

## Farinha de Vísceras de Aves em Rações para Alevinos de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.)\*

Anna Christina Esper Amaro de Faria<sup>1†</sup>, Carmino Hayashi<sup>2</sup>, Claudemir Martins Soares<sup>3</sup>

**RESUMO** - Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho e as características de carcaças de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a rações com níveis de inclusão de farinha de vísceras (FV), assim como os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes deste alimento. Para o experimento de desempenho, foram utilizados 300 alevinos, com peso inicial médio de  $0,35 \pm 0,01$  g, distribuídos em trinta tanques-rede (120 L), instalados em cinco tanques (1000 L). Foram utilizados seis níveis de inclusão de FV nas rações (0,00; 4,00; 8,00; 12,00; 16,00 e 20,00%), em um delineamento experimental, em blocos casualizados com seis tratamentos e cinco repetições. Realizou-se um ensaio de digestibilidade, com rações contendo 0,00 e 20,00% de FV, fornecidas a peixes com peso médio de  $47,81 \pm 9,97$  g. Observou-se aumento linear da porcentagem de ganho de peso e taxas de eficiência protéica e de retenção de nitrogênio, com o aumento nos teores de FV nas rações, e efeito quadrático para conversão alimentar, taxa de retenção de extrato etéreo e porcentagens de proteína bruta e extrato etéreo na carcaça. Em relação à digestibilidade, a ração com 20,00% de FV apresentou menores CDA para a matéria seca, proteína bruta e energia bruta e maiores para extrato etéreo. Entretanto, maiores valores de extrato etéreo e energia digestíveis foram obtidos na ração com 20,00% de FV, embora a proteína digestível tenha sido inferior com 0,00% de FV. Os CDA do extrato etéreo, proteína bruta e energia bruta da farinha de vísceras foram de 70,45; 63,93 e 55,89%, respectivamente. A inclusão de 20,00% de FV na ração promoveu melhor desempenho, porém aumentou o teor de extrato etéreo e reduziu o de proteína bruta na carcaça, ocorrendo, ainda, diminuição dos CDA da matéria seca, proteína e energia bruta das rações.

Palavras-chave: composição de carcaça, desempenho, digestibilidade aparente, farinha de vísceras, *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo

## Poultry By-Product Meal in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings Diets

**ABSTRACT** - Performance, carcass characteristics and coefficients of apparent digestibility of Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) fed diets with increasing levels of poultry by-product meal (PM) were evaluated. Three hundred fingerlings with average initial weight of  $0.35 \pm 0.01$  g were placed in thirty 120 L net ponds in five cement 1000 L tanks. Six levels of PM inclusion (0.00, 4.00, 8.00, 12.00, 16.00 and 20.00%) were used in the diets, in an experimental randomized blocks design with six treatments and three replicates. An experiment of diet digestibility was undertaken with 0.00 and 20.00% PM diets on fish of average weight  $47.81 \pm 9.97$  g. A linear improvement was observed at PM inclusion levels with regard to final weight, percentage of weight gain, protein efficiency rate, nitrogen retention and quadratic effect for food conversion, ether extract retention and percentages of crude protein and carcass ethereal extract. Concerning to the digestibility experiment, the 20.00% PM diet showed lower coefficients of apparent digestibility for dry matter, crude protein, crude energy and higher coefficients for ether extract. However, higher values of digestible ether extract and energy were obtained with 20.00% PM diet, even though digestible protein was lower than the 0.00% PP diet. Apparent digestibility coefficients of the ether extract, crude protein and crude energy of PM for the Nile tilapia were 70.45, 63.93 and 55.89% respectively. Thus, the inclusion of 20.00% PM in diet improved performance, however increased ether extract content and decreased crude protein levels in carcass and dry matter, crude protein and energy digestibility coefficients of the diets.

Key Words: apparent digestibility, carcass composition, Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, performance, poultry by-product meal

### Introdução

No Brasil, a piscicultura encontra-se em expansão, pois apresenta condições favoráveis à atividade, devido a seus recursos hídricos, clima satisfatório e produção de grãos e sub-produtos (Lovshin, 1997). Por outro lado, para que se desenvolvam e estreitem

as diferenças entre outras atividades, são necessárias as pesquisas para determinação das exigências nutricionais, utilização dos alimentos, manejo e profilaxia para cada espécie cultivada em suas diferentes fases de desenvolvimento (Soares, 1997).

Os custos com a alimentação respondem pela maior parte das despesas na piscicultura semi-inten-

\* Parte da Dissertação de Mestrado em Zootecnia, apresentada à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo primeiro autor

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais / UEM

<sup>2</sup> Professor Dr. Titular - Departamento de Biologia / UEM. E.mail: chayashi@uem.br

<sup>3</sup> Biólogo MSc. do Laboratório de Aquicultura - Departamento de Biologia / UEM. E.mail: cmssoares@uem.br

<sup>†</sup> Autor para correspondência - Rua Mem de Sá, 518, Zona 2, CEP 87010 370, Maringá PR, Brasil. E.mail: annacfaria@hotmail.com

siva (Meer et al., 1995), mais de 50% dos custos operacionais (Kubitza, 1997; El-Sayed, 1999), uma vez que as rações de peixes, em comparação com as de outros animais, caracterizam-se pelo elevado nível protéico, sendo que a maior parcela dos custos se deve à proteína (Furuya et al., 1996; Soares, 1997), sendo esta fração, freqüentemente suprida pela adição de proteína de origem animal (Castagnolli, 1992). Dessa forma, é necessário determinar os níveis adequados de proteína animal, assim como se obter sucedâneos para comporem as rações dos peixes, de forma que reduzam os custos de produção.

A farinha de peixe (FP) tem sido utilizada como a principal fonte protéica por apresentar um bom equilíbrio em aminoácidos essenciais, contribuindo com grande parte dos macro e micronutrientes exigidos pelos peixes, além de conferir uma maior palatabilidade às rações. Entretanto, a baixa disponibilidade, o elevado preço e a imprevisível qualidade deste produto, são grandes limitações ao uso de FP em rações animais (Kubitza, 1997; Faria et al. 2001a). Uma das alternativas para substituir a FP em rações é a farinha de vísceras (FV), um material obtido de resíduos da indústria avícola. Usualmente, não contém penas e intestinos, mas pode conter pés, cabeças e carcaças descartadas (Wilson, 1995; Nengas et al., 1999). Os subprodutos dos abatedouros avícolas apresentam composição química muito variável (Murakami et al., 1994), sendo que a qualidade do produto depende do lote de origem (Wilson, 1995). Apresenta teor protéico de 55-65%, porém com deficiência em metionina, lisina e triptofano (NRC, 1993; Pezatto, 1995; Negans, et al., 1999; El-Sayed, 1999).

Estudos com diversas espécies de peixes têm demonstrado que a FV pode substituir, parcial ou totalmente, a FP em rações para salmonídeos (Fowler, 1991; Wilson 1995; Bureau et al., 1999; Webster et al, 1999) e totalmente para peixes onívoros, como a carpa comum (*Cyprinus carpio*) (Mazid et al., 1997) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (El-Sayed, 1999).

A tilápia do Nilo é uma espécie da África, pertencente à família Cichlidae e seu cultivo vem ganhando potencialidade em muitas regiões tropicais e subtropicais do mundo (Pillay, 1990; El-Sayed, 1999), constituindo, atualmente, um dos mais importantes grupos de peixes tropicais cultivados (Clement & Lovell, 1994; Hilsdorf, 1995; Sidiqui & Al-Harbi, 1995; El-Sayed, 1998). Foi uma das espécies mais cultivadas no Brasil na década de 90, devido à sua rusticidade, carne saborosa (Hayashi et al., 1999),

além de tolerar alto nível de carboidrato e utilizar, eficientemente, alimentos protéicos de origem vegetal (Degani & Revach, 1991; Stickney, 1997), ter boa aceitação no mercado consumidor e ser propícia à indústria de filetagem, devido à ausência de espinhos em "y" (Hilsdorf, 1995).

Assim, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a inclusão de farinha de vísceras nas rações sobre desempenho, características de carcaça e digestibilidade em alevinos de tilápia do Nilo.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá, no período de 4 de abril a 4 de junho de 1999. Foram utilizados 300 alevinos de tilápia do Nilo, linhagem tailandesa, revertidos sexualmente, com peso inicial médio de  $0,35 \pm 0,01$  g, comprimento inicial médio de  $3,44 \pm 0,40$  e, idade aproximada de 35 dias. Foram distribuídos em 30 tanques-rede de "nylon", com abertura de malha de 1,00 x 1,00 mm e 48,00 x 38,00 x 47,00 cm de altura, comprimento e largura, respectivamente e volume útil de 120 L. Os tanques-rede foram instalados em cinco caixas de cimento amianto, com capacidade para 1000 L, em um delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e cinco repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um tanque-rede com 10 peixes, instalado de modo a apresentar uma repetição, de cada tratamento, em cada caixa.

As caixas foram cobertas, com plástico escuro, para evitar o desenvolvimento de fitoplâncton, mantidas com uma circulação de 10% do volume de água por dia e aeração constante com uma pedra porosa por tanque-rede.

A composição da FV utilizada neste trabalho está na Tabela 1. Os valores de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e proteína bruta (PB) foram determinados conforme metodologias descritas por Silva (1990), enquanto a energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica.

As rações foram formuladas para conterem 32,00% de proteína bruta e seis teores de inclusão da FV, correspondendo a 0,00; 4,00; 8,00; 12,00; 16,00 e 20,00% da ração, sendo as mesmas isoenergéticas, isoprotéicas e isoaminoacídicas para lisina e metionina + cistina (Tabelas 2 e 3). O arraçamento foi realizado três vezes ao dia, na proporção de 8,00% do peso vivo/dia.

Tabela 1 - Composição em nutrientes da farinha de vísceras utilizadas para a confecção das rações experimentais<sup>1</sup>.Table 1 - Nutrient composition of poultry by-product meal used in the experimental diets<sup>1</sup>

Nutrientes <i>Nutrients</i>	
Matéria seca, % <i>Dry matter</i>	92,39
Extrato etéreo, % <i>Ether extract</i>	13,34
Fibra bruta, % <i>Crude fiber</i>	1,32
Proteína bruta, % <i>Crude protein</i>	68,42
Energia bruta, kcal/kg <i>Gross energy</i>	5512

<sup>1</sup> Análises realizadas no Laboratório de alimentos do DZO/UEM.<sup>1</sup> Analyses were performed at Laboratory of foodstuffs (DZO/UEM).

Para a confecção das rações, os alimentos foram moídos em moinho tipo faca com peneira 0,50 mm. Após mistura dos ingredientes, as rações foram umedecidas em água a 50°C e peletizadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 48 horas. Após secagem, as rações foram desintegradas, selecionando-se em diferentes diâmetros para o fornecimento aos peixes.

A cada dois dias, às 8 h, realizou-se sifonagem no fundo dos tanques-rede para a retirada das fezes depositadas, sendo o fundo das caixas de 1000 L sifonados nos dias de pesagens dos peixes. Os parâmetros físico-químicos pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido foram monitorados semanalmente. O oxigênio dissolvido foi mantido acima de

Tabela 2 - Composição percentual das rações experimentais com diferentes níveis de inclusão da farinha de vísceras (Matéria natural)<sup>1</sup>Table 2 - Percentage composition of the experimental diets with different inclusion levels of poultry by-product meal (as fed)<sup>1</sup>

Ingrediente, % <i>Ingredient</i>	Inclusão de farinha de vísceras na ração (%) <i>Dietary poultry by-product meal inclusion</i>					
	0,00	4,00	8,00	12,00	16,00	20,00
Milho <i>Corn</i>	22,66	25,44	28,22	30,96	33,74	36,49
Farinha de vísceras <i>Poultry by-product meal</i>	0,00	4,00	8,00	12,00	16,00	20,00
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	65,85	59,12	52,39	45,67	38,94	32,22
Bagaço de cana hidrolizado <i>Sugar cane bagasse hydrolyzed</i>	3,95	4,19	4,43	4,67	4,91	5,15
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	1,20	1,08	0,96	0,85	0,73	0,61
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	2,27	2,17	2,07	1,98	1,88	1,79
L-lisina Hcl <i>L-lysine HCl</i>	0,00	0,1048	0,20	0,31	0,41	0,52
DL-metionina 99 <i>DL-metionine 99</i>	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	3,00	2,84	2,68	2,52	2,36	2,20
Suplemento min. e vitam. <sup>2</sup> <i>Min. vit. supplement</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum <i>Salt</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Antioxidante (BHT) <sup>3</sup> <i>Antioxidant</i>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

<sup>1</sup> Baseados nas análises de laboratório realizadas para o milho, farelo de soja, bagaço de cana e farinha de vísceras no Laboratório de alimentos da UEM/DZO e valores tabelados de calcário e fosfato bicálcico (Rostagno et al., 1994) (Based on the laboratory analyses, to corn, soybean meal, fish meal, sugar cane bagasse and poultry by-product meal [UEM/DZO] and limestone and dicalcium phosphate [Rostagno, 1994]).

<sup>2</sup> Suplemento mineral e vitamínico (Min. Vit. Supplement) Vit. A, 1.200.000UI; Vit. D<sub>3</sub>, 200.000UI; Vit. E, 12.000 mg; Vit. K<sub>3</sub>, 2.400 mg; Vit. B<sub>1</sub>, 4.800 mg; Vit. B<sub>2</sub>, 4.800 mg; Vit. B<sub>6</sub>, 4.000 mg; Vit. B<sub>12</sub>, 4.800 mg; Ác. Fólico (folic acid), 1.200 mg; Á. Pantotênico (Panthotenic acid) Ca, 12.000 mg; Vit. C, 48.000 mg; Biotina (biotin), 48 mg; Colina (cholin), 65.000 mg; Niacina (niacin), 24.000 mg; Fe, 10.000 mg; Cu, 6.000 mg; Mn, 4.000 mg; Zn, 6.000 mg; I, 20 mg; Co, 2 mg; Se, 20 mg.

<sup>3</sup> Butil Hidroxi Tolueno (3,5 di-tert-butyl-4-hydroxytoluene).

Tabela 3 - Composição química das rações experimentais, com diferentes níveis de inclusão da farinha de vísceras (Matéria natural)<sup>1</sup>

Table 3 - Chemical composition of the experimental diets with different inclusion levels of poultry by-product meal (as fed)

Nutrientes <i>Nutrients</i>	Inclusão de farinha de vísceras na ração (%) <i>Dietary poultry by-product meal inclusion</i>					
	0,00	4,00	8,00	12,00	16,00	20,00
ED/tilápia, kcal/kg <sup>4</sup> <i>DE/tilapia</i>	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Proteína bruta, % <i>Crude protein</i>	32,01	32,01	32,02	32,03	32,04	32,05
Cálcio, % <i>Calcium</i>	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Fósforo total, % <i>Net phosphorous</i>	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Fibra bruta, % <i>Crude fiber</i>	6,00	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00
Extrato etéreo, % <i>Ether extract</i>	4,36	4,73	5,10	5,47	5,84	6,21
Lisina, % <i>Lysine</i>	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
Met+cis (%) <i>Met.+cys (%)</i>	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11

<sup>4</sup> Com base nos valores de energia digestível para tilápia propostos para milho: 3.020 kcal/kg e farinha de peixe: 4.040 kcal/kg pelo NRC (1993); para farelo de soja: 2.667 kcal/kg por Pezzato (1995) e óleo de soja: 8.648 kcal/kg por Sintayehu et al. (1996) e farinha de vísceras: 3521,5 kcal/kg por Degani et al. (1997a).

<sup>4</sup> Based on the proposed digestible energy values for tilapia to corn: 3020 kcal/kg, fish meal: 4040 kcal/kg by NRC (1993) and for soybean meal: 2667 kcal/kg by Pezzato (1995); soybean oil: 8.648 kcal/kg by Sintaheyu et al. (1996) and poultry by-product meal 3521,5 kcal/kg by Degani et al. (1997a).

4,00 mg/L, enquanto a temperatura foi medida duas vezes ao dia (8 e 16 h). Para a manutenção da temperatura, foram utilizados seis aquecedores de 100 watts em cada tanque.

Ao final do período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 72 horas para serem abatidos. Realizou-se uma incisão na região abdominal ventral, retirando-se as vísceras, sendo separados a gordura visceral e o fígado para determinação do índice hepato-somático, percentagem de gordura visceral e rendimentos de carcaça (peixe sem cabeça, pele, nadadeiras e vísceras). As carcaças foram mantidas em refrigerador a -20,00°C e, após, secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 48 horas, para determinação de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo, segundo metodologia descrita por Silva (1990).

As variáveis analisadas foram peso final, percentagem de ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência protéica, taxas de retenção de nitrogênio e extrato etéreo e percentagens de proteína bruta e extrato etéreo na carcaça. A taxa de eficiência protéica, nos diferentes tratamentos, foi calculada segundo expressão de Jauncey & Ross (1982), enquanto as taxas de retenção de nitrogênio

e extrato etéreo foram determinadas segundo Storebakken et al. (1998a).

Para determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) das rações com 0,00 e 20,00% de FV, assim como os CDA da EB, PB e EE da FV, utilizou-se o método de coleta de fezes por decantação. Os CDAs foram obtidos empregando-se o método indireto com o indicador inerte 0,10% de óxido de crômio (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Foram utilizadas 72 tilápias do Nilo, com peso vivo médio de 47,81 ± 9,97 g comprimento médio de 14,43 ± 1,35 cm, mantidos em dois tanques-rede com 44,00 e 69,00 cm de diâmetro e altura, respectivamente, instalados em dois tanques de concreto, com capacidade para 250 L cada e com aeração constante.

Os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas e, posteriormente, adaptados às rações por um período de cinco dias, recebendo as devidas rações duas vezes pela manhã e, em intervalos de meia hora, no período da tarde. No final da tarde (18:00 h), os tanques-rede eram transferidos para dois aquários de digestibilidade, com capacidade para 150 L, com um copo coletor acoplado para a deposição das fezes. Pela manhã (8 h), as fezes depositadas no copo eram retiradas, acondicionadas em frascos de polietileno,

sendo este material conservado a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Para a análise dos nutrientes, o material foi descongelado e desidratado em estufa de ventilação forçada a  $55^{\circ}\text{C}$ , por 48 horas.

A determinação da concentração do óxido de crômio foi realizada no Laboratório de solos do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, e determinado por espectrofotometria de absorção atômica, segundo Kimura & Miller (1957), enquanto as análises da composição bromatológica da FV e das rações foram realizadas conforme metodologias descritas por Silva (1990).

Foram determinados os CDAs da MS, EB, PB e EE das rações com 0,00 e 20,00%, de FV e do alimento, utilizando-se a expressão citada por Mukhopadhyay & Ray (1997).

Os dados de desempenho e características de carcaça foram submetidos à análise estatística, utilizando-se o programa computacional SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), descrito por Euclides (1983), procedendo-se às análises de variância, a 5% de probabilidade. Em caso de diferenças, aplicou-se análise de regressão linear ou quadrática e análise de LRP ("Linear Response Plateau"), sendo este último modelo descrito por Braga (1983).

## Resultados e Discussão

Os valores médios de pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica da água dos tanques durante o período experimental se encontram na Tabela 4. Estes valores permaneceram dentro da faixa recomendada por Sipaúba-Tavares (1994) e Eгна & Boyd (1997) para o cultivo da espécie.

Os valores médios das características de desempenho dos alevinos de tilápia do Nilo, submetidos aos diferentes níveis de inclusão de FV encontram-se na Tabela 5.

Os valores médios de percentagem de ganho de peso (Figura 1) apresentaram aumento linear ( $p < 0,005$ ), em função dos níveis de FV. A melhora desta variável deve estar relacionada com o melhor balanço aminoacídico (Pezzato, 1995) das dietas com FV, uma vez que as rações eram isoaminoacídicas apenas para lisina e metionina + cistina. Outro fator que pode ter influenciado é o conteúdo de minerais disponíveis nas rações, principalmente, no que se refere ao fósforo, uma vez que, nos alimentos de origem vegetal, cerca de 70,00% deste mineral está

complexado na forma de fitato, o qual não é utilizado pelos monogástricos e que promove também a redução na disponibilidade de outros elementos, tais como o zinco, cálcio, ferro e manganês (Storebakken et al., 1998b). Em experimento sobre a disponibilidade de fósforo de diversos alimentos para o salmão (*Onchorynchus kisutch*), Sugiura (1998) encontrou valores de 67,70 e 28,40% para FV e farelo de soja, respectivamente. Desta forma, as rações com FV, apesar de formuladas para terem os mesmos níveis de fósforo total, teriam maiores níveis de fósforo disponível, em relação às rações com maiores percentagens de FS.

O aumento dos valores de porcentagem de ganho de peso com o incremento de proteína de origem animal nas dietas estão de acordo com os resultados de Degani et al. (1988), que, trabalhando com alevinos de bagre africano (*Clarias gariepinus*), observaram que a utilização de 44,00% de farinha de peixe proporcionou melhores valores para peso final e com os de Meer et al. (1997) que, utilizando rações, tendo o FS ou a FP como fontes protéicas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), observaram que a ração com FP proporcionou maior taxa de crescimento e maior peso final dos peixes. Resultados similares foram obtidos para Mazid et al. (1997) que relataram peso final mais elevado para peixes criados em policultivo, incluindo *Cyprinus carpio*, quando utilizaram ração com 10,00% de FP, em comparação à ração com FS, por Borghetti et al. (1991) que, utilizando rações com 23,00% de FP, ou tendo somente FS como fonte protéica para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), cultivados em tanques-rede, observaram maiores valores de peso final, com

Tabela 4 - Valores médios de pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica da água dos tanques

Table 4 - Average values of water pH, dissolved oxygen, temperature and electrical conductivity of tank water

Parâmetros <i>Parameters</i>	Média e desvio-padrão <i>Mean and standard deviation</i>
pH	7,96 ± 0,61
Oxigênio dissolvido, mg/L <i>Dissolved oxygen</i>	7,85 ± 1,59
Temperatura, °C <i>Temperature</i>	24,51 ± 4,78
Condutividade elétrica, µS/cm <i>Electric conductivity</i>	0,13 ± 0,01

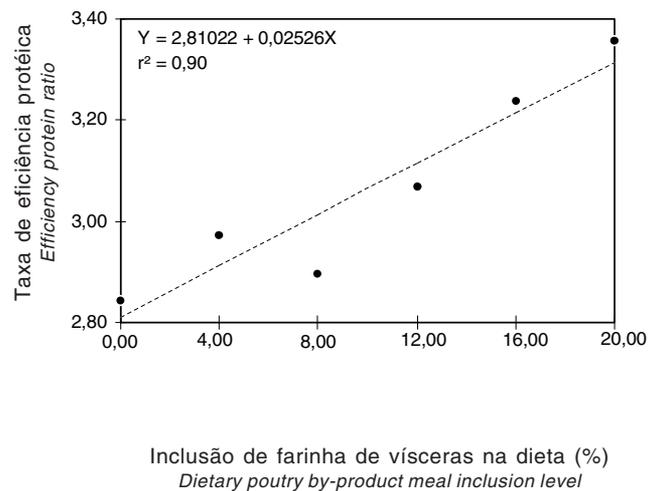
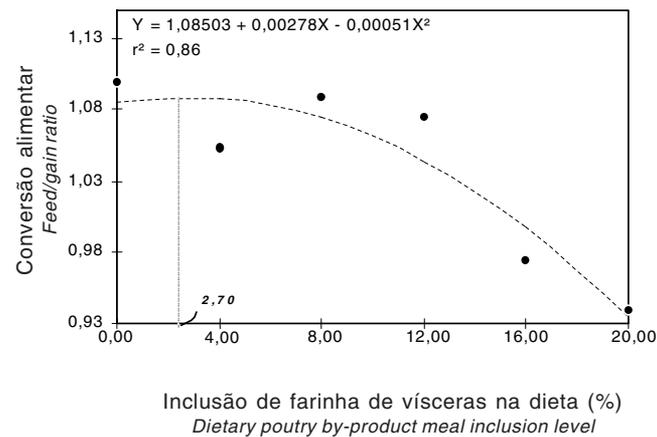
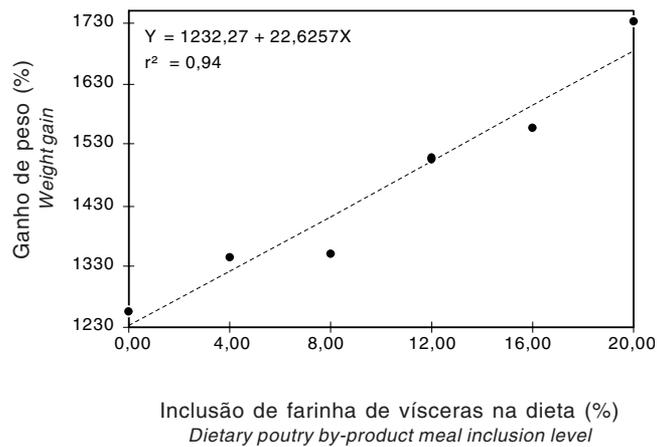


Figura 1 - Porcentagem de ganho de peso, conversão alimentar e taxa de eficiência protéica de alevinos de tilápia do Nilo, em função dos níveis de inclusão de farinha de vísceras nas rações.

Figure 1 - Weight gain percentage, feed/gain ratio and efficiency protein ratio of tilapia Nile fingerlings, according to the dietary poultry by-product meal inclusion levels.

a utilização de rações com FP e por Faria et al. (2001a) que observaram melhor peso final de alevinos de Tilápia do Nilo, com rações com 12,15% de FP. Por outro lado, Galdioli et al. (2000) realizaram experimento com o curimatá (*Prochilodus lineatus*), submetido a rações tendo o FS como fonte protéica e outra com 19,60% de inclusão de FP e não observaram diferenças no ganho de peso, diferindo, portanto, do obtido neste experimento. Enquanto Faria et al. (2001b) observaram redução nos parâmetros de desempenho de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) que receberam rações com FP, em substituição ao farelo de soja.

Com os valores de conversão alimentar, observou-se efeito quadrático dos níveis de inclusão de FV, com valor máximo estimado a 2,70% de inclusão. Os melhores valores foram obtidos com dietas com os maiores teores de FV (Figura 1), estando este resultado de acordo com os de Degani et al. (1988) e Faria et al. (2001a) que observaram melhora neste parâmetro com o aumento de FP às rações e Borghetti et al. (1991) que observaram melhores valores com rações contendo FP. Entretanto, difere de Galdioli et al. (2000), que não observaram efeito da inclusão de 19,60% de FP na conversão alimentar, em razão para o curimatá, e de Faria et al. (2001b), que observaram piora neste parâmetro com a inclusão de FP em rações para alevinos de piavuçu.

A inclusão de níveis crescentes de FV nas rações proporcionou melhora linear ( $p < 0,0007$ ) nos valores de taxa de eficiência protéica pelos alevinos de tilápia do Nilo (Figura 1). Este resultado está em acordo com os resultados de Mazid et al. (1997) que observaram melhores valores com a utilização de 10,00% de FP, em rações para a carpa comum (*Cyprinus carpio*). Entretanto, difere de Meer et al. (1997) que obtiveram melhor valor com o uso de ração com apenas FS, como fonte protéica para alevinos de tambaqui.

Em relação aos valores obtidos para a taxa de retenção de nitrogênio, observou-se aumento linear ( $p < 0,003$ ) com o incremento dos níveis de FV nas rações, mostrando melhora na utilização da proteína da ração. Este resultado difere do obtido por Meer et al. (1997) que não observaram diferenças na taxa de retenção de nitrogênio de tambaqui, alimentados com ração, contendo FS ou FP, sendo que estes autores relatam, ainda, que a PB do FS parece ser mais disponível que a PB da FP para alevinos de tambaqui. Entretanto, os resultados aqui obtidos indicam não haver tal característica com a PB da FV, em relação à da PB do FS para a tilápia.

Tabela 5 - Valores médios das características de desempenho de alevinos de tilápia submetidos à rações com diferentes níveis de inclusão de farinha de vísceras

Table 5 - Average values of performance of tilapia fingerlings fed diets with different levels of poultry by-product meal inclusion

Característica Characteristic	Inclusão de farinha de vísceras na ração (%) Dietary poultry by-product meal inclusion						CV(%)
	0,00	4,00	8,00	12,00	16,00	20,00	
Peso inicial médio, g Initial mean weight	0,35	0,35	0,36	0,35	0,35	0,35	3,43
Ganho de peso, % <sup>1</sup> Weight gain <sup>1</sup>	1256,13	1345,85	1352,70	1507,37	1557,15	1731,92	14,28
Conversão alimentar <sup>2</sup> Feed/gain ratio <sup>2</sup>	1,09	1,05	1,08	1,07	0,97	0,94	7,49
Taxa de eficiência protéica <sup>3</sup> Protein efficiency rate <sup>3</sup>	2,84	2,97	2,90	3,07	3,24	3,36	7,73
Retenção de nitrogênio, % <sup>4</sup> Nitrogen retention <sup>4</sup>	48,27	45,46	50,22	54,11	50,92	56,45	9,51
Retenção de extrato etéreo, % <sup>5</sup> Ether extract retention <sup>5</sup>	33,87	39,27	45,14	48,42	44,31	47,93	8,08
Sobrevivência, % Survival rate	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00

<sup>1</sup> Efeito linear (linear effect) ( $P < 0,00036$ )  $Y = 1232,27 + 22,62570X$ ;  $r^2 = 0,94$ .

<sup>2</sup> Efeito quadrático (quadratic effect)  $Y = 1,07710 + 0,008813X - 0,00076X^2$ ;  $r^2 = 0,86$ .

<sup>3</sup> Efeito linear (linear effect) ( $P < 0,0007$ )  $Y = 2,81022 + 0,02526X$ ;  $r^2 = 0,90$ .

<sup>4</sup> Efeito linear (linear effect) ( $p < 0,05$ )  $Y = 46,53110 + 0,43704X$ ;  $r^2 = 0,68$ .

<sup>5</sup> Efeito quadrático (quadratic effect) ( $p < 0,003$ )  $Y = 33,91270 + 1,72399X - 0,05452, r^2 = 0,90$ .

Os níveis de inclusão de FV nas rações levaram a um efeito quadrático sobre a taxa de retenção de extrato etéreo (Figura 2), com valor máximo a 15,76% de inclusão de FV, entretanto, pela análise de LRP, ocorreu melhora desta variável até o nível de 13,13% e, a partir deste ponto, ocorreu um platô a 47,60%. Este resultado pode estar relacionado com a mudança no perfil de ácidos graxos nas rações, em função da origem das fontes protéicas, sendo que rações com FV parecem apresentar uma maior disponibilidade de EE.

A taxa de sobrevivência (Tabela 2) não foi afetada ( $p > 0,05$ ) pela utilização das diferentes rações.

Os valores médios dos rendimentos de peixe eviscerado e de carcaça, índice hepato-somático, percentagem de gordura visceral, percentagens de EE, PB na carcaça de alevinos de tilápia do Nilo, submetidos às rações com diferentes níveis de inclusão de FV ao final do período experimental, estão apresentados na Tabela 6. Observa-se que os valores dos rendimentos de peixe eviscerado e de carcaça, índice hepato-somático e percentagem de gordura visceral não foram afetados ( $p > 0,05$ ) pelos níveis de inclusão de FV nas rações. Entretanto, em relação às percentagens de PB e EE na carcaça (Figura 2), observou-se efeito quadrático com o aumento dos níveis de FV nas rações, com valores mínimos e

máximos a 12,77% e 13,33% de inclusão de FV, respectivamente. A análise de LRP indicou platôs com menores valores de PB, a partir de 5,04% de inclusão de FV na ração e maiores valores de EE na carcaça, a partir de 3,50% de inclusão de FV.

Os resultados referentes à porcentagem de PB na carcaça concordam com o obtido para o tambaqui, por Meer et al. (1997), que observaram maiores valores deste parâmetro em peixes alimentados com ração com FS. Por outro lado, diferem do observado para carpa comum, por Mazid et al. (1997), em que os peixes alimentados com rações contendo 7,00 ou 10,00% de fonte protéica animal (FP) apresentaram maiores valores de PB na carcaça. Meer et al. (1997) não observaram efeito de fonte protéica do FS ou FP sobre a percentagem de EE na carcaça de alevinos de tambaqui, o que discorda do obtido para a tilápia do Nilo. Os maiores valores de EE nas carcaças de peixes que receberam rações com FV devem estar relacionados com a maior taxa de retenção deste nutriente pelos peixes, nas rações com maiores níveis de FV.

O aumento no teor de EE da carcaça promove piora nas características organolépticas da mesma. Dessa forma, ao se utilizar a FV em dietas para peixes, em fase de crescimento, deve-se atentar aos seus efeitos neste parâmetro, uma vez que, deve-se produ-

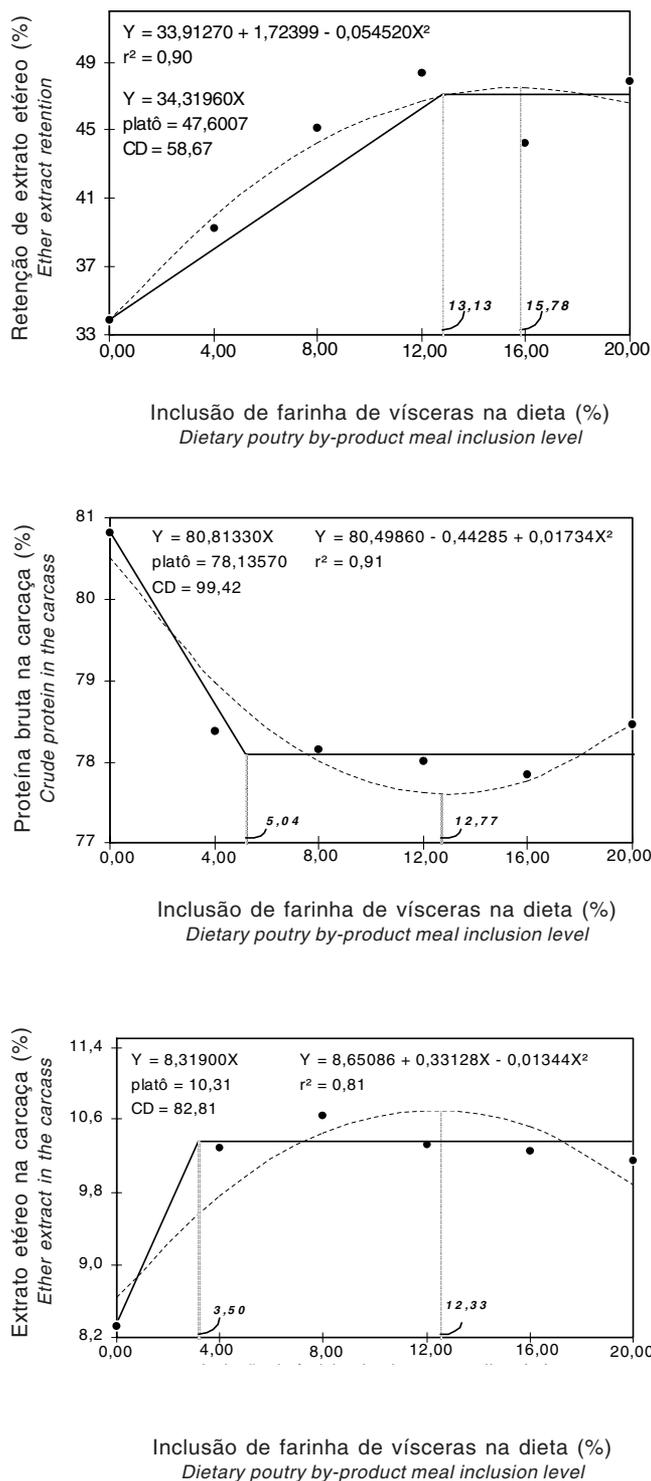


Figura 2 - Retenção de extrato etéreo da ração e porcentagens de proteína bruta e extrato etéreo na carcaça por alevinos de tilápia do Nilo, em função dos níveis de inclusão de farinha de vísceras nas rações.

Figure 2 - Dietary ether extract retention and crude protein and extract ether percentage in the carcass of tilapia Nile fingerlings, according to the dietary poultry by-product meal inclusion levels.

zir filés com qualidade adequada para o mercado consumidor. Entretanto, para a fase em questão, pode-se utilizar 20,00% de FV nas rações, pois os peixes são ainda de pequeno porte e a composição de sua carcaça pode ser alterada com o uso de rações com composição diferenciada, até o mesmo atingir peso de abate.

Os valores da composição em nutrientes, dos CDA e dos nutrientes digestíveis das rações com 0,00 ou 20,00% de inclusão de FV estão na Tabela 7.

A ração com 20,00% de FV apresentou maior CDA do extrato etéreo, entretanto, menores valores para matéria seca, proteína bruta e energia. Os CDAs encontrados para a energia bruta e PB concordam com os resultados obtidos para tilápia (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*) por Degani et al. (1997a) que encontraram menores valores nas rações com FV, em relação aos valores das rações contendo apenas FS. Entretanto, estes autores obtiveram menor CDA para o extrato etéreo de rações, contendo FV, o que discordam de nossos resultados. Por outro lado, trabalhando com diferentes fontes protéicas para a carpa-comum, Degani et al. (1997b) obtiveram resultados similares ao que se refere ao CDA do EE e PB, porém, em relação à EB, obtiveram maiores CDA na ração com FV. Em um experimento com tilápia do Nilo, Hanley (1987) observou menores valores de proteína digestível em rações com FV, o que se assemelha ao obtido neste experimento.

Em relação aos valores de nutrientes digestíveis das dietas, foram obtidos maiores valores de EE e energia para a ração com 20,00% de inclusão de FV (Tabela 7). Estes resultados concordam com os resultados obtidos por Degani et al. (1997a) e Degani et al. (1997b), que encontraram maiores valores de energia digestível nas rações com FV, quando comparados às rações com FS. O maior valor de energia digestível encontrado nas rações, contendo 20,00% de FV, pode ter sido um dos motivos do melhor desempenho dos peixes alimentados com rações contendo este alimento, pois, o aumento do valor de energia digestível na ração proporcionou melhores valores da relação energia por proteína digestível das rações.

O valor do EE digestível encontrado (Tabela 7) pode explicar o aumento na porcentagem de gordura na carcaça, assim como os melhores valores de retenção de EE, com o aumento dos níveis de FV nas rações, pois, com os maiores valores de disponibilidade deste nutriente, ocorre também melhora na retenção e deposição do mesmo na carcaça.

Os valores de CDA dos nutrientes e valores de nutrientes digestíveis da FV, encontram-se na Tabela 8.

Tabela 6 - Valores médios das características de carcaça de alevinos de tilápia submetidos a rações com diferentes níveis de inclusão de farinha de vísceras

Table 6 - Average values of carcass quality of Nile tilapia fingerlings fed diets with different inclusion levels of poultry by-product meal

Característica <i>Characteristic</i>	Inclusão de farinha de vísceras na ração (%) <i>Dietary poultry by-product meal inclusion</i>						CV(%)
	0,00	4,00	8,00	12,00	16,00	20,00	
Peixe eviscerado, % <i>Eviscerated fish yield</i>	73,97	72,30	78,64	74,34	72,69	73,36	8,36
Rendimento de carcaça, % <i>Carcass yield</i>	35,35	34,74	35,00	36,59	36,64	35,35	3,73
Índice hepato-somático, % <i>Hepatic somatic factor</i>	1,44	1,47	1,48	1,49	1,52	1,62	17,95
Gordura visceral, % <i>Visceral fat</i>	0,94	0,96	1,08	0,99	1,07	0,96	36,83
Extrato etéreo na carcaça, % <sup>1</sup> <i>Ether extract in the carcass<sup>1</sup></i>	8,31	10,27	10,63	10,32	10,25	10,14	3,32
Proteína bruta na carcaça, % <sup>2</sup> <i>Crude protein in the carcass<sup>2</sup></i>	80,81	78,37	78,16	78,00	77,84	78,47	0,54

<sup>1</sup> Efeito quadrático (*quadratic effect*) ( $p < 0,00002$ )  $Y = 8,65096 + 0,331284X - 0,01343X^2$ ,  $r^2 = 0,81$ .<sup>2</sup> Efeito quadrático (*quadratic effect*) ( $p < 0,00002$ )  $Y = 80,4986 - 0,442845X - 0,017336X^2$ ,  $r^2 = 0,91$ .

Tabela 7 - Composição em nutrientes, coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e nutrientes digestíveis das rações com 0,00 ou 20,00% de inclusão de farinha de vísceras

Table 7 - Nutrient composition, digestibility coefficients of nutrients and digestible nutrients of 0.00 or 20.00% inclusion diets in poultry by-product meal

	Inclusão de farinha de vísceras na ração (%) <i>Dietary poultry by-product meal inclusion</i>	
	0,00	20,00
Nutrientes <i>Nutrients</i>		
Matéria seca, % <i>Dry matter</i>	90,73	90,53
Extrato etéreo, % <i>Ether extract</i>	4,36	6,21
Proteína bruta, % <i>Crude protein</i>	32,01	32,05
Energia bruta, kcal/kg <i>Gross energy</i>	33942,32	4322,34
	Coeficientes de digestibilidade, % <i>Coefficients of digestibility</i>	
Matéria seca <i>Dry matter</i>	72,21	70,18
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	92,52	93,58
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	91,41	86,79
Energia bruta <i>Gross energy</i>	75,75	74,83
	Nutrientes digestíveis na matéria seca, % <i>Digestible nutrients in dry matter</i>	
Extrato etéreo, % <i>Ether extract</i>	4,46	6,40
Proteína bruta, % <i>Crude protein</i>	32,25	30,67
Energia, kcal/kg <i>Gross energy</i>	3291,59	3572,77

O CDA obtido para PB foi superior ao relatado por Hanley (1987), Degani et al. (1997b) que encontraram valores de 40,68 e 47,15%, respectivamente. Entretanto, inferior ao obtido por Degani et al. (1997a) que relataram valor de 91,25% de digestibilidade da proteína da FV.

Os valores de CDA para o EE foram inferiores ao observado por Degani et al. (1997b), que encontraram valor de 83,64%, e superiores ao Degani et al. (1997a) com valores de 50,38%. O valor de energia digestível obtido para FV foi inferior ao encontrado por Hanley (1987), que obteve o valor de 3624,13 kcal/kg.

Tabela 8 - Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e nutrientes digestíveis da farinha de vísceras para a tilápia do Nilo (matéria seca)

Table 8 - Coefficients of digestibility of nutrients and digestible nutrients of poultry by-product fed to Nile tilapia (dry matter)

Nutriente <i>Nutrient</i>	Coeficiente de digestibilidade (%) <i>Coefficient of digestibility</i>	Nutriente digestível <i>Digestible nutrient</i>
Extrato etéreo, % <i>Ether extract</i>	70,45	10,17
Proteína bruta, % <i>Crude protein</i>	63,93	47,34
Energia bruta, kcal/kg <i>Gross energy</i>	55,89	3334,41

## Conclusões

A inclusão de 20,00% de farinha de vísceras na ração promoveu melhor desempenho de alevinos de tilápia do Nilo, entretanto, com aumento do teor de extrato etéreo e diminuição do teor de proteína da carcaça. Dessa forma, pode-se utilizar a farinha de vísceras a este nível na ração para esta espécie nesta fase, necessitando de estudos para o uso da farinha de vísceras em rações para animais em fase de crescimento e terminação.

Os menores valores dos coeficientes de digestibilidade aparente para a matéria seca, proteína bruta e energia e maior para o extrato etéreo ocorreram com a ração com 20,00% de farinha de vísceras, em comparação a dietas isentas da mesma.

## Literatura Citada

- BORGHETTI, J.R.; LEPELEIRE, R.E.M.; FERNANDEZ, D.R. Os efeitos da origem da proteína no crescimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) criado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Biologia**, v.51, n.3, p.689-694, 1991.
- BRAGA, J.M. **Avaliação da fertilidade do solo, ensaios de campo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1983. 89p.
- BUREAU, D.P.; HARRIS, A.M.; CHO, C.Y. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.180, n.3/4, p.345-358, 1999.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Fundação Universidade Estadual Paulista, 1992. 189p.
- CLEMENT, S.; LOVELL, R.T. Comparison of processing yield and nutrient composition of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.119, n.2-3, p.299-310, 1994.
- DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, Y. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis aureus* x *Oreochromis niloticus*). **The Israeli Journal of Aquaculture**, v.49, n.3, p.115-123, 1997a.
- DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, Y. Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture Research**, v.28, n.1, p.23-28, 1997b.
- DEGANI, G.; BEM-ZVI, Y.; LEVANON, D. The effect of different dietary protein sources and temperatures on growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell). **The Israeli Journal of Aquaculture**, v.40, n.4, p.113-117, 1988.
- DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: Carp, *Cyprinus carpio* L. Tilapia, *Oreochromis aureus* x *O. niloticus* and African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell 1822. **Aquaculture and Fisheries Management**, v.22, n.1, p.397-403, 1991.
- DONG, F.M.; HARDY, R.W.; HAARD, N.F. et al. Chemical composition and protein digestibility of poultry by-product meals for salmonid diets. **Aquaculture**, v.116, n.2-3, p.149-158, 1993.
- EGNA, H.S.; BOYD, C.E. **Dynamics of pond aquaculture**. Boca Raton: CRC Press, 1997. 342p.
- EL-SAYED, A.F.M. Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L), feeds. **Aquaculture Research**, v.29, n.4, p.275-280, 1998.
- EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis niloticus* spp. **Aquaculture Research**, v.179, p.149-168, 1999.
- EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG** (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1983. 59p.
- FARIA, A.C.E.A.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E.M. et al. Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), linhagem tailandesa. **Acta Scientiarum**, v.23, p.903-908, 2001b.
- FARIA, A.C.E.A.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. Substituição parcial e total da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988). **Acta Scientiarum**, v.23, p.835-840, 2001b.
- FOWLER, L.G. Poultry by-product meal as a dietary-protein source in fall chinook salmon diets. **Aquaculture**, v.99, n.3/4, p.309-321, 1991.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. et al. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase juvenil. **Revista UNIMAR**, v.18, n.2, p.307-319, 1996.
- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus* V.). **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.471-477, 2000.
- HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity on digestibility determinations in tilapia *Oreochromis niloticus* (L). **Aquaculture**, v.66, n.1/2, p.163-179, 1987.
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. et al. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L) na fase de crescimento. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.733-737, 1999.
- HILSDORF, A.W.S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas - uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.22, n.1, p.73-84, 1995.
- JAUNCEY, K.; ROSS, B. **A guide to tilapia feeds and feeding**. Scotland: University of Stirling, 1982. 111p.
- KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cal feed and feces. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.5, n.2, p.216, 1957.
- KUBITZA, F. Principais alimentos e suas restrições para peixes. In: **NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES**, Piracicaba: [s.n.], 1997. p.32-40.
- LOVSHIN, L.L. Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES**, 1., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1997. p.137-164.
- MAZID, M.A.; ZAHER, M.; BEGUM, M.Z. et al. Formulation of cost-effective feeds from locally available ingredients for carp polyculture system for increased production. **Aquaculture**, v.151, n.1-4, p.71-78, 1997.
- MEER, M.B.; FABER, R.; ZAMORA, J.E. et al. Effect of feeding level on feed losses and feed utilization of soya and fish meal diets in *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.28, n.6, p.391-403, 1997.

- MEER, M.B.; MACHIELS, M.A.M.; VERDEGEM, M.C.J. The effect of dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.26, n.12, p.901-909, 1995.
- MUKHOPADHYAY, N.; RAY, A.K. The apparent total and nutrient digestibility of sal seed (*Shorea robusta*) meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. **Aquaculture Research**, v.28, n.9, p.683-689, 1997.
- MURAKAMI, A.E.; LODDI, M.M.; GARCIA, E.R.M. et al. Utilização da farinha de vísceras na alimentação de frangos de corte. **Revista UNIMAR**, v.16, n.1, p.1-11, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of fish**. Washington D.C.: National Academy of Science, 1993. 114p.
- NENGAS, I.; ALEXIS, M.N.; DAVIES, S.J. High inclusion levels of poultry meals and related by products in diets for gilthead seabream *Sparus aurata* L. **Aquaculture**, v.179, n.1-4, p.13-23, 1999.
- PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1995, Campos de Jordão. **Anais...** Campos de Jordão: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1995. p.34-52.
- PILLAY, T.V.R. **Aquaculture, principles and practices**. Cambridge: Fishing News Books, 1990. 575p.
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.S. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas brasileiras)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 61p.
- SIDDIQUI, A.Q.; AL-HARBI, A.H. Evaluation of three species of tilapia, red tilapia and a hybrid tilapia as culture species in Saudi Arabia. **Aquaculture and Fisheries Management**, v.20, n.1, p.49-58, 1995.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 166p.
- SINTAHYEHU, A.; MATHIES, E.; MEYER-BURFDORFF, K.H. Apparent digestibility and growth experiment with tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed soybean meal, cottonseed meal and sunflower seed meal. **Journal of Applied Ichthyology**, v.12, n.2, p.125-130, 1996.
- SOARES, C.M. **Farelo de canola na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus* L) e carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella* V)**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 1997.
- STICKNEY, R.R. Tilapia nutrition feeds and feeding. In: COSTA-PIERCE, B.A.; RAKOCY, J.E. (Eds.) **Tilapia Aquaculture in the Americas**. Baton Rouge: The World Aquaculture Society & The American Tilapia Association, 1997. v.1, p.34-54.
- STOREBAKKEN, T.; KVIEN, I.S.; SHEARER, K.D. et al. The apparent digestibility of diets containing fish meal, soybean meal or bacterial meal fed to Atlantic salmon (*Salmo salar*): evaluation of different fecal collection methods. **Aquaculture**, v.169, n.3-4, p.195-210, 1998a.
- STOREBAKKEN, T.; SHEARER, K.D.; ROEM, A.J. Availability of protein, phosphorus and other elements in fish meal, soy protein concentrate and phytase-treated soy-protein-concentrate-based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. **Aquaculture**, v.161, n.3-4, p.365-379, 1998b.
- SUGIURA, S.H.; DONG, F.M.; RATHBONE, C.K. et al. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. **Aquaculture**, v.159, n.2, p.177-202, 1998.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: Fundação Universidade Estadual Paulista, 1994. 70p.
- WEBSTER, C.; TIU, L.; MORGAN, A. et al. Effect of partial and total replacement of fish meal on growth and body composition of sunshine bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis* fed practical diets. **Journal of World Aquaculture Society**, v.30, n.4, p.443-453, 1999.
- WILSON, R.P. Fish feed formulation and processing. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p.171.

Recebido em: 12/06/00

Aceito em: 21/12/01