oxigênio. Na Coordenação de Pesquisas em Aqüicultura do INPA, 120 peixes foram pesados individualmente em uma balança de 0,5g de precisão (Filizola MF-3 Indústrias Filizola S.A., São Paulo, SP, Brasil).

### 2.2 Tanques-rede e desenho experimental

Cento e vinte peixes, de aproximadamente  $12 \pm 0,3$  cm e  $120,6 \pm 3,5$  g foram distribuídos em 12 tanques-rede de  $1 \text{ m}^3$  ( $1 \times 1 \times 1$  m), dispostos em duas fileiras de 6 tanques em um viveiro de  $120 \text{ m}^2$  ( $8 \times 15$  m). Os tanques-rede eram protegidos por uma lona sombrite, para prevenir predação por aves e insolação excessiva. Cada tanque-rede foi estocado com uma densidade de 10 peixes ou uma biomassa de  $986,8 \pm 216,6$  g por tanque.

Foram testados em triplicata, quatro níveis de proteína bruta nas rações para pirarucus: 30, 36, 42 e 48% de proteína, e cada repetição foi definida por sorteio. Antes do experimento começar, estes peixes foram alimentados com uma ração comercial extrusada contendo 45% de proteína (Purina TC45, Agribbrands, Paulínia, SP, Brasil), por duas semanas. Iniciado o experimento, os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (9:00 e às 16:00) até a saciação aparente durante 45 dias, com rações peletizadas, produzidas no INPA.

### 2.3 Rações experimentais

As rações experimentais foram formuladas para ser isocalóricas e conter quatro níveis de proteína: 30%; 36%; 42% e 48%. Foram produzidas com ingredientes encontrados no Estado do Amazonas e sua composição é apresentada na Tabela 1. No entanto, devido a diferenças entre a determinação da composição dos ingredientes e os valores tabulares (NRC, 1993) as composições de proteína e energia bruta (EB) das dietas-teste diferem das pretendidas (Tabela 2).

Tabela 1. Ingredientes usados nas dietas testadas para determinação de exigências protéicas de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas*.

Ingredientes (%)	Dietas (tratamentos)			
	30%	36%	42%	48%
Proteína Bruta (%)	30%	36%	42%	48%
Farinha de peixe	25,0	30,0	35,0	40,0
Farelo de soja	27,0	39,0	25,0	28,5
Fubá de milho	35,0	19,2	13,0	2,00
Farinha de trigo	12,2	11,0	12,0	9,70
Glúten de milho	0,00	0,00	14,2	19,0
PREMIX	0,80	0,80	0,80	0,80
TOTAL	100	100	100	100

Tabela 2. Composição centesimal das dietas utilizadas na determinação das exigências protéicas de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas*.

	Dietas (% Proteína bruta)			
	30%	36%	42%	48%
Umidade	6,00	5,80	6,00	6,20
Cinzas	6,20	7,00	7,20	7,10
Extrato etéreo	12,2	14,6	16,6	17,4
Proteína bruta	32,7	39,3	43,4	48,6
Fibra bruta	1,50	2,00	1,00	1,20
Carboidratos	41,4	31,3	25,8	29,5
EB*	475,9	496,4	511,6	564,5
E:P	14,55	12,63	11,79	11,62

\* Energia bruta estimada com base nos valores calculados de energia para proteína= 5,64 kcal/g, extrato etéreo= 9,44 kcal/g e carboidratos= 4,11 kcal/g (National Research Council, 1993).



## 2.4 Parâmetros físico-químicos da água

Os teores de amônia total (mg/l) e nitrito (mg/l) foram monitorados a cada 5 dias utilizando-se o método colorimétrico (J.L. Química de Água LTDA, Florianópolis, SC, Brasil), enquanto o pH (Bernauer Aquacultura LTDA, Blumenau, SC, Brasil) e a temperatura (°C) (WTW G.M.B.H., Alemanha) foram monitorados diariamente.

## 2.5. Variáveis de desempenho

A pesagem dos indivíduos foi feita no início e no final do experimento e foram coletadas as seguintes variáveis:

Ganho de Peso (GP):

$$GP = \text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}$$

Conversão Alimentar Aparente (CAA):

$$CAA = \text{Qtde. ração (g)} / \text{ganho de peso (g)}$$

Taxa de Eficiência Protéica (TEP):

$$TEP = \text{ganho de peso (g)} / \text{PB ingerida (g)}$$

Onde: PB = Proteína Bruta

Taxa de Crescimento Específico (TCE):

$$TCE = 100 * [(ln Pf - ln Pi)/t]$$

Onde: Pf = Peso final (g)      Pi = Peso inicial      t = dias de experimento

$lnPi$  = logaritmo natural do peso inicial

$lnPf$  = logaritmo natural do peso final

### Utilização Líquida de Proteína (ULP):

Para avaliar a influência das dietas sobre a composição corporal dos peixes, aplicou-se a utilização líquida de proteína (ULP), cuja fórmula é dada a seguir.

$$ULP = PB_{\text{ganho}} / PB_{\text{cons}}$$

Onde:  $PB_{\text{ganho}}$  = Proteína bruta do ganho de peso em gramas

$PB_{\text{cons}}$  = Proteína bruta consumida em gramas

### 2.6. Composição centesimal dos peixes:

Foram escolhidos aleatoriamente 2 peixes no início do experimento, e 2 peixes de cada tratamento no final do experimento para análise centesimal. Estes peixes foram identificados, congelados, triturados, liofilizados e postos em equilíbrio com a umidade ambiente.

A matéria seca (MS) foi determinada por secagem em estufa a 105 °C até peso constante. As análises para determinação do conteúdo protéico seguiram o método de micro Kjeldahl; o extrato etéreo das amostras foi determinado por extração contínua com éter de petróleo. Todas as análises estiveram em conformidade com Association of Official Analytical Chemists (1995).

### 2.7. Análises estatísticas:

O ganho de peso dos peixes submetidos aos 4 tratamentos foi analisado por regressão linear. A conversão alimentar aparente, a taxa de eficiência protéica, a taxa de crescimento específico, a utilização líquida da proteína, a taxa de sobrevivência e as composições centesimais dos peixes dos quatro tratamentos foram analisados por um delineamento inteiramente casualizado ( $p < 0,05$ ). A

sobrevivência bem como as quantidades percentuais de cada nutriente das análises centesimais dos peixes ao final do experimento foram ajustadas pela transformação arco-seno (Zar, 1984).

Durante o experimento uma unidade experimental da dieta contendo 48% de proteína foi perdida devido à fuga dos peixes, tornando o número de repetições desiguais entre os tratamentos. Em razão disso, os resultados que se mostraram significativos foram comparados pelo teste de Scheffé ao nível de 5%, que é o procedimento mais adequado a este caso (Banzatto & Kronka, 1989).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variações de temperatura (média  $\pm$  erro padrão) estiveram em torno de  $28,7 \pm 0,12$  °C e o pH esteve em torno de  $9,3 \pm 0,37$ . As concentrações de amônia total ( $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4$ ) e nitrito ( $\text{NO}_2$ ) registradas no experimento foram de 0,608 mg/l e 0,0 mg/l respectivamente. Não foram observadas variações significativas destes valores até o final do experimento.

As dietas-teste oferecidas aos peixes pelo período de 45 dias produziram diferenças significativas entre si ( $p < 0,05$ ), onde as comparações entre tratamentos revelaram que o ganho de peso dos peixes alimentados com ração contendo 48% de proteína bruta foi significativamente superior aos outros três tratamentos, que por sua vez não diferiram entre si (Tabela 3). As taxas de sobrevivência registradas durante todo o período experimental não apresentaram diferenças significativas

( $p > 0,05$ ) e não foram correlacionadas às quantidades de proteína na ração ( $R^2 = 0,421$ ;  $p < 0,05$ ).

Tabela 3. Influência das dietas sobre o ganho de peso e sobrevivência dos juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas*. (Valores médios  $\pm$  desvio padrão).

Dietas	Peso inicial (g)	Peso final (g)	GP (g)	Sobrevivência (%)
30 %	126,9 $\pm$ 13,90	246,2 $\pm$ 37,20	119,3 $\pm$ 36,70 <sup>b</sup>	93,33 $\pm$ 5,77
36 %	121,8 $\pm$ 9,80	231,1 $\pm$ 18,40	109,3 $\pm$ 9,510 <sup>b</sup>	83,33 $\pm$ 15,28
42 %	111,9 $\pm$ 16,0	253,7 $\pm$ 14,42	141,9 $\pm$ 12,69 <sup>b</sup>	80,00 $\pm$ 10,00
48 %	122,0 $\pm$ 9,50	357,7 $\pm$ 7,25	235,7 $\pm$ 20,65 <sup>a</sup>	66,67 $\pm$ 15,26

GP = Peso final (g) – Peso inicial (g)

Letras diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

A correlação realizada entre os níveis de proteína e os ganhos de peso (Figura 2) demonstrou haver correlação positiva, porém fraca entre as variáveis ( $R^2 = 0,649$ ;  $p < 0,05$ ). Experimentos de exigência por nutrientes consistem na observação da resposta (ganho de peso) dos animais, alimentados com níveis crescentes do nutriente em questão (National Research Council, 1993).

Assume-se que a exigência nutricional é atingida quando o nível de inclusão do nutriente na ração produz o ganho de peso máximo (National Research Council, 1993), e quaisquer níveis acima deste resultam em respostas que não diferem significativamente entre si. A conformação característica da curva de dose-resposta neste ponto é o nivelamento (plateau ou assíntota), mas redução nos ganhos de peso também pode ocorrer (Jauncey, 1982).

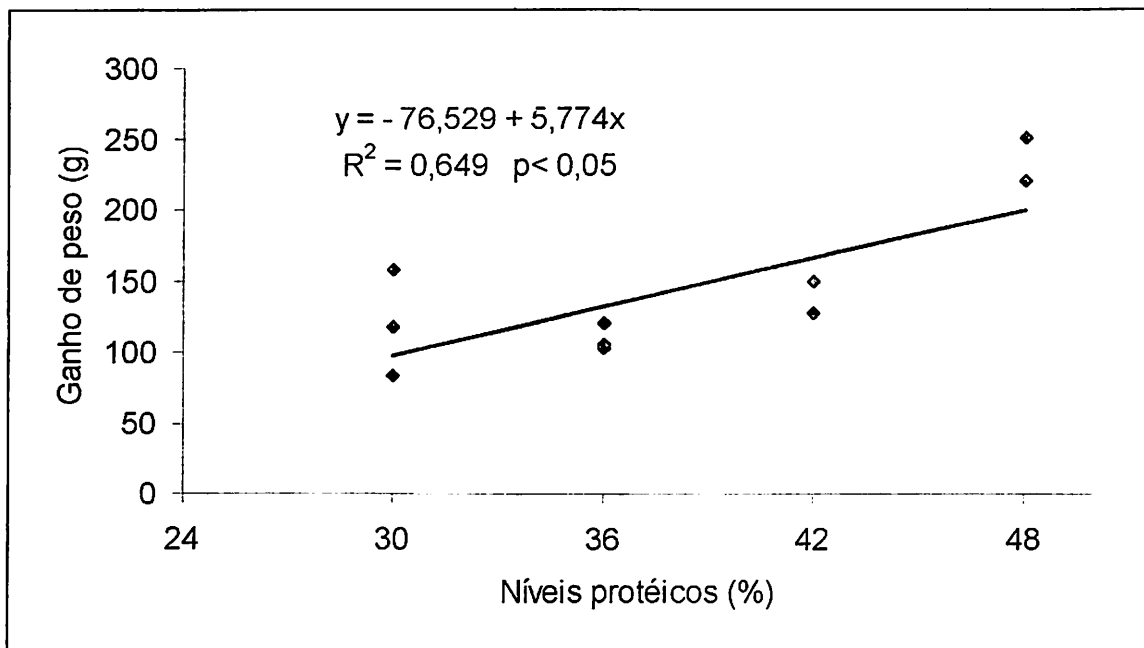


Figura 2. Correlação entre os níveis de proteína na dieta sobre o ganho de peso de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* (n=109).

Os resultados do presente estudo sugerem que as exigências protéicas dos juvenis de pirarucu não foram satisfeitas, já que o característico "plateau" do ganho de peso não foi atingido. Resultados semelhantes foram encontrados para o dourado, *Salminus maxillosus* (Borghetti *et al.*, 1990), para o largemouth bass, *Micropterus salmoides* (Tidwell, *et al.*, 1996), e para o tiger muskellunge, *Esox masquinongy* x *Esox luscus* (Brecka *et al.*, 1995).

A exigência protéica além de ser afetada pelas condições ambientais, fisiologia, hábitos alimentares de cada espécie, idade e estágio de desenvolvimento dos peixes (Hepher, 1988), sofre influência também das concentrações de energia

e proteína digeríveis (Wilson, 1989), pois delas depende a biodisponibilidade tanto de nutrientes quanto de energia (Forster, 2000).

Tibbetts *et al.* (2000), ao compararem o desempenho da enguia japonesa, *Anguilla japonica* (Nose & Arai, 1973), alimentada com dietas purificadas, com a enguia americana, *A. rostrata*, alimentada com dietas práticas, demonstram que a qualidade da proteína também é importante ao justificarem as diferenças entre as exigências de proteína das duas espécies. Segundo estes autores, as diferenças se devem ao fato de que a caseína possui digestibilidade protéica maior que a farinha de peixe, conseqüentemente melhora a biodisponibilidade de proteína na ração, o que diminuiria a exigência deste nutriente.

Apesar de apresentarem algumas diferenças, na prática espécies como o asian sea bass, *Lates calcarifer* (Boonyaratpalin, 1997), garoupas de diferentes espécies, *Epinephelus spp.* (Shiau & Lan, 1996; Boonyaratpalin, 1997), o large mouth bass, *Micropterus salmoides* e o smallmouth bass, *Micropterus dolomieu* (Anderson *et al.*, 1988), têm revelado que a exigência protéica dos peixes carnívoros é relativamente alta, porque os peixes utilizam preferencialmente a proteína para a produção de energia, já que os carnívoros digerem carboidratos menos eficientemente que os herbívoros ou omnívoros (Hepher, 1988; Lovell, 1989). Assim, é possível que ganhos de peso melhores sejam atingidos com o aumento da quantidade de proteína dietária, conforme apontam Tidwell *et al.* (1996) para o largemouth bass, *Micropterus salmoides*.

A importância da proteína para os peixes é demonstrada por Kim (1997), que em seu estudo com truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss*, afirma que dos 40% de proteína recomendados pelo National Research Council (1993), cerca de 24% eram relativos às exigências por aminoácidos essenciais e 16% relativos à demanda energética. Porém os lipídeos e carboidratos também podem até certo ponto, ser utilizados como fonte energética pelos peixes, (Andron *et al.*, 1976) proporcionando uma melhor utilização da fração protéica do alimento que se destinará mais à produção de tecidos ao invés de ser metabolizado para produção de energia.

Com efeito, Shiau & Lan (1996) conseguiram diminuir a exigência por proteína da garoupa *Epinephelus maiabaricus*. de 50 para 44% apenas mantendo o nível de energia em 340-375 kcal/100g de ração, fazendo com que se evite a dispendiosa alternativa de aumentar a quantidade de proteína na ração, além dos efeitos negativos sobre a qualidade da água com relação à excreção de metabólitos nitrogenados.

Como os lipídeos e os carboidratos são mais baratos que a proteína, a decisão de utilizá-los em rações para pirarucus pode trazer grandes benefícios econômicos. Existe a possibilidade de que o resultado encontrado neste estudo com o pirarucu seja causado pelo fato de que se determinadas concentrações de energia digestível não-protéica (lipídeos e/ou carboidratos) são suficientes para produzir esse efeito poupador da proteína, formas com baixa digestibilidade da energia - e portanto pouco disponíveis aos pirarucus - poderiam levar à utilização

como fonte energética, uma maior parte da proteína dietária, prejudicando o crescimento, aumentando a exigência protéica e o custo da ração.

Essa suspeita é apoiada por Hepher (1988), que afirma que o catabolismo dos aminoácidos é favorecido pela falta de energia suficiente a partir de carboidratos e lipídeos. Em trabalho recente, Crescêncio (com. pess.) conseguiu ganhos de peso que variaram de 850,8 a 993,8 g com pirarucus alimentados com ração comercial extrusada contendo 40% de proteína num período de tempo similar ao do presente estudo.

As diferenças encontradas nos dois trabalhos podem ser atribuídas aos tipos de rações usados. No presente estudo, foram usadas rações peletizadas, que apresentam características diferenciadas das rações extrusadas. Tanto nas rações peletizadas quanto nas extrusadas, o que confere a estabilidade dos *pellets* de ração é a gelatinização do amido contido nos ingredientes (Kubitza, 1998).

No entanto, no processo de peletização, a ração é submetida a condições de temperatura, pressão e umidade que proporcionam a gelatinização parcial do amido. Já no processo de extrusão, a temperatura, a pressão e a umidade as quais os *pellets* são expostos, são mais intensas que aquelas encontradas na peletização, de modo que a gelatinização quase total do amido dos ingredientes é atingida (Lovell, 1989).

Além conferir uma maior estabilidade dos *pellets* na água, a gelatinização do amido promove uma maior exposição dos nutrientes contidos nos ingredientes vegetais à ação digestiva dos peixes (Kubitza, 1998). Como a gelatinização do



amido é melhor em rações extrusadas, assim o é também com a digestibilidade e disponibilidade desta fonte energética aos peixes, que podem usar mais eficientemente a proteína para produção de massa muscular.

As conversões alimentares aparentes (CAA) não apresentaram diferenças significantes ( $p > 0,05$ ) apesar dos resultados encontrados (Figura 3). As taxas de eficiência protéica (TEP) também não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), (Figura 4).

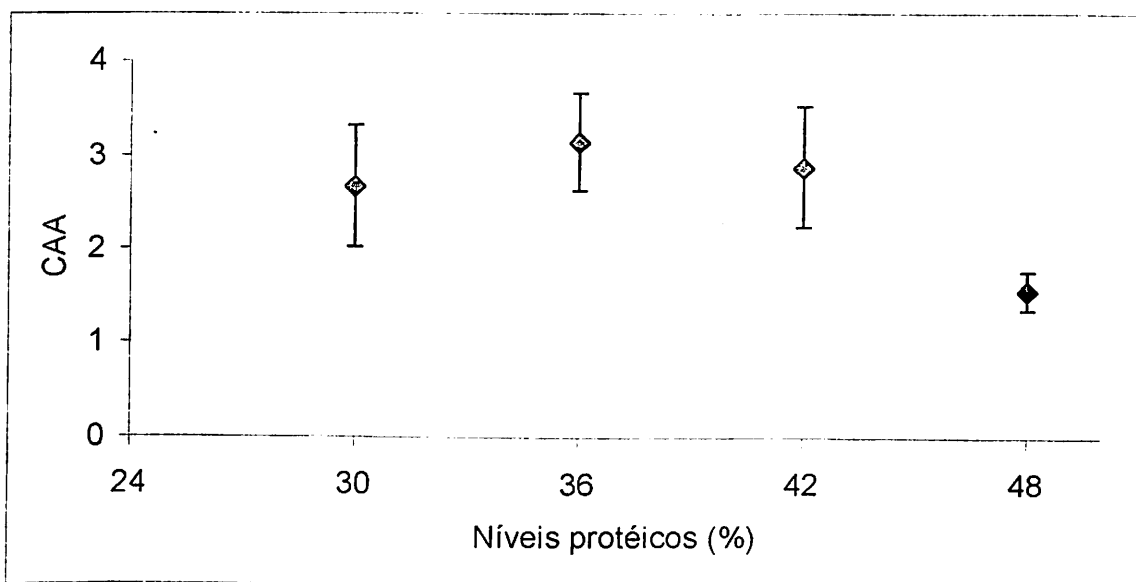


Figura 3. Conversão alimentar aparente (CAA) de pirarucus, *Arapaima gigas* alimentados com rações contendo diferentes níveis protéicos (valores médios  $\pm$  desvio padrão).

As conversões alimentares dos pirarucus foram sensivelmente melhores que as encontradas para o dourado, *Salminus maxillosus* (Borghetti et al., 1990) porém foram próximas àquelas encontradas para o largemouth bass, *Micropterus*

*salmoides* (Tidwell et al., 1996), o sunshine bass, *Morone saxatilis* x *Morone chrysops* (Webster et al., 1995) e o Flórida pompano, *Trachinotus carolinus* (Lazo et al., 1998).

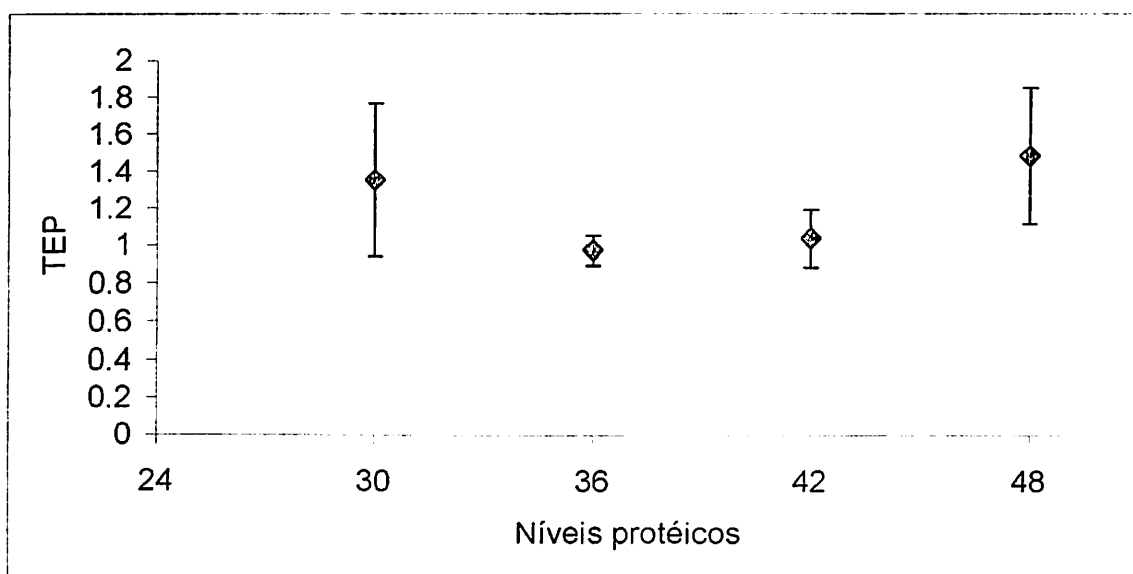


Figura 4. Taxa de Eficiência Protéica (TEP) de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas*, alimentados com rações contendo diferentes níveis protéicos (valores médios  $\pm$  desvio padrão).

Embora não tenha havido diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, observa-se a mesma tendência encontrada nos trabalhos citados acima, onde a conversão alimentar apresentava-se inversamente proporcional à quantidade de proteína na dieta. A conversão alimentar é definida como a quantidade de ração necessária para que o peixe tenha um ganho de peso de 1 kg, portanto, quanto maior for o valor da conversão, menor é a eficácia da ração.

Testando diferentes densidades de estocagem de pirarucus, Cavero (2002) conseguiu conversões alimentares abaixo de 1,0 utilizando rações comerciais extrusadas com aproximadamente 45% de proteína. Estes resultados são considerados melhores que os encontrados no presente estudo, e as justificativas para as diferenças encontradas já foram discutidas.

Lazo et al. (1998) atribui as fracas conversões alimentares do Flórida pompano à uma alta demanda metabólica ou à baixa digestibilidade da ração. Quanto à demanda metabólica, o pirarucu, que é encontrado em habitats preferencialmente lênticos (Bard & Imbiriba, 1986), possui um comportamento diferente do Florida pompano, uma espécie extremamente ativa que nada constantemente em altas velocidades (Lazo et al., 1998), o que provavelmente acarreta em demandas metabólicas diferentes.

Tanto os juvenis de Florida pompano quanto os juvenis de pirarucu, estão em uma fase de desenvolvimento onde a síntese de tecidos é intensa, o crescimento é acelerado e a necessidade por nutrientes e energia é normalmente alta, diminuindo à medida que crescem (Hepher, 1988; Lovell, 1989). Entretanto, é mais provável que a digestibilidade das rações tenham influenciado os resultados encontrados para o pirarucu, mas esta é uma suposição que necessita ser testada.

As taxas de eficiência protéica (TEP) (Figura 4) apesar das ligeiras diferenças, são similares às encontradas para o guilthead seabream, *Sparus aurata* (Robaina et al., 1997), e o european sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Ballestrazzi et al., 1994). Segundo Alvarez-González et al. (2001), que encontraram valores de

TEP igualmente próximos para o spotted sand bass, *Paralabrax maculofasciatus*, os resultados indicam que a proteína contida nas dietas foi usada de maneira semelhante, independentemente do nível de inclusão.

Tal como a conversão alimentar, a TEP é um índice que depende das estimativas dos ganhos de peso e o mesmo raciocínio acerca da digestibilidade é aplicado aos resultados encontrados para este parâmetro. Assumindo esta possibilidade das rações possuírem baixa digestibilidade, nas dietas com menores níveis protéicos, parte desta proteína pode ter divergido para o metabolismo catabólico conforme explica Hepher (1988), ao invés da síntese de tecidos, o que explicaria o crescimento encontrado para o pirarucu.

Como as demandas energéticas para manutenção e atividade voluntária devem ser atendidas antes da demanda para crescimento, a proteína dietária será usada para produzir energia quando outros componentes da dieta não estão acessíveis (Lovell, 1989). O fato de não terem sido detectadas diferenças significativas entre as TEP dos quatro tratamentos, sugere que devido a gelatinização parcial do amido no processo de peletização, a quantidade de energia não-protéica disponível era baixa o suficiente para que nos quatro tratamentos testados, parte da proteína dietária fosse usada para atender a demanda energética.

As taxas de crescimento específico (TCE), apresentaram diferenças significantes entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ) (Figura 5). O tratamento contendo 48% de proteína foi o que apresentou as maiores taxas de crescimento específico. O

resultado do tratamento contendo 42% de proteína foi similar ao de 48% de proteína e aos de menor conteúdo protéico (30 e 36% de proteína). Estes últimos diferiram significativamente do tratamento com 48% de proteína, mas não entre si.

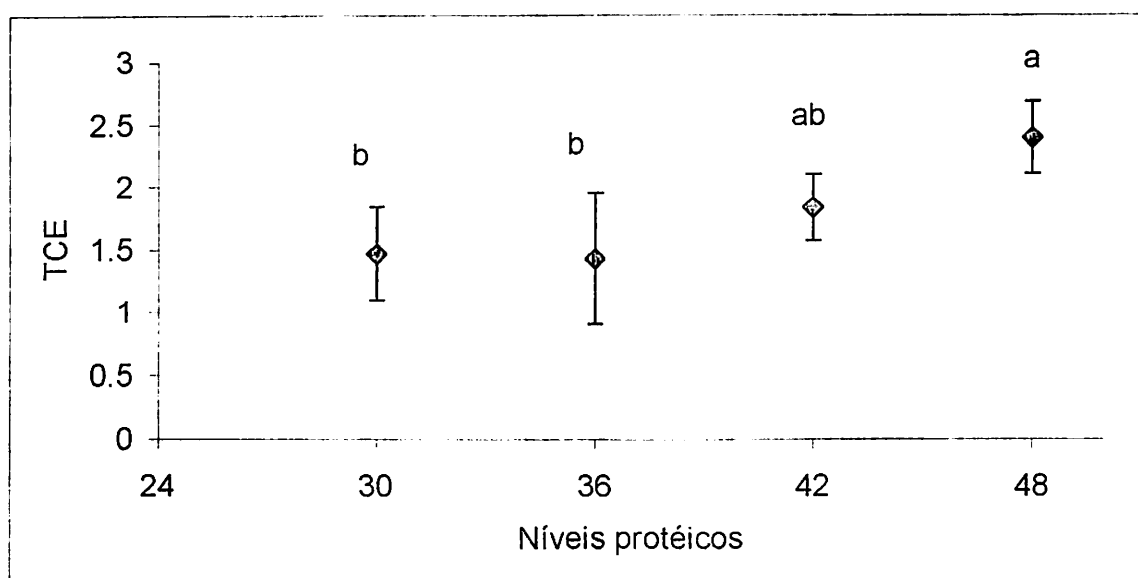


Figura 5. Taxa de Crescimento Específico (TCE) de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas*, alimentados com rações contendo diferentes níveis protéicos (letras diferentes indicam diferenças significativas ao nível de 5 %; valores médios  $\pm$  desvio padrão).

As taxas de crescimento específico (TCE) encontradas foram, tal qual em outras espécies, influenciadas pela quantidade de proteína na dieta, registrando-se altas taxas de crescimento específico (1,46; 1,42; 1,83 e 2,40 %\*dia<sup>-1</sup> para os tratamentos de 30; 36; 42 e 48 % de proteína respectivamente), que são melhores que os valores encontrados na bibliografia sobre peixes carnívoros, com exceção do haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (Kim & Lall, 2001), e o spotted sand bass, *P. maculofasciatus* (Alvarez-González *et al.*, 2001).

Comparando com os resultados descritos nos primeiros estudos sobre a criação de pirarucu, os resultados obtidos no presente estudo foram superiores aos que foram registrados por Alcântara & Guerra (1992) e Moura Carvalho & Nascimento (1992), e parecidos aos encontrados por Bard & Imbiriba (1986), porém estes estudos foram conduzidos com baixas densidades de estocagem e isto certamente influenciou o desempenho dos peixes.

Cavero (2002), usando rações extrusadas comerciais contendo 45% de proteína registrou altas taxas de crescimento específico, que variando de 5,31 a 5,45 %\*dia<sup>-1</sup>, são mais do que o dobro do valor encontrado no presente estudo. Assim, nota-se que as taxas de crescimento específico encontradas neste trabalho poderiam maiores, com a utilização de rações extrusadas.

As análises de carcaça de peixes dos 4 tratamentos revelaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para os teores de extrato etéreo (EE) (Tabela 4). Semelhanças foram observadas entre as dietas de 30 e 36% de proteína, entre as dietas de 42 e 48% e entre as dietas de 30 e 48%. Não foram encontradas diferenças significativas para os teores de cinzas (CZ) e proteína bruta (PB) ( $p > 0,05$ ). A utilização líquida de proteína (ULP) (Figura 6), também não diferiu entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ).

Tabela 4. Análise centesimal das carcaças de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* submetidos aos quatro tratamentos (Valores médios  $\pm$  desvio padrão).

Tratamento	Dietas a 100% de matéria seca			
	Um	PB	EE	CZ
Inicial	10,60 $\pm$ 0,00	64,30 $\pm$ 0,00	12,60 $\pm$ 0,15	17,00 $\pm$ 0,23
30 %	17,28 $\pm$ 1,36	67,00 $\pm$ 0,42	08,20 $\pm$ 0,84 <sup>bc</sup>	19,20 $\pm$ 1,20
36 %	18,48 $\pm$ 0,07	68,80 $\pm$ 2,69	06,45 $\pm$ 1,06 <sup>b</sup>	18,80 $\pm$ 1,70
42 %	17,75 $\pm$ 0,28	66,00 $\pm$ 0,71	12,40 $\pm$ 0,57 <sup>a</sup>	16,65 $\pm$ 0,45
48 %	17,55 $\pm$ 0,00	67,95 $\pm$ 0,35	11,30 $\pm$ 0,71 <sup>ac</sup>	17,05 $\pm$ 1,25

Inicial = Análise centesimal dos pirarucus no início do experimento.

Um = Umidade

PB = Proteína Bruta

EE = Extrato etéreo

CZ = Cinzas

Letras diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

De uma maneira geral, os resultados da utilização líquida de proteína dos peixes mostraram que de fato houve retenção de nitrogênio (proteína), ou seja, crescimento traduzido na síntese de tecidos musculares, estruturas ósseas e órgãos. Chou *et al.* (2001), estudando os níveis ótimos de proteína e lipídeos para juvenis de cobia, *Rachycentron canadum*, relataram que a utilização líquida de proteína decrescia significativamente com o aumento de proteína na dieta, o que difere dos resultados encontrados para o pirarucu, inclusive quanto aos valores encontrados, que foram mais altos que aqueles encontrados para o pirarucu, no presente estudo.

De acordo com Foster (2000), respostas fisiológicas como crescimento, eficiência alimentar e sobrevivência necessitam de um certo tempo para serem expressas pelos diferentes tratamentos a que os peixes são expostos, e

provavelmente, diferenças poderiam ser encontradas em um intervalo de tempo mais longo, conforme apontam Lazo *et al.* (1998) para o Florida pompano.

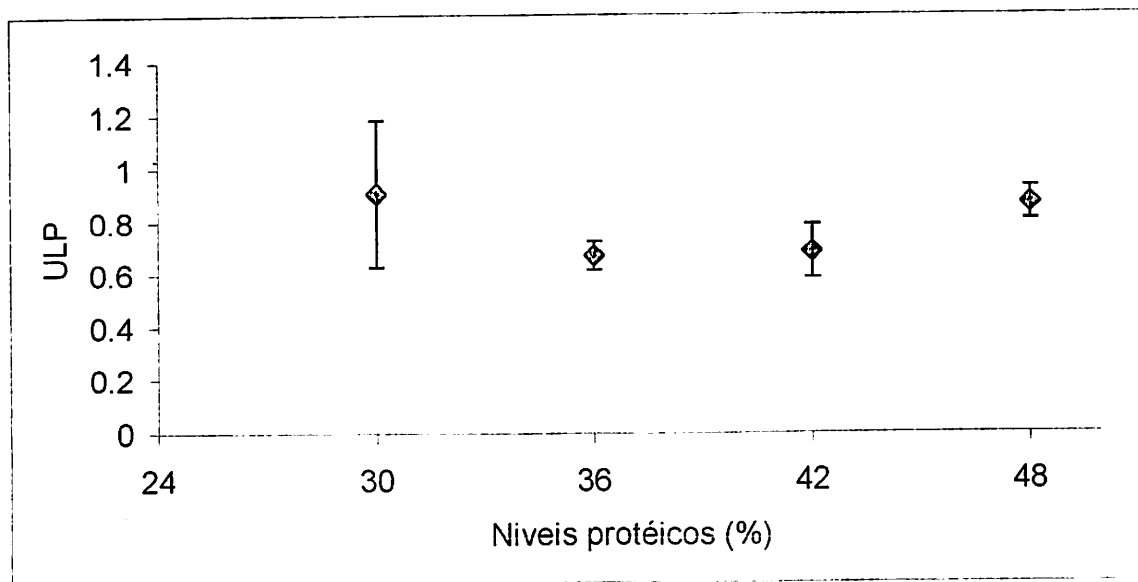


Figura 6. Utilização Líquida de Proteína (ULP) de juvenis de pirarucus, *Arapaima gigas*, alimentados com rações contendo diferentes níveis protéicos (valores médios  $\pm$  desvio padrão).

Os resultados relativos ao conteúdo corporal de extrato etéreo mostraram que ocorreram perdas deste nutriente ao final de 45 dias de estudo (Tabela 4). Reis *et al.* (1989) também encontraram uma diminuição da gordura corporal em bagres de canal, *Ictalurus punctatus* alimentados com níveis crescentes de proteína na dieta. Brecka *et al.* (1995) também encontraram para o tiger muskellunge, *Esox masquinongy* x *Esox luscious* uma relação inversa entre o conteúdo protéico da dieta e o conteúdo de gordura corporal, ou seja, maiores quantidades de gordura foram encontradas em peixes alimentados com rações contendo os níveis de 34 a 37% de proteína ao passo que no mesmo estudo, níveis crescentes de proteína dietária



não pareciam produzir diferenças visíveis no muskellunge, *Esox masquinongy*. O spotted sand bass, *P. maculofasciatus* (Alvarez-González *et al.*, 2001) e o cobia, *Rachycentron canadum* (Chou *et al.*, 2001) também não sofreram influência de diferentes níveis protéicos na ração.

A energia digestível (ED) é a diferença entre a energia ingerida ou energia bruta (EB) e a energia perdida por fezes (EF), e a diferença entre a ED e a energia perdida pela urina (EU) e brânquias (EZ) determina a energia metabolizável (EM) (National Research Council, 1993). Segundo Hepher (1988), a energia metabolizável da dieta aumenta com o nível de inclusão de proteína, deste modo, a maior quantidade de energia protéica disponível nas rações com 42 e 48 % de proteína, explicaria as menores perdas de gordura corporal registradas para o pirarucu.

Apesar disso, o fato de que essas quantidades de gordura corporal são inferiores às da análise inicial dos peixes indica que existe a possibilidade de que as quantidades de energia digestíveis das dietas não foram adequadas à espécie, o que provavelmente foi compensado pela gordura corporal. A quantidade de proteína na dieta pode ser aumentada sem o prejuízo da qualidade do produto final, já que quantidades relativamente altas de gordura diminuem o valor de mercado dos filés, mas não é recomendado fazer isso pois custo das rações seria alto demais.

## CONCLUSÃO

O conjunto de resultados obtidos neste estudo mostrou que 48 % de proteína na dieta é o melhor nível para promover máximo crescimento de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* quando a farinha de peixe, farelo de soja e glúten de milho são as principais fontes de proteína na dieta.

Novos estudos são necessários para verificar se a exigência protéica do pirarucu, nesta fase de desenvolvimento, é maior que o nível encontrado no presente estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcântara, F. B. & Guerra, H. F., 1992. Cultivo del paiche, *Arapaima gigas*, utilizando bujurqui, *Cichlassoma bimaculatum*, como presa. *Folia Amazonica*, 4(1): 129-139.
- Alvarez-González, C.A.; Civera-Cerecedo, R.; Ortiz-Galindo, J.L.; Dumas, S.; Moreno-Legorreta, M. & Grayeb-Del Alamo, T. 2001. Effect of dietary protein level on growth and body composition of juvenile spotted sand bass, *Paralabrax maculofasciatus*, fed practical diets. *Aquaculture*, 194: 151-159.
- Andron, J.W.; Blair, A.; Cowey, C.B. & Shanks, A.M. 1976. Effects of dietary energy level and dietary energy source on growth, feed conversion and body composition of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*, 7:125-132.

- A.O.A.C. 1995. *Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis*. 17<sup>a</sup>.ed. 1141p.
- Ballestrazzi, R.; Lanari, D.; Agaro, E.D. & Mion, A. 1994. The effect of dietary level and source on growth, body composition, total ammonia and reactive phosphate excretion of growing sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 127: 197-206.
- Banzatto, D.A. & Kronka, S.N. 1989. *Experimentação agrícola*. FUNEP, Jaboticabal, SP. 247p.
- Bard, J. ; Kimpe, P. ; Lemasson, J. & Lessent, P. 1974. *Manual de piscicultura para a América e África tropicais*. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent- Sur-Marne. France. 183p.
- Bard, J. & Imbiriba, E.P. 1986. *A piscicultura do pirarucu, Arapaima gigas*. Circular Técnica EMBRAPA-CAPTU, 52. 17p.
- Brecka, B.J.; Kohler, C.C. & Wahl, D.H. 1995. Effects of dietary concentration on growth, survival, and body composition of muskellunge *Esox masquinongy* and tiger muskellunge *Esox masquinongy* x *E. lucius* fingerlings. *Journal of the World Aquaculture Society*, 26(4): 416-425.
- Boonyaratpalin, M. 1997. Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. *Aquaculture*, 151:283-313.
- Borghetti, J.R.; Canzi, C. & Fernandez, D.R. 1990. Influência de diferentes níveis de proteína no crescimento do dourado (*Salminus maxillosus*). *Arq. Biol. Tecnol.*, 33(3): 683-689.

- Cavero, B.A.S. 2002. *Densidade de estocagem de juvenis de pirarucu Arapaima gigas (Cuvier, 1829) em tanques-rede de pequeno volume*. Dissertação de mestrado INPA-UA. Manaus, Amazonas, 54p.
- Chou, R. L.; Su, M. S. & Chen, H. Y. 2001. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 193: 81-89.
- Fontenele, O. 1948. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu, "Arapaima gigas" (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). *Rev. Brasil. Biol.*, 8 (4):445-459.
- Forster, I. 2000. Nutrient Requirements. In: Stickney, R.R. (Ed.) *Encyclopedia of aquaculture*. John Wiley & Sons Inc. New York, NY, USA. p592-600.
- Graef, E.W. 1995. As espécies de peixes com potencial para a criação no Amazonas. In: Val, A.L. e Honczaryk, A. (Eds.) *Criando peixes na Amazônia*. INPA, Manaus, Amazonas. p27-43.
- Halver, J.E. 1976. Formulating practical diets for fish. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 33:1032-1039.
- Hepher, B. 1988. *Nutrition of pond fishes*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 388p.
- Imbiriba, E.P. 1991. Produção e manejo de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier). *Bol. EMBRAPA-CPATU*, 57:19p.
- Imbiriba, E.P.; Lourenço Junior, J.B.; Moura Carvalho, L.O.D.; Góes, L.B.; Uliana, D. & Brito Filho, L. 1996. *Criação de pirarucu*. Coleção Criar 2. EMBRAPA. Brasília. 93p.

- Izel, A.C.U. 1995. A qualidade do solo e da água. *In: Val, A.L. e Honczaryk, A. (Eds.) Criando peixes na Amazônia.* INPA, Manaus, Amazonas. p17-27.
- Jauncey, K. 1982. The effect of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapia *Sarotherodon mosambicus*. *Aquaculture*, 27, 43-54.
- Kim, K.I. 1997. Re-evaluation of protein and amino acid requirements of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 151: 3-7.
- Kim, J.D. & Lall, S.P. 2001. Effects of dietary protein level on growth and utilization of protein and energy by juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Aquaculture*, 195:311-319.
- Kubitza, F. 1998. *Nutrição e alimentação de peixes cultivados.* Campo Grande, MS. 44p.
- Lall, S.P. 1991. Concepts in the formulation and preparation of a complete fish diet. *In: De Silva, S.S. (Ed.) Fish nutrition research in Asia. Proceedings of the fourth Asian Fish Nutrition Workshop.* Asian Fish. Soc. Spec. Publ. 5. Asian Fisheries Society. Manila, Phillippines. 205p.
- Lazo, J.P.; Davis, D.A. & Arnold, C.R. 1998. The effects of dietary protein level on growth, feed efficiency and survival of juvenile Florida pompano (*Trachinotus carolinus*). *Aquaculture*, 169: 225-232.
- Li, G.Q. & Wilson, M.V.H. 1996. Phylogeny of Osteoglossomorpha. *In: Stiassny, M.L.J.; Parenti, L.R.; Johnson, G.D. (Eds.) Interrelationships of fishes.* Academic Press, London, UK. p163-174.

- Lovell, T. 1989. *Nutrition and feeding of fish*. Van Nostrand Reinhold Publ. New York, NY, USA. 280p.
- Moura Carvalho, L.O.D. & Nascimento, C.N.B. 1992. *Engorda de pirarucus (Arapaima gigas) em associação com búfalos e suínos*. Circular Técnica EMBRAPA-CAPTU, 65. 21p.
- National Research Council. 1993. *Nutrient requirements of fish*. National Academic Press. Washington D.C., USA. 114p.
- Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the world*. 3<sup>th</sup> Edition. John Wiley & Sons Publ. New York, USA. 600p.
- Neves, A.M.B. 1995. Conhecimento atual sobre o pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier. 1817). *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Zool.* 11(1): 33-56.
- Nose, T. & Arai, S. 1973. Optimum level of protein in purified diet for eel (*Anguilla japonica*). *Bull. Freshwater Fish Res. Lab.*, 22(2): 145-155.
- Pereira, N. 1935. O pirarucu. (resumo informativo). *Revista do D.N.P.A. Anno II*.
- Pereira Filho, M. 1995. Alternativas para a alimentação de peixes em cativeiro. In: Val, A.L. e Honczaryk, A. (Eds.) *Criando peixes na Amazônia*. INPA, Manaus. Amazonas. 160p.
- Proença, C.E.M. & Bittencourt, P.R. 1994. *Manual de piscicultura tropical*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília, DF. 196p.

- Reis, L.M.; Reutebuch, E.M. & Lovell, R.T. 1989. Protein-to-energy ratios in production diets and growth, feed conversion and body composition of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*, 77:21-27.
- Robaina, L.; Moyano, F.J.; Izquierdo, M.S.; Socorro, J.; Vergara, J.M. & Montero, D. 1997. Corn gluten and meat and bone meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): nutritional and histological implications. *Aquaculture*, 157: 347-359.
- Saint-Paul, U. (1986). Potential for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. *Aquaculture*, 54: 205 - 40.
- Shiau, A.Y. & Lan, C.W. 1996. Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, 145: 259-266.
- Sioli, H. 1983. *Amazônia. Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais*. Ed. Vozes, 3ª edição. Petrópolis, RJ. 72p.
- Souza, R.H. & Val, A.L. 1990. O gigante das águas doces. *Ciênc. Hoje*, 11(64):9-12.
- Tibbetts, S.M. & Lall, S.P.; Anderson, D.M. 2000. Dietary protein requirement of juvenile American eel (*Anguilla rostrata*) fed practical diets. *Aquaculture*, 186: 145-155.
- Tidwell, J.H.; Webster, C.D. & Coyle, S.D. 1996. Effects of dietary protein level on second year growth and water quality for largemouth bass (*Micropterus salmoides*) raised in ponds. *Aquaculture*, 145: 213-223.

- Tucker, J.W. 1998. *Marine fish culture*. Kluwer Academic Publishing, Norwell, MA, USA. 750p.
- Venturieri, R. & Bernardino, G. 1999. Pirarucu. Espécie ameaçada pode ser salva através do cultivo. *Panorama da Aqüicultura* 9(53):13-21.
- Webster, C.D.; Tiu, L.G.; Tidwell, J.H.; Van Wyk, P. & Howerton, R.D. 1995. Effects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of sunshine bass (*Morone chrysops* x *M. Saxatilis*) reared in cages. *Aquaculture*, 131: 291-301.
- Wilson, R.P. 1989. Amino acids and proteins. *In*: Halver, J. (Ed.) *Fish nutrition*. Academic Press, London, UK. p112-153.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall International Editions Inc. 2<sup>th</sup> Ed. Englewood Cliffs, NJ, USA. 718p.