

Universidade Federal de Minas Gerais

Thiago Bernardes Fernandes Jorge

Níveis de Proteína na Nutrição do Surubim (*Pseudoplatystoma* spp.)

Belo Horizonte

2012

Thiago Bernardes Fernandes Jorge

Níveis de Proteína na Nutrição do Surubim (*Pseudoplatystoma* spp.)

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área: Nutrição e Alimentação Animal

Prof. Orientador: Edgar de Alencar Teixeira

Belo Horizonte
2012

J82n Jorge, Thiago Bernardes Fernandes, 1984-
Níveis de proteína na nutrição do Surubim (*Pseudoplatystoma* spp.) / Thiago
Bernardes Fernandes Jorge. – 2012.
39 p. : il.

Orientador: Edgar de Alencar Teixeira

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

1. Surubim (Peixe) – Alimentação e rações – Teses. 2. Proteínas na nutrição animal –
Teses. I. Teixeira, Edgar de Alencar. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de
Veterinária. III. Título.

CDD – 639.31

Dissertação defendida e aprovada em 31 de janeiro de 2012, pela Comissão examinadora composta por:

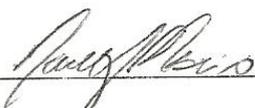


Prof. Edgar de Alencar Teixeira

(Orientador)



Prof.^a Priscila Vieira Rosa



Prof.^a Paula Adriane Perez Ribeiro

“Não sabendo que era impossível,

foi lá e fez.”

(Jean Cocteau)

DEDICATÓRIA àquela que me ensinou,
educou e me proporcionou todas as condições
para que chegasse até aqui.

À minha querida mãe,

Cleusa Bernardes

AGRADECIMENTOS

- Em primazia inquestionável, a Deus. Aquele que me concedeu o fôlego da vida e colocou em meu caminho pessoas maravilhosas, sem as quais eu não conseguiria realizar todo este trabalho;
- à minha família, que sempre por meio de todo carinho, união e amor esteve comigo em bons e maus momentos, tolerando minhas ausências e erros;
- ao Prof. Edgar, por ser não somente um orientador excepcional, o que já seria de enorme valia, mas por conseguir se mostrar muito além disso, um grande amigo;
- aos professores Kleber (te cuida hein!), Ronald e especialmente ao Eduardo Turra, responsável por cativar todo interesse pela piscicultura e ter sido o vínculo com o Laqua;
- à banca examinadora pelas contribuições na melhoria do trabalho: Priscila Viera Rosa e Paula A. Perez Ribeiro.
- aos funcionários do Laqua: Érica, por toda cordialidade e mais diversas participações ao longo do experimento, ao Gabriel, cabloco bravo, mas de muita boa vontade e que sempre estava disposto a ajudar e ao senhor Luciano;
- e aos colegas do Laqua, que por mínima cooperação, foram fundamentais: Amanda (dinhaaa), Alysson (tranquiliz), André (Galo), Arthur, Carol (compreensão e companheirismo), Daniela (Dani-Dani), Franklin, Gustavo Baroni, Isabela (Belinha), Jaqueline (Jack), Kênia, Laura (inhaaa), Lucas (mosquito), Márcio (José do mestrado), Maira (Mairinha), Narrayan (Barruan), Reinaldo (ô rei), Samuel (cuja ajuda foi imprescindível), Rodrigo (correção do trabalho), Rose (Montes Claros), Túlio (mano, por toda ajuda nas análises), Vando, Walisson (Uai);
- Toninho, Carlos e Kelly do laboratório de nutrição pelo ensino e paciência;
- pelo apoio de Eloísa e Paula do departamento de zootecnia;
- Gustavo (Diou) e Márcio (pão de queijo) pelo auxílio na confecção das rações.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 SURUBIM	12
2.2 PROTEÍNA E ENERGIA	12
2.3 EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E ENERGIA	15
2.4 DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES	16
2.5 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	16
2.6 COMPOSIÇÃO DE CARÇAÇA E VÍSCERAS	18
2.7 INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO NAS VARIÁVEIS SANGUÍNEAS E ENZIMAS	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 INSTALAÇÕES	22
3.2 ANIMAIS	22
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	23
3.4 DIETAS	23
3.5 QUALIDADE DE ÁGUA	26
3.6 ALIMENTAÇÃO	26
3.7 ABATE, PREPARO DAS AMOSTRAS E ANÁLISES	26
3.8 DESEMPENHO	27
3.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÃO	34
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição das dietas na matéria natural	24
Tabela 2 - Composição química das dietas conforme analisado (matéria natural)	25
Tabela 3 - Médias dos dados de desempenho de juvenis de surubins alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína por 66 dias.....	29
Tabela 4 - Valores médios das variáveis sanguíneas analisadas para juvenis de surubim (<i>Pseudoplatystoma</i> spp.) recebendo dietas contendo diferentes teores de proteína por 66 dias	31
Tabela 5 - Composição bromatológica do filé com base na matéria seca e índices víscero e hepatossomático de juvenis de surubim alimentados com dietas contendo diferentes teores de proteína	33

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ALT	Alanina aminotransferase
AST	Aspartato aminotransferase
CA	Conversão alimentar
CM	Consumo médio de ração por unidade experimental
CMD	Consumo individual médio de ração diário
CT	Consumo total de ração por tratamento
CV	Coefficiente de variação
E/P	Relação energia/proteína
EB	Energia bruta
ED	Energia digestível
EDTA	Ácido etilenodiaminotetraacético
g	Grama
GPMD	Ganho de peso individual médio diário
IHS	Índice hepatossomático
IVS	Índice viscerossomático
kg	Quilograma
kcal	Quilocalorias
l	Litro
LAQUA	Laboratório de Aquacultura
PB	Proteína bruta
PD	Proteína digestível
TEP	Taxa de eficiência proteica
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

Um experimento, conduzido no laboratório de aquicultura da Universidade Federal de Minas Gerais, por 66 dias, teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações de proteína bruta (PB) em dietas de juvenis de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*). Utilizaram-se 112 animais com peso inicial de $468 \pm 90,21$ g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (níveis de PB: 36, 38, 40 e 42%) e quatro repetições, em sistema de recirculação de água. Cada tanque com sete animais constituiu-se uma unidade experimental. Os peixes receberam dietas extrusadas isoenergéticas, com 3954 kcal/kg de energia bruta (EB), fornecidas três vezes ao dia até saciedade aparente. As variáveis de qualidade de água mantiveram-se adequadas para peixes tropicais. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e estudos de regressão. Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) no consumo diário de ração (3,04 g por peixe), ganho de peso médio diário (3,2 g por peixe), conversão alimentar (2,28), taxa de eficiência proteica (1,2) e sobrevivência (100%). Do mesmo modo, para os filés não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) quanto à composição bromatológica na matéria seca: proteína bruta (85,63%), extrato etéreo (8,68%), cinzas (5,59%) nem nas formas de reservas corporais: índices viscerossomático (6,77) e hepatossomático (1,45). As variáveis sanguíneas, glicose (46,32 mg/dL), hematócrito (13,28%), proteína total (4,97 g/dL), creatinina (0,23 mg/dL) e as enzimas aspartato aminotransferase (28,49 U/L) e alanina aminotransferase (20,75 U/L) não foram afetadas pelas dietas ($P > 0,05$). Os resultados obtidos mostram que os diferentes teores proteicos das dietas não produziram diferenças nas variáveis avaliadas. Logo, indica-se o uso de dietas com o menor nível de proteína bruta (36%), o que resulta em uma relação EB/PB de 10,98 kcal/g (EB = 3954 kcal/kg com 36% PB) para surubins (*Pseudoplatystoma* spp.) pesando entre 378 e 830g.

Palavras-chave: peixe carnívoro, pintado, relação energia/proteína.

ABSTRACT

An experiment accomplished at the aquaculture laboratory of the Minas Gerais Federal University during sixty-six days, had the purpose to evaluate the effects of different gross protein concentrations on juveniles of surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*) diets. One hundred and twelve animals, with initial weight of $468 \pm 90,21$ g, were distributed in complete random design with four treatments (gross proteins level: 36, 38, 40 and 42%) and four repetitions, in recirculation water systems. Each tank with seven animals was an experimental unit. The fishes received cooked-extruded isoenergetics diets, with 3954 kcal/kg of gross energy, supplied three times a day until apparent satiety. The water quality parameters were maintained appropriate to tropical fishes. The results were submitted to variance analysis and regression studies. There were no observed differences in the daily food consumption (3,04 g per fish), the daily average of weight gains (3,2g per fish), feed conversion (2,28), protein efficiency rate (1,2) and survival (100%). Likewise, differences

were not observed for the fillets ($P>0,05$), neither about the chemical-bromatologic composition in the dry material: gross protein (85,63%), ether extract (8,68%), ashes (5,59%); nor in the corporal reserves forms: viscerosomatic (6,77) and hepatosomatic(1,45) indexes. The blood parameters, glucose (46,32 mg/dL), hematocrit (13,28%), total protein (4,97 g/dL), creatinine (0,23 mg/dL) and the aspartate aminotransferase (28,49 U/L) and alanine aminotransferase (20,75 U/L) enzymes were not affected by the diets ($P>0,05$). The results showed that different protein levels of the diets did not lead to any difference in the evaluated parameters. Then, is indicated to use lower gross protein level diets (36%), which results in a gross energy/gross protein relation of 10,98 kcal/g (gross energy = 3654 kcal/kg with 36% of gross protein) for surubins (*Pseudoplatystoma* spp.) which weight between 378 and 839g.

Keywords: carnivorous fish, pintado fish, energy/protein relation

1 INTRODUÇÃO

Os surubins (*Pseudoplatystoma* spp.) possuem carne com características organolépticas desejáveis, como coloração clara e sabor suave, além de notáveis índices zootécnicos. Em muitas regiões brasileiras são os peixes mais apreciados pelos consumidores e apresentam considerado potencial para o mercado externo.

Como peixe carnívoro, sua dieta é constituída por altos teores de proteína, o nutriente mais oneroso nas formulações de rações. Somado ao fator econômico, destaca-se a questão ambiental, pois quando empregados níveis protéicos acima das exigências do animal observa-se elevação da excreção de compostos nitrogenados, com grande impacto na qualidade de água dos criatórios e seus efluentes. O excesso de proteína ainda fará com que os peixes utilizem parte da energia para excretar todo excedente, energia esta que poderia ser utilizada para crescimento.

Por outro lado, dada a importância das proteínas como constituintes dos tecidos corporais e participantes de diversas rotas metabólicas, quando empregadas concentrações proteicas nas dietas aquém das necessidades do animal, nota-se queda nos índices de desempenho que podem inviabilizar o cultivo.

Desse modo, torna-se essencial a determinação de concentrações mínimas de proteína que promovam o máximo desempenho produtivo dos animais e gerem menor impacto ao meio ambiente para as diferentes fases de produção.

Alguns autores estabeleceram as exigências nutricionais para surubins mais jovens. No entanto, poucas informações têm-se a respeito das exigências de peixes maiores, sendo inexistentes dados sobre os teores adequados de proteína nestas fases para o surubim.

Baseado nestas informações, o presente trabalho foi realizado com o intuito de se obter a melhor concentração de proteína na dieta para juvenis de surubim, pesando entre 378 e 830 g, mantidos em sistema de recirculação de água.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SURUBIM

Segundo Godinho & Kinard (2009), o surubim é classificado como um bagre e é uma das espécies mais valorizadas no Brasil. Os autores chamam atenção para os danos causados pelas mudanças antrópicas no habitat natural destes animais, tais como redução dos estoques naturais e da biodiversidade, as quais podem ocasionar o desaparecimento de algumas espécies. Dentre estas mudanças, destaca-se a construção de barragens para atenderem às usinas hidrelétricas, o que pode prejudicar o movimento de piracema, necessário para reprodução do surubim.

Segundo Furuya & Furuya (2003), o surubim apresenta carne de excelente qualidade, com propriedades organolépticas desejáveis e ausência de espinhos intramusculares.

Burkert *et al.* (2008) afirmaram que o rendimento do surubim é superior ao de espécies filogeneticamente próximas e exploradas na aquicultura. Isto pode ser demonstrado pelo alto rendimento de carcaça (aproximadamente 73%), carcaça sem pele (em torno de 68%), filé total (média de 48%), matéria comestível (aproximadamente 46%), representada pelo percentual de filé limpo total e alto percentual de fígado (próximo de 1%).

Diante da redução nos estoques naturais e das interessantes características zootécnicas apresentadas pelo surubim, sua criação em cativeiro tem sido estimulada (FURUYA & FURUYA, 2003).

Deve-se atentar para o fato de que ao serem transferidos do ambiente natural para espaços confinados, os peixes necessitam de dietas balanceadas e que atendam suas exigências nutricionais. Este atendimento é necessário para o fornecimento de substratos fundamentais ao funcionamento das rotas metabólicas, o que permitirá a manutenção da higidez e máximo desempenho produtivo dos animais (BONFIM *et al.*, 2005; FURUYA *et al.*, 2010).

Contudo, apesar de sua importância, poucas informações sobre a fisiologia e exigências nutricionais do surubim estão disponíveis.

2.2 PROTEÍNA E ENERGIA

As proteínas são polímeros de aminoácidos e constituem as estruturas químicas mais abundantes e funcionalmente diversas nos sistemas biológicos. Praticamente todos os

processos vitais dependem das proteínas, seja por meio das enzimas, das proteínas sanguíneas ou mesmo na formação de ossos e músculos (CHAMPE & HARVEY, 1996).

Estudos mostraram que o aumento nos teores de proteína de uma dieta está quase sempre relacionado à melhoria no desempenho zootécnico dos animais, principalmente em espécies carnívoras (LEE & KIM, 2001). Entretanto, Lundesdt *et al.* (2004), após estudarem a atividade das enzimas proteolíticas no trato digestivo, enfatizaram que o surubim (*P. corruscans*) tem boa capacidade de utilizar a proteína dietética independente do conteúdo de proteína na dieta.

Há também preocupação com os teores máximos de proteína, pois o excesso da mesma em relação à energia não-proteica na dieta pode suprimir a taxa de crescimento dos peixes (LOVELL, 1998), uma vez que parte da energia que seria utilizada para o crescimento será desviada para metabolizar e excretar este excesso de proteína (SAMPAIO *et al.*, 2000).

Essa informação toma grande importância do ponto de vista econômico, pois segundo Hayashi *et al.* (2002) a fração alimentar mais onerosa em dietas para peixes é a proteica, devido aos altos teores deste ingrediente que são demandados por essa classe de animais e ao elevado custo de boas fontes de proteína.

Assim, é fundamental que se direcione o uso da proteína para formação de tecidos e não como fonte de energia. Jobling (1994) aponta as vantagens desse direcionamento. Segundo o autor, a cada grama de lipídio depositado obtém-se um grama de aumento no peso total. Em contrapartida, a cada grama de deposição de proteína tem-se simultaneamente a deposição de três a quatro gramas de água, refletindo um aumento de 4 a 5 g no peso da carcaça. Isto é alcançado graças à estrutura química e polaridade de certas regiões das moléculas de proteínas.

O uso de fontes proteicas de origem vegetal, que possuem menor custo, vem se mostrando um desafio, pela menor palatabilidade, digestibilidade, desempenho zootécnico dos animais e desbalanço de aminoácidos, quando comparado às fontes de proteína de origem animal (LUNGER *et al.*, 2007; ØVERLAND *et al.*, 2009).

Outro detalhe crucial a ser observado é o respaldo dos sistemas de produção animal na ótica da sustentabilidade ambiental. Um adequado teor de proteína e balanço de aminoácidos permitirá máxima utilização dos nutrientes da dieta, reduzindo as excretas nitrogenadas e proporcionando ótimo crescimento dos animais, com menor poluição dos corpos d'água (HAYASHI *et al.*, 2002).

Embora o teor de proteína de uma dieta esteja comumente relacionado ao ganho de peso dos peixes, ele se torna dependente do teor de energia presente na dieta (PIEDRAS *et al.*, 2004).

A energia não deve ser considerada como nutriente, mas como produto da oxidação de carboidratos, gorduras e aminoácidos. Os lipídios estão entre as principais fontes de energia

utilizadas pelos peixes, principalmente carnívoros, e sua concentração nas dietas está diretamente relacionada ao ganho de peso dos animais (LOVELL, 1998).

Lundestedt *et al.* (2004) afirmaram que é necessário um ajuste fino no balanço energia: proteína para otimizar o crescimento e evitar prejuízos econômicos nas criações de peixes carnívoros, que demandam altos teores de proteína, o nutriente mais caro da dieta.

O desbalanceamento energético pode ocasionar distúrbios fisiológicos nos peixes, levando os mesmos a buscarem energia, no caso de deficiência, em fontes como a proteína dietética (SAMPAIO *et al.*, 2000; TEIXEIRA, 2008). Por outro lado, o excesso de energia restringe o consumo de alimentos e conseqüentemente a quantidade de nutrientes essenciais, por exemplo, aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas e minerais serão aquém da necessária (LEE & KIM, 2001; WEBSTER & LIM, 2002).

A baixa relação energia/proteína (E/P) em peixes carnívoros se deve principalmente aos altos teores de proteína e baixos teores de carboidratos presentes nas dietas destas espécies (GARLING & WILSON, 1976), que tem capacidade limitada de aproveitar a energia oriunda de carboidratos, explicado parcialmente pela regulação inadequada através de enzimas ligadas a utilização hepática de glicose (glicólise) e sua produção (gliconeogênese) (ENES *et al.*, 2009).

Contudo, Seixas-Filho *et al.* (2001) verificaram que o arranjo intestinal do surubim apesar de se apresentar quase retilíneo, como nos demais carnívoros, possui circunvoluções das alças finais do intestino médio, as quais podem ser vistas como possíveis adaptações para um regime onívoro. O padrão longitudinal com numerosas anastomoses diminui a taxa de passagem intestinal, o que possibilita maior tempo de digestão com conseqüente aumento do aproveitamento dos nutrientes, pela exposição do material alimentar à mucosa intestinal por período maior.

Lundestedt *et al.* (2004) também mostraram que o surubim exibe capacidade diferenciada com relação ao uso de carboidratos, neste caso pela alta atividade de amilases dependente do teor de inclusão de amido na dieta. Neste trabalho, os juvenis criados em sistema de recirculação de água, foram capazes de aproveitar bem os nutrientes de dietas contendo entre 30 e 40% PB e 13 a 25% de amido.

Martino *et al.* (2005) corroboraram com estes resultados ao substituírem os lipídios de dietas isoproteicas (47% PB) por carboidratos e demonstrarem que juvenis de surubim apresentaram o mesmo desempenho zootécnico e composição de carcaça com o fornecimento das dietas experimentais.

Teixeira (2008) encontrou ótimas relações EB:PB para juvenis de surubim em duas fases de vida: peso de 89 g, a relação de 10,96 kcal/g e de 12 kcal de energia/g de proteína para peixes pesando 170 g.

Torna-se importante ressaltar que, deve-se não somente atender a relação E/P recomendada, mas também que se disponibilizarem quantidades suficientes de lipídios que

satisfaçam a demanda energética (Garling & Wilson, 1976) e de ácidos graxos essenciais para os peixes. E ainda que, até certo limite, é possível reduzir os níveis de proteína da dieta por meio do aumento de lipídios (energia). Essa estratégia é conhecida como efeito poupador de proteína (LEE & KIM, 2001; BOMFIM *et al.*, 2005).

2.3 EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E ENERGIA

Os nutrientes devem ser fornecidos unicamente até o ponto de atendimento da exigência dos peixes. Todo excesso de nutrientes se tornará prejudicial ao crescimento, uma vez que os animais demandam energia para metabolizar e excretar todo excedente fornecido (SIGNOR *et al.*, 2010).

Vários fatores influenciam as exigências nutricionais dos peixes, tais como espécie, tamanho, temperatura da água, manejo alimentar, qualidade dos ingredientes utilizados e sistema de criação (ROBINSON & WILSON, 1985; YUAN *et al.*, 2010).

Teixeira (2008) encontrou que a exigência de proteína bruta para juvenis de surubim com peso médio de $170,03 \pm 3,35\text{g}$ foi de 40% em dietas com 3300 kcal de ED ou 4800 kcal de EB. Esse valor foi determinado por equações de regressão envolvendo conversão alimentar, taxa de deposição de proteína e eficiência de retenção de proteína.

Zanardi *et al.* (2008) trabalhando com surubins menores (peso inicial de 13g) encontraram 3781,79 kcal/kg de EB, como sendo valor ótimo de energia para uma dieta com 40% PB, fornecendo uma relação EB/PB de 9,4 kcal/g.

A energia de manutenção de peixes é menor que a dos animais terrestres, pelo fato de serem animais pecilotérmicos e, por isso, demandam menos energia para manter a temperatura do corpo constante. Além disso, a forma de excreção de resíduos nitrogenados ocorre em grande parte (80-90%) sob a forma de amônia ao invés de ácido úrico e uréia, reduzindo o número de rotas metabólicas e conseqüentemente o custo energético. Cabe ainda citar o menor desprendimento de energia para manterem sua posição na coluna de água (LOVELL, 1998).

Com o aumento no tamanho dos peixes as exigências tanto em energia quanto proteína tendem a decrescer e há um aumento na relação E/P (WINFREE & STICKNEY, 1981). Entretanto, segundo Lovell (1998) esse decréscimo é praticamente proporcional, mantendo uma relação E/P próxima durante os ciclos de produção.

Essa constância na proporção da relação E/P também é relatada por Sá & Fracalossi (2002). Para os autores, devido às diferenças na qualidade da proteína utilizada nas dietas, no que se refere principalmente a digestibilidade e perfil de aminoácidos, o melhor é se basear na relação E/P na formulação de dietas para atendimento das exigências.

Da mesma forma, Garling & Wilson (1976) mostraram que a composição corporal de juvenis de bagre do canal alimentados com dietas contendo diferentes teores de proteína e energia, mas mesma relação proteína/energia demonstraram diferenças na composição de proteína, cinzas e lipídios da carcaça.

2.4 DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES

Diante da hipótese levantada por alguns estudos de que a relação E/P poderia influenciar o valor nutritivo de alguns nutrientes ou alimentos, pesquisadores propuseram diversos trabalhos para elucidar tal proposição.

Ono *et al.* (2008) avaliaram o efeito de quatro relações E/P da dieta sobre a digestibilidade de nutrientes para juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*): 8; 9; 10,1 e 11 Kcal de energia digestível (ED) por grama de proteína bruta (PB). Verificou-se que apenas para as cinzas não houve diferença ($P>0,05$), enquanto para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, extrativo não nitrogenado e energia bruta, as relações de 10 e 11 kcal ED/ g PB demonstraram maior coeficiente de digestibilidade aparente.

Já Teixeira *et al.* (2010) em ensaio para determinar a digestibilidade de alimentos energéticos para surubins juvenis (peso inicial de 30 g) consideraram a relação energia bruta:proteína bruta entre 10 e 10,3 kcal g⁻¹ ideal para a dieta-referência.

Carter & Hauler (2011) trabalhando com juvenis de salmão do atlântico (*Salmo salar*) encontraram uma relação linear entre a ingestão de lisina digestível e as variáveis de desempenho: ganho de peso, ganho em proteína e ganho de lisina muscular. Contudo, neste experimento os autores verificaram que a digestibilidade da lisina não foi influenciada pela diferença nas relações E/P das dietas testes.

2.5 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

O incremento dos teores de proteína na dieta pode levar ao aumento da produção de peixes, especialmente quando se trata de espécies carnívoras. Todavia, o excesso de proteína dietética onera o custo de produção e traz prejuízos a qualidade da água de cultivo (LEE & KIM, 2001). Por outro lado, o aumento nos teores de energia pode reduzir o consumo não só de proteína, mas de todos nutrientes da dieta, bem como reduzir sua digestibilidade, ocasionando baixas taxas de crescimento (PIEDRAS *et al.*, 2004).

Para o carnívoro “black bass” (*Micropterus salmoides*), na fase juvenil, Cyrino *et al.* (2000) constataram que não houve interação ($P>0,05$) entre a relação E/P e as variáveis de

desempenho - ganho de peso e consumo alimentar diário, em dietas formuladas que continham seis relações E/P: 7,13; 7,70; 8,37; 9,17; 10,13 e 11,32 kcal ED. g⁻¹ PB.

Tratando-se de salmonídeos, pode-se citar o ensaio realizado para encontrar a relação E/P ótima para juvenis de “masu salmon” (*Oncorhynchus masou*), os quais manifestaram melhor ganho de peso e conversão alimentar quando alimentados com dieta contendo uma relação de 12,54 kcal EB g⁻¹ PB (LEE & KIM, 2001). Entretanto, os autores observaram que a taxa de eficiência proteica e retenção de proteína na carcaça não apresentaram diferenças entre os teores de proteína em um mesmo nível de energia.

Estudos com juvenis do carnívoro peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) mostraram que dietas contendo relação ED/PB entre 6,29 e 6,86 kcal g⁻¹ proporcionaram maior ganho de peso dos animais (PIEDRAS *et al.*, 2004). Essa baixa relação pode ser justificada, segundo os autores, pelo tamanho do peixe, no caso animais jovens, que são mais eficientes na utilização dos alimentos que os adultos, e pela temperatura mais baixa ao longo do experimento, como já demonstrado em outros estudos (HENKEN *et al.*, 1986 citados por PIEDRAS *et al.*, 2004).

Juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*), espécie nativa carnívora, não apresentaram influência da relação entre energia e proteína da dieta nos resultados de desempenho, sendo considerada adequada, neste estudo, a relação de 8,72 kcal EB g⁻¹ PB (VERAS, 2009).

Para a espécie onívora piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), peso médio 8,38g, foi encontrada relação de 10,4 kcal EM g⁻¹ PB como sendo ideal para maior ganho de peso. Foram utilizadas dietas semipurificadas isoenergéticas (3000 kcal EM/kg ou 4591 kcal EB/kg), variando-se os teores de proteína bruta (24,1; 25,9; 28,9; 32,3; 36,1; 42,2). A relação considerada ótima foi aquela que produziu o melhor desempenho para o mínimo de proteína na dieta e conseqüentemente a de menor custo. A qualidade corporal dos animais não foi influenciada pela relação E/P das dietas (SÁ e FRACALOSSO, 2002).

Juvenis (peso inicial de 68.8 ± 7.4 g) de surubim (*P. corruscans*) foram alimentados com dietas contendo aproximadamente 4087 kcal de EB e quatro teores de PB: 20, 30, 40 e 50% (LUNDSTEDT *et al.*, 2004). Os autores observaram que não houve correlação entre o aumento de proteína da dieta com o aumento na taxa de ganho de peso dos animais, sendo o teor de 40% PB (relação E/P de 10,2) o que promoveu melhor crescimento dos animais.

Campos *et al.* (2006) testaram teores de inclusão e fontes de lipídios em dietas isoproteicas (46%PB) para surubins pesando inicialmente em média 2,72 g. Constatou-se que os peixes alimentados com dietas contendo 18% de lipídios e 4945 kcal EB kg⁻¹ demonstraram melhor conversão alimentar quando comparados àqueles que receberam dietas menos energéticas. Vários autores têm demonstrado que o desempenho dos peixes pode ser otimizado com relação E/P entre 9,03 kcal EM g⁻¹PB (Lee & Putnam, 1973; Shyong *et al.*, 1998; Halver, 1976 citados por Sá e Fracalossi, 2002) e 10,82 kcal EB g⁻¹PB (Cho, Slinger & Bayley, 1982 citados por Lee & Kim, 2001).

Teixeira (2008) conclui em seu trabalho que ganho de peso e taxa de deposição de proteína são as melhores variáveis para determinar a exigência energética de juvenis de

surubim, sendo que as melhores relações EB:PB e ED:PB encontradas para animais pesando entre 89 e 160g são 10,96kcal/g e 7,76kcal/g, respectivamente. Por outro lado, para animais pesando entre 170 a 280g, as melhores relações EB:PB e ED:PB determinadas foram 12kcal/g e 8,25kcal/g, respectivamente, tomando como base os índices de conversão alimentar, taxa de deposição de proteína e eficiência de retenção de proteína.

2.6 COMPOSIÇÃO DE CARÇAÇA E VÍSCERAS

A composição química da carne de peixes depende, dentre outros fatores, da qualidade da ração empregada no cultivo. Quando formulada adequadamente, haverá maior eficiência no uso de seus nutrientes tornando a composição química da carne mais apropriada para conservação e para o consumo humano. Dessa forma, a composição da dieta pode influenciar as características físicas e organolépticas da carcaça além do tempo de prateleira do peixe e de seus derivados (BURKERT *et al.*, 2008).

Verifica-se, contudo, que não somente a carne/músculo, mas os constituintes das vísceras podem ser influenciados pela composição da dieta. De acordo com Cyrino *et al.* (2000), são comuns relatos de diferenças marcantes em tamanho e peso do fígado de peixes alimentados com dietas contendo diferentes relações entre os componentes nutricionais.

O excesso de nutrientes pode levar ao desbalanceamento dietético, o que ocasiona deposição de lipídios nas vísceras e no tecido muscular, sendo que o aumento em carne é o principal objetivo nos sistemas de terminação e engorda de peixes, como relatado pelos trabalhos abaixo relacionados.

Os aminoácidos que não são utilizados na síntese de proteína podem ser deaminados, convertidos em lipídios (lipogênese) ou glicogênio (gliconeogênese) e assim são depositados no fígado, elevando-se os índices víscero (IVS) e hepatossomático (IHS) (PERES *et al.*, 2008).

Da mesma forma, a energia fornecida além daquela necessária para manutenção e deposição proteica é armazenada na forma de gordura, visceral e/ou intramuscular ou ainda subcutânea (MOHANTA *et al.*, 2009; SIGNOR *et al.*, 2010).

Para Ozório *et al.* (2009) os índices hepato e viscerossomático são indicativos da condição corporal de peixes e deve ser levado em conta o tamanho do animal em estudo.

Segundo Cyrino *et al.* (2000) o aumento no IHS é diretamente proporcional ao aumento no IVS e reflete a proporcionalidade entre as formas de acúmulo de energia, glicogênio e gordura.

Por outro lado, de acordo com Sá *et al.* (2008) a redução no IVS e IHS sugere uma possível mobilização das reservas energéticas para atender a demanda do metabolismo basal dos animais, sendo possível relacionar, em condições normais, a dietas deficientes.

Garling & Wilson (1976) observaram em juvenis de bagre do canal, que os peixes que receberam dieta semipurificada, contendo 2750 kcal kg⁻¹ de energia metabolizável e 24,1% PB (relação E/P de 11,4), foram mais eficientes em depositar proteína na carcaça quando comparados aos animais que receberam maiores teores de proteína.

Cyrino *et al.* (2000) trabalharam com juvenis de “black bass” e verificaram que a relação E/P da dietas não influenciou (P>0,05) as formas de reserva desses nutrientes na carcaça dos animais. Essa constatação se deu a partir das mensurações das relações hepatossomática e víscerosomática, das deposições proteica e energética, além do glicogênio tecidual hepático e lipídeo visceral. Neste estudo, os autores perceberam que o glicogênio acumulado e o peso do fígado foram inversamente proporcionais aos valores de lipídeo visceral. Isso leva a crer que teores mais elevados de proteína e energia em dietas para a espécie induzem um armazenamento do excesso de energia na forma de lipídios viscerais.

Martino *et al.* (2005) verificaram que o aumento das relações E/P por meio do aumento do teor de lipídios da dieta levou a maior concentração de lipídios apenas nas vísceras, não havendo diferenças na deposição de gordura na carcaça ou fígado. Os índices hepato e víscerosomático não foram influenciados. Nesse trabalho os autores acreditaram que o maior depósito de gordura nas vísceras está mais relacionado ao desbalanço da fração lipídica da dieta e não ao desbalanço na relação E/P.

Campos *et al.* (2006) constataram que o aumento no teor de lipídios da dieta e, consequentemente da relação E/P, promoveu maior fixação de aminoácidos essenciais na carcaça de surubins pesando 2,72 g ($\pm 0,2$). A inclusão de 12% de lipídios foi adequada para fixação do nitrogênio corporal, independente da fonte utilizada – gordura suína, e os óleos de soja, milho e linhaça.

Surubins (*Pseudoplatystoma* spp.) pesando entre 175 e 1.340 g foram alimentados com três dietas comerciais para peixes carnívoros: dieta 1 com 5.079 kcal EB kg⁻¹ e 43,5% PB (E/P de 11,68 kcal EB g⁻¹ PB), dieta 2 com 4.930 kcal EB kg⁻¹ e 42,6% PB (E/P de 11,57 kcal EB g⁻¹ PB) e dieta 3 com 4.994 kcal EB kg⁻¹ e 42,1% PB (E/P de 11,86 kcal EB g⁻¹ PB). As rações não promoveram alterações na composição química dos filés do surubim, nem houve interação entre o rendimento do processamento e as dietas fornecidas (BURKERT *et al.*, 2008).

Veras (2009) encontrou interação significativa (P<0,01) entre os teores de proteína e energia da dieta sobre o conteúdo proteico e mineral da carcaça de juvenis de trairão, *Hoplias lacerdae*.

Du *et al.* (2009) avaliaram o efeito de diferentes relações E/P na dieta de juvenis de carpas-capim em baixas temperaturas (22°C). Os peixes apresentaram aumento nos índices hepato e víscerosomático e lipídios totais da carcaça com o aumento das relações E/P.

Tilápias-do-Nilo (peso inicial $30 \pm 4,21\text{g}$) não apresentaram efeito no IHS e IVS quando alimentadas com dietas contendo relações ED:PB variando de 9,2 a 11,8 kcal g^{-1}PB (GONÇALVES *et al.*, 2009).

Signor *et al.* (2010) testaram o desempenho de pacus (*Piaractus mesopotamicus*), com peso inicial de $293,38 \pm 5,67\text{g}$, alimentados com dietas contendo diferentes teores de energia (3250 e 3500 Kcal ED/Kg) e proteína (25, 30, 35% PB). Nesse trabalho os autores relataram que os teores proteicos e energéticos não influenciaram os resultados de desempenho, rendimento de carcaça e composição do filé. Observou-se apenas maior deposição de gordura visceral nos animais que consumiram as dietas de maior nível energético.

O excesso de gordura visceral e/ou corporal pode levar a perda da qualidade da carne devido ao processo de rancificação gerado pela oxidação de ácidos graxos durante o armazenamento (SIGNOR *et al.* 2010).

Deste modo, a quantidade e a qualidade da gordura dietética assumem grande importância na composição corporal do pescado produzido em criação, bem como a quantidade de gordura na carcaça é primariamente determinada de acordo com o nível de energia e pela relação energia: proteína da dieta. Assim, o equilíbrio da relação energia: proteína e a manutenção de níveis adequados de lipídios em uma ração para peixes são fatores determinantes do sucesso de uma criação (SAMPAIO, 2000).

2.7 INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO NAS VARIÁVEIS SANGUÍNEAS E ENZIMAS

Conforme estabelecido por Tavares-Dias & Moraes (2004), a correlação entre o crescimento do peixe e os valores hematológicos é de difícil demonstração e é escassa a literatura em peixes teleósteos. Entretanto, a qualidade e quantidade de alimentos têm efeitos marcantes na fisiologia e hematologia dos peixes, principalmente naqueles mantidos em cativeiro (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004).

Em geral, existem poucos estudos demonstrando a relação entre o eritrograma (eritrócitos, hematócrito, concentração da hemoglobina, volume médio do eritrócito e peso médio da hemoglobina por eritrócito) com o ganho de peso; no entanto, se essa relação existe é positiva, ou seja, o aumento no ganho de peso pode levar ao aumento no eritrograma (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004).

Oba *et al.* (2009) esclareceram que a alimentação e nutrição dos peixes podem constituir fator estressor e estão diretamente relacionadas ao crescimento dos peixes e à instalação de doenças e parasitas.

Como resposta a situações estressantes, os peixes apresentam elevação do cortisol circulante, um hormônio normalmente hiperglicêmico. O aumento da glicose plasmática

ocorre como consequência primeiramente da gliconeogênese hepática seguida de proteólise (glicogenólise) muscular (MOMMSEN *et al.*, 1999).

O aumento da glicose é ocasionado por estímulo das catecolaminas, especialmente a epinefrina, que estimula a glicogenólise, ou seja, a transformação de glicogênio em glicose (BRANDÃO *et al.*, 2006).

Camargo *et al.* (2005) demonstraram a influência da dieta nos parâmetros sanguíneos. Trabalhando com jundiás alimentados com dietas contendo diferentes teores de proteína, os autores observaram aumento nos valores de hematócrito nos maiores teores de proteína. Adicionalmente foi sugerido que a deficiência deste nutriente pode afetar as proteínas constituintes da membrana das células e a produção de células vermelhas do sangue, o que resultaria na diminuição do hematócrito.

Os valores de hematócrito estão relacionados a condições de estresse (Brandão *et al.*, 2006) quando em associação com outras variáveis sanguíneas, como glicose. Bicudo *et al.* (2009a) relataram ter encontrado aumento nos valores de hematócrito ao aumentar a concentração de lisina na dieta, não havendo diferenças entre os valores de glicose, inferindo-se que os peixes tiveram ótimo desempenho, mantendo sua higidez.

Bicudo *et al.* (2009b), não encontraram diferenças nos valores de hematócrito de pacus alimentados com diferentes relações E/P, indicando boa saúde dos animais. Entretanto, os autores relataram diminuição na concentração de glicose plasmática à medida que se elevou os teores de proteína da dieta, possivelmente porque houve redução do conteúdo de carboidratos com o aumento da proteína dietética.

Lundstedt *et al.* (2004) verificaram que a concentração de glicose plasmática diminuiu com o aumento da proteína dietética para dietas isoenergéticas utilizadas para juvenis de surubim (*P. corruscans*). Os autores relataram a atuação das enzimas substrato-dependentes, no qual a amilase teria menor atuação nas dietas que continham maiores teores proteicos e consequentemente menores teores de carboidratos para manutenção da mesma concentração de energia.

As enzimas ALT (alanina aminotransferase) e AST (aspartato aminotransferase), envolvidas no catabolismo de aminoácidos, podem ser utilizadas como indicadores da função hepática (GAYLORD *et al.*, 2006). Em termos quantitativos, são consideradas as mais importantes aminotransferases (GILLAUME *et al.* 2001).

O aumento no conteúdo proteico da dieta foi positivamente relacionado à ALT e AST, indicando a capacidade dos peixes em se adaptar aos teores de proteína na dieta (SÁ *et al.*, 2008). Contudo, os autores esclareceram que a atividade dessas enzimas só é afetada quando há deficiência de proteína na dieta. Neste trabalho, testando relações EB/PB de 4,3 a 30,6 kcal g⁻¹, os autores verificaram que para a espécie onívora “white sea bream” (*Diplodus sargus*) a atividade da AST é maior que a da ALT.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 INSTALAÇÕES

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura (LAQUA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) entre os meses de fevereiro e maio de 2011, totalizando 66 dias.

O laboratório é dotado de sistema fechado de recirculação de água, composto por filtros mecânico e biológico. A aeração foi mantida por sopradores de ar com difusores de pedra porosa no interior dos tanques e o aquecimento foi realizado por meio de resistências elétricas, localizadas no reservatório central de distribuição de água. Os tanques de polietileno com 400L de volume útil foram mantidos com fluxo de 480 litros de água por hora (1,2 trocas por hora).

A iluminação ambiente foi mantida por lâmpadas fluorescentes com controle manual, com o objetivo de manter fotoperíodo de 9 horas, próximo das recomendações de Campagnolo & Nuñez (2008).

Para evitar o estresse dos animais as portas e janelas da sala permaneceram fechadas, sendo apenas autorizada a entrada no momento da alimentação, coleta das sobras de ração e limpeza dos tanques.

3.2 ANIMAIS

Foram utilizados juvenis de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*) provenientes de piscicultura comercial, situada no município de Curvelo, Minas Gerais, Brasil. No início do experimento os peixes apresentaram peso médio inicial de $468 \pm 90,21$ g.

Os juvenis foram estocados em 16 tanques, sendo sete animais por tanque, distribuídos de modo a manter semelhante a biomassa entre as unidades experimentais.

Precedendo o período experimental, os surubins passaram por um período de adaptação às condições experimentais de uma semana, em que receberam dieta extrusada com 38% de proteína bruta (PB) e 3954 Kcal/Kg de energia bruta (EB) a vontade, três vezes ao dia.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (níveis de proteína bruta: 36, 38, 40 e 42%) e quatro repetições. Neste caso, cada tanque foi considerado uma unidade experimental. A distribuição das dietas para as unidades experimentais realizou-se aleatoriamente por meio de sorteio.

3.4 DIETAS

As dietas foram formuladas pelo software SuperCrac[®], considerando-se os resultados de análises bromatológicas realizadas nos ingredientes utilizados (conforme descrito no item 2.7). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG.

As dietas foram isoenergéticas, 3954 kcal EB/ Kg, com variação nas concentrações de proteína bruta (36, 38, 40 e 42% PB). Manteve-se fixa a porcentagem de ingredientes de origem animal (farinha de salmão, 25% e albumina, 5%) e o percentual de gordura (3,9%), para todas as dietas. As relações entre os aminoácidos essenciais: metionina, arginina, treonina e lisina foram mantidas próximas entre as dietas experimentais, com base no conceito de proteína ideal (FURUYA & FURUYA, 2003) (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição das dietas na matéria natural

DIETAS (%PB)	36	38	40	42
INGREDIENTES	%	%	%	%
Farinha de Salmão	25,50	25,00	25,00	25,00
Quirera de Arroz	20,00	22,00	22,50	24,00
Farelo de Milho	15,50	10,84	6,17	2,96
Glúten de Trigo	13,78	14,24	15,75	16,35
Farelo de Soja	5,97	9,00	12,50	13,24
Inerte (caulim amarelo)	5,57	5,00	4,34	4,33
Albumina	5,00	5,00	5,00	5,00
Celulose	4,19	4,11	4,01	4,03
Fosfato Bicálcico	2,83	2,88	2,83	2,82
Sal (NaCl)	0,55	0,55	0,55	0,55
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,50	0,50	0,50	0,50
L-Lisina HCl	0,50	0,79	0,65	1,00
DL-Metionina	0,05	0,04	0,16	0,18
Vitamina C	0,05	0,05	0,05	0,05
Antioxidante (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02

¹Composição do suplemento mineral e vitamínico para peixes tropicais (qtde/kg): Ácido fólico (mín.): 750 mg; Ácido Pantotênico: 3750 mg; BHT: 2500 mg; Biotina: 125 mg; Zinco: 20 g; Cobre: 2000 mg; Colina: 125 mg; Ferro: 15 g; iodo: 125 mg; Vit.K3: 1000 mg; Manganês: 3750 mg; Niacina: 7800 mg; Selênio: 75 mg; Vit.A: 2000000 UI; Vit.E: 15000 UI; Vit.B1: 2500 mg; Vit.B2: 2500 mg; Vit.B6: 2000 mg; Vit. D3: 500000 UI; Etoxiquin: 2500 mg.

Tabela 2. Composição química das dietas conforme analisado (matéria natural).

DIETAS (%PB)	36	38	40	42
COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA	%	%	%	%
Proteína Bruta	36,12	38,63	39,82	42,04
Energia Bruta (kcal/kg)	3954	3954	3954	3954
Energia digestível (kcal/kg) ¹	2893	2904	2952	2948
Fibra Bruta	6,49	7,56	6,43	7,58
Matéria Seca	90,56	90,71	90,90	90,91
Amido ²	25,0	23,93	21,82	21,00
Arginina Total ²	1,60	1,59	1,61	1,63
Cálcio	2,84	2,89	2,78	2,84
Cinzas	12,85	11,41	11,17	11,11
Extrato Etéreo	2,79	2,01	2,08	2,16
Fósforo Total	1,33	1,27	1,20	1,26
Lisina total ²	2,31	2,60	2,60	2,90
Metionina Total ²	0,95	0,95	1,10	1,13
Treonina Total ²	1,29	1,32	1,39	1,40

¹Calculada conforme Gonçalves & Carneiro (2003) e Teixeira (2008).

²Valores calculados pelo software SuperCrac®.

A confecção das rações ocorreu na unidade de processamento de dietas experimentais do LAQUA. Primeiramente os ingredientes passaram por moinho tipo martelo, com peneira de 1mm, onde cada dieta foi moída três vezes. Em seguida, procedeu-se a homogeneização em misturador horizontal, tipo batelada, por 40 minutos. Finalmente, as dietas foram submetidas ao processo de extrusão, em extrusora de rosca simples com capacidade para 40 Kg/ hora, proporcionando péletes de 4 a 6 mm de diâmetro.

As dietas foram armazenadas em caixas de polietileno, vedadas ao abrigo da luz e em temperatura ambiente.

3.5 QUALIDADE DE ÁGUA

As variáveis para avaliar a qualidade de água como temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram mensuradas duas vezes por semana, por meio de sonda multiparâmetro YSI 6520 V2[®]. O fluxo de entrada de água nos tanques foi aferido semanalmente com hidrômetro da marca Elster[®] de capacidade de 1,5m³/h. A temperatura foi de 27,9 ± 0,16°C, dentro dos valores sugeridos para o surubim por Lima *et al.* (2006).

A série nitrogenada, amônia e nitrito, foi medida três vezes ao longo do experimento. Para amônia utilizou-se a metodologia do “Standard methods for the examination of water and wastemaster” (APHA, 2005) e o nitrito foi mensurado por espectrofotometria em equipamento HACK[®], modelo DR2010.

3.6 ALIMENTAÇÃO

O arraçoamento foi realizado três vezes ao dia (08, 13 e 18h) até a saciedade aparente dos animais. Após 20 minutos do fornecimento das dietas, as sobras foram recolhidas e armazenadas em freezer a – 18°C, para posterior secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C, para obtenção do consumo (conforme item 3.8).

Após o recolhimento das sobras era realizada uma drenagem rápida de aproximadamente 10% do volume total dos tanques, para remoção de sólidos sedimentados.

3.7 ABATE, PREPARO DAS AMOSTRAS E ANÁLISES

Após 66 dias de experimento, os peixes de cada unidade experimental foram pesados individualmente. Destes, quatro animais por tanque foram anestesiados com eugenol na concentração de 50 mg/L e separados para colheita de amostras de sangue, filé e vísceras, para análises bromatológicas e bioquímicas.

O sangue foi colhido da aorta caudal, com o auxílio de seringa descartável de 3 mL, contendo EDTA (10%). O material coletado foi transferido para microtubos de 2mL, identificados para cada animal. Para a análise dos níveis de glicose foi utilizada uma gota de sangue em glicosímetro de fita ASS-CHECK Active[®]. As amostras de sangue foram transferidas para um tubo capilar e centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos para determinação de hematócrito de acordo com a técnica de microhematócrito (Goldenfarb *et al.*,

1971), e com o plasma do tubo capilar mensurou-se as proteínas totais por meio de refratômetro portátil.

Após a retirada da amostra de sangue, os peixes foram abatidos, procedimento este realizado por insensibilização em gelo fundente, seguida de seção da medula espinhal.

A cabeça foi extraída para determinação do peso da carcaça, sendo esta etapa executada por um único operador para padronização das amostras. A carcaça foi considerada como sendo o animal abatido, formado de massas musculares e ossos, desprovido de cabeça e vísceras.

As vísceras foram retiradas e separadas para pesagem, a fim de se determinar o índice víscerosomático (IVS). Logo após esse procedimento, o fígado foi separado e pesado para determinar o índice hepatossomático (IHS).

Com o intuito de determinar a composição do filé, amostras do tecido muscular foram retiradas na lateral esquerda, entre as nadadeiras pélvica e anal, com dimensões aproximadas de 5x5cm. Essas amostras foram congeladas por dois dias a -40°C e transferidas imediatamente para o liofilizador, onde permaneceram por 96 horas para pré-secagem. O filé foi separado da pele e então moído em triturador de alimentos até completa passagem por peneira de 1 mm.

Os ingredientes e as dietas experimentais foram submetidos às análises bromatológicas: matéria seca (MS), cinzas, cálcio, fósforo, extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e fibra bruta (FB). Enquanto para os filés determinou-se: MS, cinzas, EE e PB. Os procedimentos analíticos seguiram as metodologias descritas pelo “Official Methods of Analysis of the Association of Official Chemists” (AOAC, 2005).

Além de glicose, hematócrito e proteínas totais, também foram dosados no sangue (plasma) a creatinina e as enzimas: aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT). Para essas análises foram utilizados testes colorimétricos conforme manual do fabricante Bioclin[®], sendo a leitura feita em espectrofotômetro Coleman 35D[®].

3.8 DESEMPENHO

Com o objetivo de determinar o desempenho zootécnico e a deposição de reservas energéticas dos animais avaliaram-se as seguintes variáveis:

Consumo total (CT) = Alimento fornecido – Alimento recolhido (sobras);

Consumo médio (CM) = consumo total / número de peixes;

Consumo médio diário individual (CMD) = consumo médio / n^o dias experimentais

Ganho de peso médio diário (GPMD) = Ganho de peso / N° final de indivíduos / período experimental;

Conversão alimentar (CA) = alimento consumido / ganho de peso;

Taxa de eficiência proteica (TEP) = ganho de peso / proteína bruta consumida;

Sobrevivência = N° inicial de indivíduos – N° de indivíduos encontrados mortos;

Índice hepatossomático (IHS) = peso do fígado / peso corporal;

Índice Viscerosomático (IVS) = peso das vísceras / peso corporal;

3.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa SAEG 9.1 (Sistema para análises estatísticas e genéticas, Universidade Federal de Viçosa, 2003). O nível de significância foi estabelecido como sendo $P < 0,05$. Os dados foram submetidos a estudos de regressão para avaliar a influência da concentração de PB nas variáveis analisadas. As variáveis que não apresentaram distribuição normal e homocedasticidade sofreram transformação para serem analisadas. Os valores que mesmo após as transformações não apresentaram normalidade e homocedasticidade foram submetidos a estudos não-paramétricos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis de qualidade da água mantiveram-se dentro dos padrões recomendados para a produção de peixes tropicais de água doce (oxigênio dissolvido = $6,25 \pm 0,29$ mg de O_2 /litro, temperatura = $27,9 \pm 0,16^\circ C$ e salinidade = $0,11 \pm 0,01$). Os compostos nitrogenados, amônia total, amônia tóxica e nitrito sempre estiveram abaixo de 0,16; 0,01 e 2 mg/litro, respectivamente e o pH em $7,55 \pm 0,05$.

As dietas experimentais foram consideradas adequadas à sobrevivência (100%) dos animais, não sendo registrados casos de mortalidade dos mesmos durante o período experimental.

Os índices de desempenho: consumo, ganho de peso médio diário, conversão alimentar, taxa de eficiência proteica e sobrevivência não foram influenciados pelas relações energia:proteína das dietas ($P > 0,05$). Para todos índices, os dados obtidos foram homocedásticos e normais. Os valores estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Médias dos dados de desempenho de juvenis de surubins alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína por 66 dias.

	Níveis de proteína bruta das dietas (%)				CV (%)
	36	38	40	42	
Peso inicial (g)	469,64	462,50	461,43	475,64	19,28
Peso final (g)	675,39	657,77	683,21	700,54	22,80
CT (g)	3733,30	3090,36	3006,22	3011,66	14,60
CM (g)	233,31	193,15	187,89	188,23	20,00
CMD (g)	3,54	2,93	2,85	2,85	20,00
GPMD (g/dia)	3,12	2,92	3,36	3,41	25,98
CA	2,63	2,42	2,06	1,99	24,99
TEP	1,06	1,19	1,31	1,23	25,64
Sobrevivência (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00

CT= consumo total de ração por tratamento; CM= consumo de ração por unidade experimental; CMD= consumo diário individual; GPMD= ganho de peso médio diário individual; CA= conversão alimentar; TEP= taxa de eficiência protéica; CV= coeficiente de variação

A ausência de diferença entre os tratamentos poderia ser explicada pela grande variação dos dados, visualizada pelos coeficientes de variação quase sempre iguais ou superiores a 20%.

Sendo os surubins espécies nativas, sem programas de melhoramento genético, espera-se uma grande variação individual destes animais, elevando-se assim as variações aleatórias e, dificultando a percepção das variações premeditadas, ou seja, devidas unicamente aos tratamentos aplicados.

Garling & Wilson (1976) trabalharam com juvenis de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) com peso variando de 198 a 1140g recebendo dietas semipurificadas. Comparando-se duas dietas que tiveram relações EM:PB de 7,46 e 7,64 kcal/g, próximas às deste trabalho, os autores notaram que embora as relações fossem muito próximas, mas com diferentes teores de proteína e energia, os peixes demonstraram índices zootécnicos diferenciados. Para a menor relação (7,46 kcal/g), contendo 2090 kcal/kg de energia e 28% PB, os peixes apresentaram ganho de peso médio diário (GPMD) de 8,7g e conversão alimentar (CA) de 1,4, enquanto para a maior relação (7,64 kcal/g), com 2750 kcal de energia e 36% PB, os animais tiveram melhor desempenho, GPMD de 12,5g e CA de 1,2 (GARLING & WILSON, 1976).

Já para o salmonídeo “masu salmon” (*Oncorhynchus masou*), o ganho de peso, a CA e a TEP (taxa de eficiência proteica) foram significativamente afetados apenas pelo conteúdo de lipídios (energético) da dieta. Segundo os autores, os valores de TEP estiveram entre 1,09 e 1,78, sendo os maiores dados obtidos para dietas com maior energia, demonstrando um claro efeito poupador de proteínas proporcionado pelos lipídios dietéticos e indicando que o aumento destes provoca melhor utilização da proteína para crescimento dos peixes (LEE & KIM, 2001).

Lima *et al.* (2006) observaram que juvenis de surubim, com peso inicial de 33.3 ± 7.2 g, apresentaram melhor conversão alimentar (2,5) quando criados a temperatura média de 27°C em detrimento de animais criados a 24 ou 30°C que tiveram CA mais elevadas: 5,1 e 3,5, respectivamente. A CA alimentar encontrada pelos autores à temperatura de 27°C foi semelhante a do presente estudo.

Teixeira (2008) testou cinco teores de proteína (32, 36, 40, 44 e 48 % PB) em dietas isoenergéticas (4800 Kcal/Kg) para juvenis de surubim com peso entre 170 e 280g. O autor verificou que a exigência em proteína para surubins nesta fase é de 40 % PB em dietas com 4800 Kcal/Kg, ou seja, uma relação EB:PB de 12 Kcal/g. Para esta relação, o pesquisador encontrou os seguintes dados: consumo médio diário (CMD) de 5,33g, CA de 1,95 e taxa de eficiência proteica (TEP) de 1,21.

Juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*), uma espécie nativa carnívora, pesando em média 1,85g, não apresentaram influência da interação entre energia e proteína dietéticos, bem como dos teores de energia da dieta nos dados de desempenho. Porém, o ganho de peso e a taxa de crescimento específico apresentaram crescimento linear, assim como houve redução linear da conversão alimentar em função dos teores de proteína da dieta ($P < 0,01$). Com isso, foi considerada mais adequada a dieta com maior porcentagem de proteína (47) associada ao menor valor energético (4100 kcal g⁻¹), fornecendo assim uma relação de 8,72 kcal EB g⁻¹ PB (VERAS, 2009).

Faria (2010) avaliou o efeito da densidade de estocagem de surubins híbridos (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans*), pesando entre 400 e 1000 g, recebendo dieta extrusada com 40% PB durante 72 dias de cultivo. Considerando os dados obtidos por Faria (2010) em densidade semelhante a aplicada neste experimento (18 juvenis/m³), observa-se que o desempenho foi superior ao encontrado neste estudo. A CA ficou próxima de 1,3 e o GMD em 6,8g para densidade de 20 animais por m³. A sobrevivência foi a mesma apresentada neste estudo (100%)

A menor conversão alimentar deste trabalho pode ser devido à redução drástica de consumo apresentada pelos peixes por uma semana, próximo ao fim do período experimental, que conseqüentemente culminou em menor ganho de peso. Essa redução foi relacionada à maior movimentação e produção de ruídos na fábrica de ração, localizada ao lado da sala de experimentação. Isto se deu a partir da constatação da necessidade de se produzir mais ração frente ao grande consumo apresentado pelos peixes até aquele momento.

Além disso, o consumo de alimento e variáveis relacionadas ao consumo são de difícil mensuração em organismos aquáticos devido às perdas por lixiviação na água. Portanto, muitos resultados apresentados na literatura podem representar um consumo aparente, mas não real.

Para o presente estudo, os dados obtidos de CMD foram um pouco abaixo dos encontrado por Teixeira (2008), CA foi próxima a obtida por Lima *et al.* (2006) e aproximadamente os mesmos resultados para TEP (média de 1,20) descritos por Teixeira (2008). Nos trabalhos destes autores, os animais utilizados eram mais jovens que os deste estudo. Uma possível explicação seria o fato de, segundo Kubitzka (2010), peixes menores serem mais eficientes na utilização dos nutrientes, uma vez que apresentam maior relação taxa de crescimento/exigência de manutenção.

O estudo da hematologia de peixes tem sido amplamente adotado como importante ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo, permitindo inferências sobre suas condições de higidez (ISHIKAWA *et al.*, 2010), além de fornecer informações sobre a utilização dos nutrientes das dietas bem como das reservas corporais desses animais (BICUDO *et al.*, 2009b).

Os resultados médios das análises sanguíneas: glicose, hematócrito, proteína total, creatinina, alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) estão relacionados na tabela 4.

Tabela 4. Valores médios das variáveis sanguíneas analisadas para juvenis de surubim (*Pseudoplatystoma spp.*) recebendo dietas contendo diferentes teores de proteína por 66 dias.

	Níveis de proteína bruta nas dietas (%)				CV (%)
	36	38	40	42	
Glicose (mg/dL)	42,69	46,38	53,94	42,25	26,68%
Hematócrito (%)	13,19	12,19	15,93	11,81	29,94%
Proteína Total (g/dL)	4,11	5,42	5,07	5,28	45,56%
Creatinina (mg/dL)	0,21	0,26	0,21	0,22	42,69%
AST (U/L)	30,44	35,25	23,88	24,38	63,43%
ALT*(U/L)	20	20,5	21	21,5	

AST= aspartato aminotransferase, ALT= alanina aminotransferase, CV= coeficiente de variação.

*Por não apresentar distribuição normal, mesmo após transformações, foi realizado o teste de Kruskal Wallis, e os resultados apresentados como mediana.

Os dados de glicose, hematócrito e creatinina apresentaram distribuição normal e homocedasticidade. Foi feita análise paramétrica. Estudos de regressão não apresentaram significância para nenhum dos modelos testados ($P > 0,05$).

Os valores médios obtidos para proteína total e aspartato aminotransferase (AST) não apresentaram distribuição normal e homocedasticidade. Foi feita transformação logarítmica dos dados para a análise paramétrica, com êxito (os dados passaram a ter distribuição normal e homocedasticidade). Estudos de regressão não apresentaram significância para nenhum dos modelos testados ($P > 0,05$).

Os resultados das análises de alanina aminotransferase (ALT) não apresentaram distribuição normal e homocedasticidade, mesmo após vários tipos de transformação. Estudo não paramétrico foi realizado (teste de Kruskal-Wallis). Não houve diferenças entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Abimorad (2004) estudou o efeito da relação energia:proteína da dieta sobre o metabolismo de pacus pesando $11,47 \pm 0,43$ g. O autor verificou que os peixes alimentados com maior teor de proteína digestível (PD) (22%) apresentaram maior concentração de glicose plasmática que os peixes alimentados com as dietas contendo 19% de PD. As dietas com baixa concentração energética forneceram os menores valores de glicemia (68,00 mg/dL).

Já Labarrère (2011) trabalhou com surubins híbridos pesando entre 400 e 1000g recebendo dietas com 40% PB, onde a autora relata valores de glicose sanguínea próximos de 85 mg/L.

Como pode ser visto, os valores de glicose encontrados foram menores do que os encontrados para o pacu e para o surubim em experimentos anteriores. Krieger Azzolini (1989) reforça a idéia de carnívoros normalmente apresentarem glicemia inferior aos onívoros e herbívoros, talvez pela menor capacidade dos carnívoros em utilizar alimentos ricos em carboidratos que sabidamente são hiperglicêmicos. O fato dos peixes do presente estudo terem sido alimentados uma hora antes do início da colheita de sangue, poderia explicar essa redução da glicose sanguínea. No período pós-prandial observa-se diferentes taxas de absorção e há elevação dos níveis circulantes de insulina, o que contribuiria para a hipoglicemia em relação aos animais citados em outros trabalhos (KRIEGER AZZOLINI, 1989).

Ozório *et al.* (2009) não encontraram diferenças nas concentrações de hematócrito de juvenis de “two-banded seabream” (*Diplodus vulgaris*) pesando 6,1g, quando estes foram alimentados com dietas isoenergéticas (5254 kcal/kg de EB) contendo seis teores de proteína bruta (5, 12,5, 25, 35, 45 e 55%) . Os valores permaneceram entre 50,7 e 66,5%.

Já com relação à concentração de proteínas plasmáticas, Bicudo *et al.* (2009b) perceberam aumento das proteínas plasmáticas com a elevação dos teores de proteína e energia da dieta e correlação positiva com o ganho de peso dos animais.

Ishikawa *et al.* (2010) relatam a ocorrência de moderada hemólise em amostras de sangue do surubim híbrido (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*) quando utilizado o EDTA 10% como anticoagulante, que poderia comprometer a leitura do hematócrito. Essa poderia ser uma justificativa plausível para o ocorrido neste experimento, onde nota-se que os valores de hematócrito apresentaram alto coeficiente de variação e cujas médias são inferiores às médias relatadas por Ishikawa (2010) de 26% e por Labarrère (2011) de 28%.

Os resultados de proteína total plasmática são semelhantes aos descritos por Ishikawa (2010) (4,8 g/dL) e por Labarrère (2011) (aproximadamente 4 g/dL), indicando que os tratamentos aplicados não afetaram a variável estudada.

Sá *et al.* (2008) testando cinco teores de proteína (6, 17, 27, 37 e 49% PB) em dietas com mesma concentração de energia para a espécie onívora “white sea bream” (*Diplodus sargus*) esclareceram que a atividade das enzimas AST e ALT só foram afetadas quando houve deficiência de proteína na dieta.

No presente trabalho não foram observadas alterações nos valores das enzimas ALT e AST ($P > 0,05$). Possivelmente, isso se justifica pelo fato dos teores de proteína atenderem às exigências dos peixes e por isso permanecerem estáveis, como descrito por Sá *et al.* (2008).

Com base nestes dados, é possível que no presente estudo, no qual se observaram reduzidos percentuais de glicose, creatina e AST, as dietas tenham atendido às exigências nutricionais dos animais, sem necessidade de mobilizar reservas energéticas. Além disso,

pode-se inferir que o manejo adotado foi adequado, minimizando os fatores estressantes que poderiam ocasionar elevações destas variáveis.

Os dados de composição química dos filés: extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), matéria seca (MS) e cinzas, bem como do índice viscerossomático apresentaram distribuição normal e homocedasticidade. Foi realizada análise paramétrica. Estudos de regressão não apresentaram significância ($P>0,05$). Os valores médios destas variáveis estão apresentados na tabela 5.

Já os resultados do índice hepatossomático não apresentaram distribuição normal e homocedasticidade. Foi feita transformação logarítmica dos dados para a análise paramétrica, com êxito, pois os dados passaram a ter distribuição normal e homocedasticidade. Estudos de regressão não apresentaram significância nem linear nem quadrática ($P>0,05$). Valores médios estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Composição bromatológica do filé com base na matéria seca e índices víscero e hepatossomático de juvenis de surubim alimentados com dietas contendo diferentes teores de proteína.

	Níveis de proteína das dietas (%)				CV (%)
	36	38	40	42	
EE (%)	9,40	8,24	8,45	8,64	54,03
PB (%)	84,88	85,43	85,89	86,33	4,63
MS (%)	92,38	92,80	92,48	92,97	1,63
Cinzas (%)	5,55	5,54	5,54	5,71	9,17
IVS (%)	6,62	7,5	6,33	6,64	19,69
IHS (%)	1,36	1,67	1,35	1,41	28,14

EE = Extrato Etéreo; PB = Proteína Bruta; MS = Matéria Seca; IVS = Índice Viscerossomático; IHS = Índice Hepatossomático.

Observa-se um alto coeficiente de variação para os valores de extrato etéreo dos filés. Esta variação permaneceu mesmo após novas análises do material serem executadas, o que exclui a possibilidade de erros nos procedimentos analíticos. Talvez este acontecimento esteja relacionado ao fato do preparo das amostras ser executado por mais de um operador, o que provavelmente resultou em diferenças na retirada da pele dos filés, onde algumas peles podem ter permanecido com algum resíduo de gordura subcutânea levando a subestimação dos valores do extrato etéreo dos filés.

Cyrino *et al.* (2000) avaliaram o efeito de diferentes teores de proteína (variando de 34 a 54% PB) e energia dietéticas (entre 3600 e 4100 Kcal/Kg) nas formas e quantidades das reservas de energia da carcaça de juvenis de “black bass” (*Micropterus salmoides*) com $14,46 \pm 0,81$ g de peso vivo. Os autores não encontraram influência ($P>0,05$) entre os níveis de proteína e energia sobre os dados de retenção de nutrientes avaliados, somente para a dieta contendo 42% PB foram observados maiores valores da IHS ($P<0,0001$), mostrando que este teor protéico condicionou maior acúmulo de glicogênio hepático. Os valores da IVS não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos para o “black bass”, que foi explicado pela variação individual observada para o peso, tamanho e volume das vísceras dos peixes, independentemente dos níveis e proteína e energia da dieta (CYRINO *et al.*, 2000).

Lee & Kim (2001) perceberam que apenas os teores de energia da dieta influenciaram a composição de carcaça de juvenis de *Oncorhynchus masou* com peso inicial de 21,9 g, sem que houvesse efeito dos teores de proteína dietética. Para as dietas com maior energia, os pesquisadores perceberam aumento nos teores de proteína (TEP) e lipídios corporais, redução da umidade e sem interação para a concentração de cinzas.

Abimorad (2004) estudou o efeito da relação energia:proteína da dieta sobre o desempenho e metabolismo de pacus pesando $11,47 \pm 0,43$ g. O autor verificou que os peixes alimentados com maior teor de proteína (22% de PD) apresentaram menor reserva de glicogênio no fígado (IHS) que os peixes alimentados com as dietas contendo 19% de PD. As dietas menos energéticas proporcionaram os menores IHS (1,26%).

Burkert *et al.* (2008) trabalharam com surubins, pesando entre 175 e 1.340 g, cultivados em tanques-rede e alimentados com três rações comerciais contendo 43,5; 42,6 e 42,1% PB e 5.078; 4.931 e 4.994 kcal/kg de energia bruta, respectivamente. Estes autores concluíram que as dietas não acarretaram em mudanças na composição bromatológica (umidade, proteína bruta extrato etéreo e cinzas) dos filés de surubim. Os dados obtidos por Burkert *et al.* (2008) (PB = 58,57%, EE = 4,10%, cinzas = 4,13, IHS = 1,08%) foram menores que os encontrados nos filés de surubim do presente trabalho, indicando que possivelmente os níveis de proteína e energia adotados neste trabalho foram mais adequadas quanto a deposição de nutrientes do que as adotadas pelos autores.

Como observado, no presente estudo nenhuma variável de composição química dos filés diferiu entre os tratamentos, sendo até superiores a de animais de mesmo tamanho em outros estudos. Isto sugere que os teores de proteína e energia foram adequados, não sendo verificados depósitos de gordura visceral ou alterações nos índices hepato e viscerossomático que, inclusive foram semelhantes aos relatados por Martino *et al.*, (2002) para surubins de menor peso.

Levando em consideração os aspectos econômicos e ambientais, há de se recomendar, portanto, o uso do menor teor proteico na dieta, uma vez que as diferentes concentrações de proteína testadas não manifestaram alterações nos índices de desempenho analisados.

5 CONCLUSÃO

A dieta com 36% de proteína bruta e 3954 kcal/Kg de energia bruta (relação energia bruta:proteína bruta de 10,98 kcal/g) foi a mais indicada para surubins (*Pseudoplatystoma* spp.) pesando entre 378 e 830g.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMORAD, E. G. **Relações entre níveis de proteína e energia digestíveis em dietas com diferentes proporções de lipídios e carboidratos para o crescimento do pacu, *Piaractus mesopotamicus***. 2004. 89f. Dissertação (Mestrado em aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

AOAC – **Association of Official Analytical Chemists**. Official methods of analysis of analysis of association of official analytical chemists. 18 ed. Maryland. 2005.

APHA - **American Public Health Association**. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21.ed. Washington: DC. 1450p., 2005.

BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Dietary lysine requirement of juvenile pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Aquaculture**, v.297, p.151-156, 2009a.

BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Growth and haematology of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fed diets with varying protein to energy ratio. **Aquaculture Research**, v.40, p.486-495, 2009b.

BOMFIM, M.A.D. et al. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n.6, p-1795-1806, 2005.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazônica**, v.36, n.3, p.349-356, 2006.

BURKERT, D.; ANDRADE, D. R.; SIROL, R. N. *et al.* Rendimentos do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.37, n.7, p.1137-1143, 2008.

CAMARGO, S. O.; POUHEY, J. L.; MARTINS, C. Parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido à dieta com diferentes níveis de proteína. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1406-1411, 2005.

CAMPAGNOLO, R.; NUÑER, A. P. O. Survival and growth of *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces - Pimelodidae) larvae: effect of photoperiod. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p.1511-1516, 2008.

CAMPOS, P., MARTINO, R. C., TRUGO L. C. Amino acid composition of Brazilian surubim fish (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with different levels and sources of fat. **Food Chemistry**, v.96, p.126–130, 2006.

CARTER, C. G.; HAULER, R. C. Effect of high digestible protein to digestible energy ratio on lysine utilization by Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr. **Aquaculture**, v.311, p.209–214, 2011.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. Porto Alegre: Artes médicas sul (ARTMED), 2.ed., 446p., 1996.

CYRINO, J. E.; PORTZ, L.; MARTINO, R. C. Retenção de proteína e energia em juvenis de “Black Bass” *Micropterus salmoides*. **Scientia Agrícola**, v.57, n.4, p.609-616, 2000.

DU, Z. -Y.; TIAN, L. -X.; LIANG, G. -Y.; LIU, Y. -J. Effect of Dietary Energy to Protein Ratios on Growth Performance and Feed Efficiency of Juvenile Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). **The Open Fish Science Journal**. v.2, p.25-31, 2009.

ENES, P.; PANSERAT, S.; KAUSHIK, S. *et al.* Nutritional regulation of hepatic glucose metabolism in fish. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.35, n.3, p.519–539, 2009.

FARIA, P. M. C. **Produção de híbridos de *Pseudoplatystoma* spp. em sistema de recirculação e água**. 2010. 51f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte.

FURUYA, W. M.; FURUYA, V. R. B. Composição de aminoácidos da carcaça do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) baseada no conceito de proteína ideal. **Zootecnia Tropical**, v.21, n.2, 2003.

FURUYA, W. M. *et al.* **Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias**. Toledo: GFM, 2010.

GARLING, D. L. JR.; WILSON, R. P. Dietary Protein to Energy Ratio for Channel Catfish Fingerlings, *Ictalurus punctatus*. **The Journal of Nutrition**, v.106, p.1368-1375, 1976.

GAYLORD, T. G.; TEAGUE, A. M.; BARROWS, F. T. Taurine supplementation of all-plant protein diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v.37, n.4, 2006.

GODINHO, A. L.; KINARD, B. Migratory fishes of Brazil: life history and fish passage needs. **River Research and Applications**, v.25, p.702-712, 2009.

GOLDENFARB, P.B. *et al.* Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations. **American Journal of Clinical Pathology**, Philadelphia, v.56, n.1, p.35-39, 1971. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov.ez27.periodicos.capes.gov.br/pubmed/5556212>>. Acesso em: 10 de maio, 2010.

GONÇALVES, E. G.; CARNEIRO, D. J. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.779-786, 2003.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. *et al.* Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias do nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2289-2298, 2009.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C. M. *et al.* Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.823-828 (suplemento), 2002.

ISHIKAWA, M. M.; PÁDUA, S. B.; SATAKE, F. Heparina e Na₂EDTA como anticoagulantes para surubim híbrido (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*): eficácia e alterações hematológicas. **Ciência Rural**, v. 40, n.7, p. 1577-1561, 2010.

JOBLING, M. Production and growth. In: **Fish bioenergetics**. 1ªed. London Londres, UK: Chapman & Hall, p.147-154, 1994.

KRIEGER AZZOLINI, M. H.; CAROLSFELD, J.; DELATTRE, E. *et al.* Determinação dos indicadores endócrinos e metabólicos no estresse de manejo em pacu juvenil, *Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v.2,p.35-42, 1989.

KUBTIZA, F. **Índice de conversão alimentar de tilápias**. Artigo Técnico Matsuda. 2010. Disponível em: <http://www.matsuda.com.br/Matsuda/upload/artigostecnicos/indice_de_conversao_alialimen_de_tilapias_1.pdf>. Acesso em 25 de janeiro de 2012.

LABARRÈRE, C. R. **Perfil sanguíneo de híbridos de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* X *P. coruscans*) criados em diferentes densidades de estocagem**. 2011. 62f. Dissertação (Mestrado em Medicina e Cirurgia Veterinárias) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

LEE, S. M.; KIM, K. D. Effects of dietary protein and energy levels on the growth, protein utilization and body composition of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou* Brevoort). **Aquaculture Research**, Kangnung, v.32 (Suppl.1), p.39-45, 2001.

LIMA, L. C.; RIBEIRO, L. P.; MALISON, J. A. *et al.* Effects of temperature on performance characteristics and the cortisol stress response of surubim *Pseudoplatystoma* sp. **Journal of the Aquaculture Society**, vol.37, n.1, 2006.

LOVELL, T. In: **Nutrition and feeding of fish**, 2ªed. Boston: Kluwer academic publishers, 267p., 1998.

LUNDSTEDT, L. M.; MELO, J. F. B.; MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v.137, p.331–339, 2004.

- LUNGER, A. N.; MCLEAN, E.; GAYLORD, T. G. *et al.* Taurine supplementation to alternative dietary proteins used in fish meal replacement enhances growth of juvenile cobia (*Rachycentron candadum*). **Aquaculture**, v.271, p.401-410, 2007.
- MARTINO, C. R., CYRINO, J. E. P., LEANDRO PORTZ, L. *et al.* Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. **Aquaculture**, v.209, p.209–218, 2002.
- MARTINO, R. C.; CYRINO, J. E. P.; PORTZ, L. *et al.* Performance, carcass composition and nutrient utilization of surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz) fed diets with varying carbohydrate and lipid levels. **Aquaculture Nutrition**, v.11, p.131-137, 2005.
- MOHANTA, K. N.; MOHANTY, S. N.; JENA, J. *et al.* A dietary energy level of 14.6 MJ kg⁻¹ and protein-to-energy ratio of 20.2 g MJ⁻¹ results in best growth performance and nutrient accretion in silver barb *Puntius gonionotus* fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, v.15, p. 627–637, 2009.
- MOMMSEN, T. P.; VIJAYAN, M. M.; MOON, T. W. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.9, p.211–268, 1999.
- OBA, E. T.; MARIANO, W. S.; SANTOS, L. R. B. Estresse em peixes cultivados: **agravante e atenuantes para o manejo rentável**. In: TAVARES-DIAS, M. (org.). Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Macapá: Embrapa Amapá, p.226-247, 2009.
- ONO, E. A.; NUNES, E. S. S.; CEDANO, J. C. C. *et al.* Digestibilidade aparente de dietas práticas com diferentes relações energia:proteína em juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.2, p.249-254, 2008.
- ØVERLAND, M.; SØRENSEN, M.; STOREBAKKEN, T. *et al.* Pea protein concentrate substituting fish meal or soybean meal in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*)—Effect on growth performance, nutrient digestibility, carcass composition, gut health, and physical feed quality. **Aquaculture**, v.288, p.305–311, 2009.
- OZÓRIO, R. O. A.; VALENTE, L. M. P.; CORREIA, S. *et al.* Protein requirement for maintenance and maximum growth of two-banded seabream (*Diplodus vulgaris*) juveniles. **Aquaculture Nutrition**, v.15, p.85-93, 2009.
- PERES, H.; OLIVA-TELES, A. Lysine requirement and efficiency of lysine utilization in turbot (*Scophthalmus maximus*) juveniles. **Aquaculture**, v.275, p.283–290, 2008.
- PIEDRAS, S. R. N.; POUHEY, J. L. O. F.; RUTZ, F. Efeitos de diferentes níveis de proteína bruta e de energia digestível na dieta sobre o desempenho de alevinos de peixe-rei. **Revista Brasileira Agrociência**, v.10, n.1, p-97-101, 2004.
- ROBINSON, E. H.; WILSON, R. P. **Nutrition and Feeding**. In: TUCKER, C.C. (Ed.) Channel catfish culture. New York: Elsevier, p. 323-404. 1985.

- 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.
- SÁ, R.; POUSÃO-FERREIRA, P. & OLIVA-TELES, A. Dietary protein requirement of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles. **Aquaculture Nutrition**, v.14, p.309-317, 2008.
- SAMPAIO, A. M. B.; KUBTIZA, F.; CYRINO, J. E. P. Relação energia:proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agrícola**, v.57, p.213-219, 2000.
- SEIXAS-FILHO, J. T.; BRÁS, J. M.; GOMIDE, A. T. M.; OLIVEIRA, M. G. A.; DONZELE, J. L.; MENIN, E. Anatomia funcional do intestino do Teleostei (*Pisces*) de água doce surubim (*Pseudoplatystoma coruscans* – Agassiz, 1829). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p.1670–1680, 2001.
- SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. *et al.* Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2336-2341, 2010.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão preto, 144p. 2004.
- TEIXEIRA, E. A. **Avaliação de alimentos e exigências de energia e proteína para juvenis de surubim (*Pseudoplatystoma spp.*)**. 2008. 88f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte.
- TEIXEIRA, E. A.; SALIBA, E. O. S.; EULER, A. C. C. *et al.* Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1180-1185, 2010.
- VERAS, G. C. **Níveis de proteína e energia em dietas para alevinos de trairão *Hoplias lacerdae***. 2009. 63p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WEBSTER, C.D. e LIM, C. **Nutrient requirements and finfish for aquaculture**. New York: CABI Publishing, 2002.
- WINFREE, R. A.; STICKNEY, R. R. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of tilapia aurea. **The Journal of Nutrition**, v.111, p.1001-1012, 1981.
- YUAN, Y. C., GONG, S. Y., LUO, Z. *et al.* Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. **Aquaculture Nutrition**, v.16, p. 205–212, 2010.
- ZANARDI, M. F.; BOQUEMBUZO, J. E.; KOVERTEIN, T. C. R. D. Desempenho de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) alimentados com três diferentes dietas. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 6, n. 4, p.445-450, 2008.