

## Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Luiz Edivaldo Pezzato<sup>1</sup>, Edma Carvalho de Miranda<sup>2</sup>, Margarida Maria Barros<sup>1</sup>, Luis Gabriel Quintero Pinto<sup>3</sup>, Wilson Massumitu Furuya<sup>2</sup>, Antonio Celso Pezzato<sup>1</sup>

**RESUMO** - Avaliou-se a digestibilidade aparente do milho, amido de milho, milho extrusado, germe de milho, sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz, glúten 21, glúten 60, farelo de soja, farelo de canola, farelo de algodão, farinha de peixe, farinha de carne, farinha de vísceras de aves, farinha de sangue e farinha de penas. Confeccionaram-se 18 rações, marcadas com 0,10% de óxido de crômio III, uma delas, basal purificada, e as demais, contendo os ingredientes. Os peixes, 100 juvenis com  $100 \pm 10$  g, foram alojados em cinco tanques-rede para facilitar o manejo de alimentação e a coleta de fezes e permaneceram, durante o dia, em cinco aquários (250 L) de alimentação, recebendo refeições à vontade das 8 às 17h30. Após, foram transferidos para cinco aquários (300 L) de coleta de fezes, onde permaneceram até a manhã do dia subsequente. O coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes foi calculado com base no teor de óxido crômio da ração e das fezes. Com base nos resultados, concluiu-se que, entre os ingredientes energéticos, o milho apresentou o melhor coeficiente de digestibilidade aparente, seguindo-se o milho extrusado, o farelo de trigo e o farelo de arroz; dos ingredientes protéicos - vegetal, o glúten 60 e o glúten 21, seguidos do farelo de canola, apresentou os melhores coeficientes e dos protéicos - animal, destacou-se a farinha de vísceras de aves, seguida da farinha de peixes, enquanto os piores coeficientes foram proporcionados pela farinha de penas e farinha de sangue.

Palavras-chave: digestibilidade, ingredientes, tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*

## Apparent Digestibility of Feedstuffs by Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

**ABSTRACT** - Apparent digestibility of corn, corn-starch, extruded corn, corn-germ, sorghum, wheat middlings, rice meal, corn gluten meal, gluten 60, soybean meal, canola meal, cottonseed meal, fish meal, meat and bone meal, poultry by-product meal, blood meal and poultry feathers hydrolyzed meal were determined for Nile tilapia juveniles ( $100 \pm 10$  g) fed purified diet and 0.10% chromic oxide. Fish were maintained in 5 aquaria (250 L) at a density of 20 fish/aquarium for feeding, between 8 a.m. and 5:30 p.m. After this period, they were transferred for aquaria (300 L) appropriate for fecal collection. The apparent digestibility of nutrient was determined by assessing the difference between the feed and fecal concentrations of the marker. Results of this study indicate that among energetic ingredients, corn, extruded corn, wheat middlings and rice meal had the highest apparent digestibility coefficient and gluten 60, corn gluten meal, canola meal for proteic ingredients. Among animal sources, poultry by-product and fish meal showed high apparent coefficients and, poultry feathers hydrolyzed and blood meal low apparent coefficients for Nile tilapia.

Key Words: digestibility, feedstuffs, Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*

### Introdução

As espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo essa variação quantificada através da determinação dos coeficientes de digestibilidade (Andrigueto et al., 1982). Esses autores afirmaram que a digestibilidade de uma ração é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contidos na mesma.

De acordo com Cho (1987), a determinação da digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima, é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão numa ração para peixes. Os primeiros estudos acerca da determinação dos coefi-

cientes de digestibilidade dos alimentos pelos peixes, segundo Hopher (1988), foram realizados por Homburger em 1877.

O conhecimento da digestibilidade dos subprodutos da agroindústria tem viabilizado a utilização de uma série de ingredientes em rações completas para peixes. Entre vários estudos de digestibilidade aparente, com espécies de peixes tropicais, destacam-se os realizados por Barros et al. (1988), Cyrino et al. (1986), Degani et al. (1997), Fernandes et al. (1998), Khan (1994), Pezzato et al. (1988), Stech & Carneiro (1998), Tackeuchi et al. (1994) e Watanabe et al. (1996).

Esses estudos demonstram que ingredientes com semelhantes composições químicas podem apresen-

<sup>1</sup> Professores do Dep. de Melhor. e Nutr. Animal – UNESP – Botucatu – SP – CEP: 18600-000 – CP: 560. E.mail: epezzato@fca.unesp.br

<sup>2</sup> Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia – FMVZ – UNESP, Botucatu.

<sup>3</sup> Aluno de Pós-Graduação em Aquicultura – CAUNESP – UNESP, Jaboticabal.

tar diferentes coeficientes de digestibilidade. Tais resultados devem ser considerados quando da formulação das rações, a exemplo das demais espécies de monogástricos.

Para as espécies tropicais, poucas são as informações dos valores digestíveis da proteína e da energia da maioria dos ingredientes nacionais. Somente a partir de rações com altos coeficientes de digestibilidade, será possível obterem-se melhores respostas de conversão alimentar, maximizar os lucros e, principalmente, minimizar o impacto ambiental que alguns desses ingredientes podem proporcionar.

Nesse sentido, esse estudo teve por objetivo determinar os coeficientes de digestibilidade de alguns produtos e subprodutos comumente utilizados pelas indústrias que confeccionam rações para peixes tropicais no Brasil.

### Material e Métodos

O estudo foi realizado de janeiro a setembro de 1999, na FMVZ - UNESP - Laboratório de Pesquisa em Nutrição de Organismos Aquáticos, Campus de Botucatu, unidade integrada ao Centro de Aquicultura da UNESP.

Avaliaram-se 17 ingredientes, divididos em três grupos: a) energéticos: milho, amido de milho, milho extrusado, farelo de trigo, farelo de arroz, sorgo e germe de milho; b) protéicos-vegetal: farelo de soja, glúten 21, glúten 60, farelo de canola e farelo de algodão e c) protéicos-animal: farinha de peixe, farinha de carne, farinha de vísceras de aves, farinha de sangue e farinha de penas. Esses foram moídos de forma a apresentarem-se com diâmetro de 0,42 mm (mash 40) e analisados no Laboratório de Análises Bromatológicas da FMVZ - UNESP, Botucatu (Tabela 1).

Confeccionaram-se 18 rações, uma basal purificada, e as demais, contendo os ingredientes em estudo. Elas foram marcadas com 0,10% de óxido de cromo III, seguindo-se metodologia proposta por Lovell (1988) (Tabelas 2, 3 e 4). Todos os ingredientes foram homogeneizados e as rações peletizadas (diâmetro de 2,4 mm), desidratadas em estufa de circulação forçada a 55°C por 24 horas e armazenadas a -20°C.

Para determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta, utilizaram-se cinco aquários de alimentação, de formato circular e

capacidade de 250 litros e cinco aquários de coleta de fezes por gravidade, de formato cônico com capacidade de 300 litros, todos confeccionados em fibra de vidro. Os peixes, 100 juvenis com peso médio de 100±10 g, foram alojados em cinco tanques-rede de formato circular, confeccionados com tela plástica (malha de 1,5 cm entre nós). Eles foram utilizados para abrigar os peixes e facilitar o manejo de alimentação e coleta de fezes, sem estressá-los, conforme metodologia adotada nesse laboratório.

Os peixes foram mantidos, durante o dia, nos aquários de alimentação, onde receberam oito refeições diárias, à vontade, das 8 às 17h30. Após esse período, foram transferidos para os aquários de coleta de fezes e permaneceram até a manhã do dia subsequente. Finalizado cada período de alimentação e coleta das fezes efetuou-se limpeza dos aquários, preparando-os para nova coleta (repetição).

O coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes foi calculado com base no teor de óxido de cromo do nutriente da ração e das fezes, segundo o método de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente, conforme as fórmulas abaixo apresentadas:

$$Da_{(n)} = 100 - \left[ 100 \left( \frac{\%Cr_2O_{3r}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \times \left( \frac{\%N_r}{\%N_f} \right) \right]$$

em que: Da(n) = digestibilidade aparente; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>r = % de óxido de cromo na ração; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>f = % de óxido de cromo nas fezes; N<sub>r</sub> = nutrientes na ração; N<sub>f</sub> = nutriente nas fezes.

$$CDa_{(ing)} = \frac{CD_{(rt)} - b \cdot CD_{(rb)}}{a}$$

em que: CDA(ing) = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente; CD(rt) = coeficiente de digestibilidade aparente da ração com o ingrediente teste; CD(rb) = coeficiente de digestibilidade aparente da ração basal; b = porcentagem da ração basal; a = porcentagem do ingrediente teste.

### Resultados e Discussão

A água dos aquários foi mantida a temperatura média de 26,00±0,50°C; pH 6,00±0,53; oxigênio dissolvido 6,20±0,50 mg/L e amônia 0,04±0,01 mg/L, fatores esses, dentro da faixa de conforto para a espécie.

#### *Ingredientes energéticos*

As médias de digestibilidade aparente (%) das frações matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) e, a energia digestível (kcal ED/kg)

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas rações experimentais. Valores expressos em 100% da matéria seca

Table 1 - Chemical composition of the ingredients used in the experimental diets. Values expressed in 100% of the dry matter

Ingrediente <i>Ingredient</i>	MS <sup>(1)</sup>	PB <sup>(2)</sup>	EE <sup>(3)</sup>	MM <sup>(4)</sup>	EB <sup>(5)</sup> (kcal/kg)
<b>Fonte energética</b> <i>Energy source</i>					
Milho <i>Corn</i>	87,50	8,51	3,28	1,85	3950
Amido de milho <i>Corn starch</i>	89,70	0,55	0,18	0,13	3630
Milho extrusado <i>Extruded corn</i>	88,07	8,98	8,18	4,25	3962
Farelo de trigo <i>Wheat meal</i>	88,70	15,30	3,80	5,33	4023
Farelo de arroz <i>Rice meal</i>	89,00	8,50	1,10	1,14	3918
Sorgo <i>Sorghum</i>	87,11	9,30	2,81	1,52	3940
Germe de milho <i>Corn germe</i>	89,10	10,18	1,01	5,51	4924
<b>Protéico - vegetal</b> <i>Vegetable protein</i>					
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	88,60	45,62	0,79	6,01	4187
Glúten 21 <i>Corn gluten meal 21%</i>	89,50	21,00	1,00	8,00	4780
Glúten 60 <i>Corn gluten meal 60%</i>	90,00	60,10	1,04	1,82	5006
Farelo de canola <i>Canola meal</i>	91,20	37,80	2,51	6,74	4121
Farelo de algodão <i>Cotton meal</i>	88,91	30,88	2,40	5,17	4139
<b>Protéico - animal</b> <i>Animal protein</i>					
Farinha de peixe <i>Fish meal</i>	91,80	57,60	6,07	20,50	4344
Farinha de carne <i>Meat meal</i>	92,00	45,00	8,60	37,10	4102
Farinha de vísceras de aves <i>Poultry by-product meal</i>	93,00	59,70	13,60	14,50	5090
Farinha de sangue <i>Blood meal</i>	93,33	81,84	3,06	3,73	4920
Farinha de penas <i>Poultry feather meal</i>	93,00	83,30	5,40	2,90	5200

<sup>1</sup> MS = matéria seca (*dry matter*).<sup>2</sup> PB = proteína bruta (*crude protein*).<sup>3</sup> EE = extrato etéreo (*crude fat*).<sup>4</sup> MM = matéria mineral (*ash*);<sup>5</sup> EB = energia bruta (*crude energy*).

Tabela 2 - Composição percentual das rações experimentais – Ingredientes energéticos. Valores expressos em 100% da matéria seca

Table 2 - Proximate composition of the experimental diets – energy ingredients. Values expressed in the 100% of the dry matter

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Ração <i>Diet</i>							
	Rpu <sup>(1)</sup>	Mil <sup>(2)</sup>	Ami <sup>(3)</sup>	Mex <sup>(4)</sup>	Tri <sup>(5)</sup>	Arr <sup>(6)</sup>	Sor <sup>(7)</sup>	Ger <sup>(8)</sup>
Albumina <i>Albumin</i>	33,59	10,10	10,10	10,10	17,72	10,10	10,10	10,10
Gelatina <i>Gelatin</i>	20,00	6,00	6,00	6,00	10,53	6,00	6,00	6,00
Dextrose <i>Dextrin</i>	33,95	11,81	11,81	11,81	20,73	11,81	11,81	11,81
a - celulose <i>a - cellulose</i>	5,40	4,27	5,35	3,71	-	5,05	3,83	2,11
Antioxidante (BHT) <i>Antioxidant (BHT)</i>	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	2,70	0,81	0,81	0,81	1,42	0,81	0,81	0,81
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	3,74	1,12	1,12	1,12	1,97	1,12	1,12	1,12
Supl. vit. e min. <sup>(9)</sup> <i>Vit. min. supplement</i>	0,50	0,15	0,15	0,15	0,26	0,15	0,15	0,15
Óxido de cromo III <i>Cromio oxide III</i>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Milho <sup>(2)</sup> <i>Corn</i>	-	65,63	-	-	-	-	-	-
Amido de milho <sup>(3)</sup> <i>Corn starch</i>	-	-	64,55	-	-	-	-	-
Milho extrusado <sup>(4)</sup> <i>Extruded corn</i>	-	-	-	66,19	-	-	-	-
Farelo de trigo <sup>(5)</sup> <i>Wheat meal</i>	-	-	-	-	47,26	-	-	-
Farelo de arroz <sup>(6)</sup> <i>Rice meal</i>	-	-	-	-	-	64,85	-	-
Sorgo <sup>(7)</sup> <i>Sorghum</i>	-	-	-	-	-	-	66,07	-
Germe de milho <sup>(8)</sup> <i>Corn germe</i>	-	-	-	-	-	-	-	67,79
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

<sup>1</sup> Ração purificada (*diet purified*).<sup>9</sup> Suplemento vitamínico e mineral (*Min. and vit. supplement*) (*Supremais*): vitA 1200000 UI; vitD<sub>3</sub> 200000 UI; vitE 12000 mg; vitK<sub>3</sub> 2400 mg; vitB<sub>1</sub> 4800 mg; vitB<sub>2</sub> 4800 mg; vitB<sub>6</sub> 48000 mg; B<sub>12</sub> 4800 mg; ác. fólico (*folic acid*) 1200 mg; ác. pantotênico (*panthotenic acid*) 12000 mg; vitC 48 mg; biotina (*biotin*) 48 mg; colina (*cholin*) 65 mg; niacina (*niacin*) 24000 mg; Fe 10000 mg; Cu 600 mg; Mn 4000 mg; Zn 6000 mg; I 20 mg; Co 2 mg e Se 20 mg.

dos ingredientes energéticos, são apresentados na Tabela 5. Pode-se verificar, que as melhores médias de coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) para a fração MS, foram apresentadas pelo milho extrusado (69,87%) e pelo farelos de trigo (66,05%) e de arroz (59,29%). O CDA obtido nesse estudo pelo farelo de arroz revelou-se menor que os apresentados para tilápia do Nilo, por Barros et al. (1988), e para o bagre tropical (*Mistus nemorus*), por Khan (1994). Esses autores obtiveram coeficientes de digestibilidade de 88,90 e 85,80%, respectivamente.

Ressalta-se que, entre os ingredientes energéticos, o sorgo apresentou o menor CDA para a MS (23,44%).

Constata-se que o milho (52,52%), o germe de milho (54,54%) e o amido de milho (48,66%), apresentaram semelhantes CDA da MS. O coeficiente apresentado pelo amido foi maior que o obtido por Hopher (1988), com *Salvelinos fontinalis*, e Bergot e Bregue (1983), com *Salmo gairdneri*, que encontraram CDA de 38,00%. Entretanto, o CDA apresentado pelo milho, foi semelhante (49,00%) ao obtido por Khan (1994) com o bagre tropical (*Mistus*

Tabela 3 - Composição percentual das rações experimentais – Ingredientes protéicos de origem vegetal. Valores expressos em 100% da matéria seca

Table 3 - Proximate composition of the experimental diets – protein ingredients of vegetable source. Values expressed in the 100% of the dry matter

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Ração <i>Diet</i>					
	Rpu <sup>(1)</sup>	Soj <sup>(2)</sup>	Glu <sup>(3)</sup>	Pro <sup>(4)</sup>	Can <sup>(5)</sup>	Alg <sup>(6)</sup>
Albumina <i>Albumin</i>	33,59	10,10	16,80	10,10	14,50	18,74
Gelatina <i>Gelatin</i>	20,00	6,00	9,98	6,00	8,62	11,13
Dextrose <i>Dextrin</i>	33,95	11,81	16,64	11,81	19,96	21,91
a - celulose <i>a - cellulose</i>	5,40	1,06	-	3,24	-	-
Antioxidante (BHT) <i>Antioxidant (BHT)</i>	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	2,70	0,81	1,35	0,81	1,16	1,50
Fosfato bicálcico <i>Dicacium phosphate</i>	3,74	1,12	1,87	1,12	1,61	2,08
Suplem. vit. e min. <sup>(9)</sup> <i>Vit. min. supplement</i>	0,50	0,15	0,25	0,15	0,22	0,28
Óxido de crômio III <i>Cromio oxide III</i>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Farelo de soja <sup>(2)</sup> <i>Soybean meal</i>	-	68,84	-	-	-	-
Glúten 21 <sup>(3)</sup> <i>Corn gluten meal 21</i>	-	-	50,00	-	-	-
Glúten 60 <sup>(4)</sup> <i>Corn gluten meal 60</i>	-	-	-	66,66	-	-
Farelo de canola <sup>(5)</sup> <i>Canola meal</i>	-	-	-	-	56,82	-
Farelo de algodão <sup>(6)</sup> <i>Cotton meal</i>	-	-	-	-	-	44,25
Total	100	100	100	100	100	100

<sup>1</sup> Ração purificada (*diet purified*).<sup>9</sup> Suplemento vitamínico e mineral (*Min. and vit. supplement*) (Supremais): vitA 1200000 UI; vitD<sub>3</sub> 200000 UI; vitE 12000 mg; vitK<sub>3</sub> 2400 mg; vitB<sub>1</sub> 4800 mg; vitB<sub>2</sub> 4800 mg; vitB<sub>6</sub> 48000 mg; B<sub>12</sub> 4800 mg; ác. fólico (*folic acid*) 1200 mg; ác. pantotênico (*panthotenic acid*) 12000 mg; vitC 48 mg; biotina (*biotin*) 48 mg; colina (*cholin*) 65 mg; niacina (*niacin*) 24000 mg; Fe 10000 mg; Cu 600 mg; Mn 4000 mg; Zn 6000 mg; I 20 mg; Co 2 mg e Se 20 mg.

*nemorus*) e menor que os 90,00% encontrados com a carpa comum (*Cyprinus carpio*) por Kirchgessner et al. (1986) e por Barros et al. (1988) com a tilápia do Nilo (86,90%).

Com sentido de melhor visualizar esses resultados, o milho foi escolhido como ingrediente padrão desse grupo. Ao se empregar o índice relativo de comparação (IRC) e de se conceder o índice 100% ao CDA, verificou-se que o milho extrusado e os farelos de trigo e de arroz apresentaram CDA superiores ao do milho em 33,03; 25,76 e 12,89%, respectivamente. Ressalta-se que o CDA da MS do sorgo foi 2,24 vezes inferior ao CDA do milho.

Verifica-se (Tabela 5) que os ingredientes energéticos, exceto o sorgo (67,83%), apresentaram semelhantes CDA para a fração proteína bruta (PB). As diferenças foram pequenas entre o milho (91,66%), amido de milho (91,99%), farelos de trigo (91,13%), de arroz (94,86%), germe de milho (86,77%) e o milho extrusado (89,62%). Esses CDA mostraram-se semelhantes aos encontrados com o milho (97,90%) por Takeuchi et al. (1994) com a tilápia híbrida (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) e por Hernández et al. (1997) com a carpa comum (93,30%). Resultado semelhante foi apresentado pelo farelo de arroz (95,20%) com a tilápia do Nilo por

Tabela 4 - Composição percentual das rações experimentais – Ingredientes protéicos de origem animal. Valores expressos em 100% da matéria seca

Table 4 - Proximate composition of the experimental diets – protein ingredients of animal source. Values expressed in the 100% of the dry matter

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Ração <i>Diet</i>					
	Rpu <sup>(1)</sup>	Soj <sup>(2)</sup>	Glu <sup>(3)</sup>	Pro <sup>(4)</sup>	Can <sup>(5)</sup>	Alg <sup>(6)</sup>
Albumina <i>Albumin</i>	33,59	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10
Gelatina <i>Gelatin</i>	20,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Dextrose <i>Dextrin</i>	33,95	11,81	11,81	11,81	11,81	11,81
a - celulose <i>a - cellulose</i>	5,40	4,84	3,61	3,90	5,35	4,55
Antioxidante (BHT) <i>Antioxidant (BHT)</i>	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	2,70	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Fosfato bicálcico <i>Dicacium phosphate</i>	3,74	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
Suplemento Vit. e min. <sup>(9)</sup> <i>Vit. Min. Supplement</i>	0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Óxido de crômio III <i>Cromio oxide III</i>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Farinha de peixe <sup>(2)</sup> <i>Fish meal</i>	-	65,06	-	-	-	-
Farinha de carne <sup>(3)</sup> <i>Meat meal</i>	-	-	66,29	-	-	-
Far. de vísceras de aves <sup>(4)</sup> <i>Poultry by product meal</i>	-	-	-	66,00	-	-
Farinha de sangue <sup>(5)</sup> <i>Blood meal</i>	-	-	-	-	64,55	-
Farinha de penas <sup>(6)</sup> <i>Poultry feather meal</i>	-	-	-	-	-	65,35
Total	100	100	100	100	100	100

<sup>1</sup> Ração purificada (*diet purified*).<sup>9</sup> Suplemento vitamínico e mineral (*Min. and vit. supplement*) (Supremais): vitA 1200000 UI; vitD<sub>3</sub> 200000 UI; vitE 12000 mg; vitK<sub>3</sub> 2400 mg; vitB<sub>1</sub> 4800 mg; vitB<sub>2</sub> 4800 mg; vitB<sub>6</sub> 48000 mg; B<sub>12</sub> 4800 mg; ác. fólico (*folic acid*) 1200 mg; ác. pantotênico (*panthotenic acid*) 12000 mg; vitC 48 mg; biotina (*biotin*) 48 mg; colina (*cholin*) 65 mg; niacina (*niacin*) 24000 mg; Fe 10000 mg; Cu 600 mg; Mn 4000 mg; Zn 6000 mg; I 20 mg; Co 2 mg e Se 20 mg.

BARROS et al. (1988), e com o farelo de trigo (93,70%) por Henrichfreise & Pfeffer (1992) com a carpa comum.

Esses coeficientes foram superiores que os (30,00%) encontrados com o bagre africano (*Clarias gariepinus*) para o milho, por Clay (1981) e Khan (1994) com o bagre tropical (*Mistus nemorus*) (51,90%). Foram ainda, maiores para o farelo de arroz, que os encontrados por Khan (1994) (81,00%) com o bagre tropical (*Mistus nemorus*) e Watanabe et al. (1996) com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), ao encontrarem CDA de 88,30%. Entretanto, foram inferiores aos do milho extrusado com a

carpa comum (*Cyprinus carpio*) (96,7%), apresentado por Hernández et al. (1997) e, com o germe de milho (95,50%) por Watanabe et al. (1996) com a tilápia do Nilo. Atribuindo-se o índice 100% ao CDA da PB do milho (alimento energético padrão), constata-se que o sorgo mostrou-se 25,99% inferior.

Quanto à fração extrato etéreo (EE), constata-se que o melhor CDA foi obtido pelo milho extrusado (81,24%). Esse coeficiente foi inferior ao obtido com a tilápia híbrida (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) por Takeuchi et al. (1994), quando obtiveram um CDA de 97,10%. Os ingredientes germe de milho, milho e o farelo de trigo, apresen-

taram semelhantes CDA, respectivamente, de 74,90; 69,02; e 67,37%. O coeficiente apresentado pelo milho foi inferior ao da carpa capim (87,70%) apresentado por Takeuchi et al. (1994) e superior ao encontrado com a carpa comum (59,80%) obtido por Hernández et al. (1997).

Por outro lado, os menores CDA foram proporcionados pelo sorgo (38,61%), farelo de arroz (57,47%) e pelo amido de milho (58,80%). O CDA do farelo de arroz mostrou-se menor que o apresentado por Barros et al. (1988), que obtiveram 93,60% com essa mesma espécie. Atribuindo-se índice 100% (IRC) ao CDA do extrato etéreo foram superiores ao padrão, respectivamente, em 17,70 e 8,52%. Por meio desse índice, o sorgo mostrou CDA inferior ao milho em 44,66%.

Os valores de energia digestível (ED) revelaram que o amido de milho (2515 kcal/kg) apresentou-se semelhante ao milho (2429 kcal/kg), ao passo que, o germe de milho (2153 kcal/kg) foi inferior a esse padrão. O valor de ED do milho revelou-se inferior ao obtido com a carpa comum (3065 kcal/kg) por Hernández et al. (1997) e, semelhante ao apresentado por Khan (1994) em estudo com o bagre tropical (*Mistus nemorus*), 3091 kcal/kg.

Os demais ingredientes mostraram valores superiores de ED. Destaca-se neste grupo como os mais energéticos, o farelo de arroz (3577 kcal/kg), milho (3316 kcal/kg) e o farelo de trigo (3126 kcal/kg). O milho extrusado apresentou ED inferior ao obtido com o bagre tropical (*Mistus nemorus*), de 3428 kcal/kg, segundo Khan (1994). O mesmo ocorreu com o farelo de arroz (3091 kcal/kg) em estudo de Takeuchi et al. (1994) com a tilápia híbrida (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). Atribuindo-se 100% (IRC) à ED do milho, nota-se que o germe de milho foi 11,36% inferior. Por outro lado, o farelo de arroz, milho extrusado e o farelo de trigo, mostraram índices superiores ao milho em 47,26; 36,51; e 28,69%, respectivamente.

#### *Ingredientes protéicos vegetal*

Os valores médios dos CDA (coeficientes de digestibilidade aparente) das frações matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e a energia digestível (kcal ED/kg) dos ingredientes protéicos vegetal, estão demonstrados na Tabela 5. Nesse grupo, o farelo de soja foi escolhido como padrão, ao qual se atribuiu o índice 100% (IRC) a cada fração estudada.

Para a MS, observa-se que o farelo de canola (66,38%) apresentou nível semelhante ao farelo de soja (71,04%). O CDA do farelo de soja foi inferior ao obtido por Pezzato et al. (1988) e Barros et al. (1988) em estudo com tilápia do Nilo. Na ocasião obtiveram para a MS 95,50% e 84,80%, respectivamente. Apenas o glúten 60 (91,96%) foi superior ao ingrediente padrão do grupo protéico vegetal. Pelo IRC, o glúten 60 teve um CDA para a MS, 29,45% superior ao do farelo de soja. Os CDA do glúten 21 (48,84%) e do farelo de algodão (53,11%), foram, pelo IRC, menores que o do farelo de soja, respectivamente em 29,45 e 25,24%.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da fração PB, nesse grupo, foram de 91,56% para o farelo de soja, 89,88% para o glúten 21, 95,96% para o glúten 60 e, 87,00% para o farelo de canola. O CDA do farelo de soja foi maior que o exibido por CLAY (1981), quando avaliou esse farelo com alevinos de bagre Africano (*Clarias gariepinus*) e obteve um coeficiente de 84,30%; ao de Degani et al. (1997), que encontraram 69,80% com a carpa comum e, ao apresentado por Fernandes et al. (1998), que encontraram com o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), 79,20%. Entretanto, foi semelhante (82,80 a 95,20%) ao obtido com pacus jovens, por Stech & Carneiro (1998), e ao apresentado pela tilápia do Nilo por Hanley (1987), de 91,00%. O CDA apresentado pelo glúten 21 foi similar (89,88%) ao encontrado por Sugiura et al. (1998) com truta arco-íris.

Esses coeficientes apresentaram-se semelhantes, exceto para o farelo de algodão (74,87%). Atribuindo-se o IRC, observa-se que em relação ao farelo de soja (100%), os CDA do glúten 21 e do farelo de canola foram inferiores em apenas 1,83 e 4,98%, respectivamente. Embora o glúten 60 tenha apresentado um CDA de apenas 4,80% superior ao farelo de soja, o farelo de algodão foi inferior em 18,23%.

Os CDA da fração EE (Tabela 5), revelam que o glúten 60 (90,73%) foi semelhante ao do farelo de soja (82,67%). Nota-se que apenas o glúten 21 (73,96%) foi inferior ao farelo de soja, enquanto os demais apresentam CDA superiores. Destacam-se os farelos de algodão (99,39%) e de canola (98,34%). Os coeficientes encontrados para os farelos de soja e de algodão foram superiores ao apresentado por Pezzato et al. (1988) com essa mesma espécie, para esses subprodutos (entre 5,90 e 19,50%). Por meio do IRC, observa-se para a fração EE, que o glúten 21

Tabela 5 - Digestibilidade aparente de ingredientes energéticos, protéicos de origem vegetal e protéico de origem animal, para a tilápia do Nilo. Valores expressos em 100% da matéria seca.

Table 5 - Apparent digestibility of energy ingredients, vegetable and animal protein source for Nile tilapia. Values expressed in the 100% of the dry matter

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Digestibilidade (%) <i>Digestibility</i>			ED <sub>a</sub> <sup>(4)</sup> (kcal/kg)
	MS <sup>(1)</sup>	PB <sup>(2)</sup>	EE <sup>(3)</sup>	
<b>Fontes energéticas</b> <i>Energy sources</i>				
Milho <i>Corn</i>	52,52±0,09	91,66±0,05	69,02±0,03	3316
Amido de milho <i>Corn starch</i>	48,66±0,08	91,99±0,03	58,80±0,07	2515
Milho extrusado <i>Extruded corn</i>	69,87±0,18	89,62±0,07	81,24±0,14	2429
Farelo de trigo <i>Wheat meal</i>	66,05±0,07	91,13±0,19	67,37±0,11	3126
Farelo de arroz <i>Rice meal</i>	59,29±0,14	94,86±0,27	57,47±0,17	3577
Sorgo <i>Sorghum</i>	23,44±0,20	67,83±0,14	38,61±0,20	2779
Germe de milho <i>Corn germe</i>	54,54±0,12	86,77±0,04	74,90±0,10	2153
<b>Protéicos – vegetal</b> <i>Vegetable protein</i>				
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	71,04±0,20	91,56±0,32	82,67±0,12	3064
Glúten 21 <i>Corn gluten meal 21%</i>	48,84±0,15	89,88±0,08	73,96±0,13	3193
Glúten 60 <i>Corn gluten meal 60%</i>	91,96±0,17	95,96±0,23	90,73±0,09	3564
Farelo de canola <i>Canola meal</i>	66,38±0,13	87,00±0,09	98,34±0,12	3074
Farelo de algodão <i>Cotton meal</i>	53,11±0,15	74,87±0,19	99,39±0,20	2111
<b>Protéicos – animal</b> <i>Animal protein</i>				
Farinha de peixe <i>Fish meal</i>	57,46±0,11	78,55±0,18	80,12±0,04	3138
Farinha de carne <i>Meat meal</i>	46,97±0,17	73,19±0,25	77,46±0,30	3091
Farinha de vísceras de aves <i>Poultry by-product meal</i>	73,87±0,10	87,24±0,32	95,10±0,30	3543
Farinha de sangue <i>Blood meal</i>	53,30±0,13	50,69±0,27	89,36±0,16	3093
Farinha de penas <i>Poultry feather meal</i>	37,39±0,16	29,12±0,08	70,16±0,28	3544

(1) MS = matéria seca (*dry matter*).(2) PB = proteína bruta (*crude protein*).(3) EE = extrato etéreo (*crude fat*).(4) ED<sub>a</sub> = energia digestível aparente (*apparent digestible energy*).

apresentou CDA 10,53% inferior ao do farelo de soja. Por outro lado, destacam-se os resultados médios dos farelos de algodão e de canola, que foram superiores em 20,22 e 18,95%, respectivamente.

Os valores de ED aparente (Tabela 5), demonstram que o glúten 21 e os farelos de soja e de canola, apresentaram-se semelhantes, 3193, 3064 e 3074 kcal/kg,

respectivamente. Dentre os ingredientes protéico vegetal, destaca-se o glúten 60 (3564 kcal/kg), ligeiramente superior ao apresentado pelo farelo de soja. Contrariamente, o farelo de algodão (2111 kcal/kg) apresentou-se inferior ao ingrediente padrão. A ED do farelo de soja foi maior que a encontrada (2336 kcal/kg), com essa mesma espécie por Hanley (1987) e Khan



(1994), 2828 kcal/kg, com o bagre tropical (*Mistus nemorus*). Por outro lado, mostra-se semelhante a Degani et al. (1997), que realizaram estudo com a carpa comum e obtiveram 3116 kcal/kg.

Por meio do IRC, observa-se que o glúten 21 e o farelo de canola foram superiores ao padrão, em apenas 4,21 e 0,32%, respectivamente. Entretanto, o glúten 60 apresentou-se 16,32% superior ao do farelo de soja, ao passo que o farelo de algodão, mostrou-se inferior ao padrão desses ingredientes em 31,10%.

#### *Ingredientes protéico animais*

Os valores de CDA e de ED, dos ingredientes protéico animal, apresentam-se na Tabela 5. Desse grupo, elegeu-se a farinha de peixe como padrão, à qual se atribuiu índice 100% (IRC).

O coeficiente (51,46%) apresentado para a MS pela farinha de peixe mostrou-se inferior ao encontrado por Khan (1994), com o bagre tropical (*Mistus nemorus*) (97,00%). Observou-se que a farinha de vísceras de aves apresentou melhor CDA (73,87%). Dentre esses ingredientes, apenas a farinha de sangue (53,30%) apresentou-se semelhante à farinha de peixe. Contudo, as farinhas de carne e de penas mostraram índices inferiores ao padrão, com CDA de 46,97 e 37,39%, respectivamente. Através do IRC, constata-se que o CDA da farinha de sangue foi apenas 7,24% inferior à de peixe e a farinha de vísceras de aves, 28,56% melhor. O CDA encontrado para a farinha de vísceras de aves foi maior que o apresentado por Khan (1994), ao obter apenas 29,00% com o bagre tropical. Contrariamente, a farinha de carne e a farinha de penas, revelaram-se inferiores ao padrão em 18,25 e 34,93%, respectivamente.

Para a fração PB, a farinha de carne (73,19%) e a farinha de peixe (78,55%), apresentaram semelhantes coeficientes de digestibilidade aparente. Eles se revelaram inferiores ao encontrado por Khan (1994), com o bagre tropical, para a farinha de peixe (86,00%), e ao encontrado com o matrinxã, 94,40%, por Cyrino et al. (1986).

Nesse grupo, apenas a farinha de vísceras de aves apresentou um CDA (87,24%), para a fração PB, melhor que o padrão (farinha de peixe). Os piores CDA foram apresentados pela farinha de sangue (50,69%) e pela farinha de penas (29,12%). O CDA da farinha de vísceras de aves foi mais elevado que o encontrado por Hanley (1987) com a tilápia do Nilo

(75,00%) e por Degani et al. (1997) com a carpa comum, 47,00%. Por outro lado, mostra-se inferior ao encontrado com a truta arco-íris, por Sugiura et al. (1998), de 79,70%.

Por meio do IRC, verifica-se que o CDA da farinha de carne foi apenas 6,82% inferior à farinha de peixe. No entanto, a farinha de vísceras de aves, se mostrou 11,06% superior ao do ingrediente padrão, sendo que as farinhas de sangue e a de penas, foram inferiores em 35,46% e 2,69 vezes, respectivamente.

Quanto aos CDA da fração EE (Tabela 5), observa-se que a farinha de carne (77,46%) apresenta-se semelhante à farinha de peixe (80,12%). Por outro lado, a farinha de penas apresentou o pior CDA (70,16%). Dentro desse grupo, as farinhas de vísceras de aves (95,10%) e a de sangue (89,36%) apresentaram melhores CDA. Quando comparados pelo IRC, 100% para o CDA do EE da farinha de peixe, pode-se verificar que a farinha de carne foi apenas 3,32% inferior. O menor CDA foi apresentado pela farinha de penas, 12,43% inferior ao da farinha de peixe. Entretanto, destacam-se as farinhas de vísceras de aves e a de sangue, com valores superiores ao padrão, respectivamente, em 18,69 e 11,53%.

Os valores de energia digestível (Tabela 5) foram semelhantes para as farinhas de peixe (3138 kcal/kg), carne (3091 kcal/kg) e sangue (3093 kcal/kg). A ED da farinha de peixe mostrou-se inferior à apresentada com a tilápia do Nilo (3475 kcal/kg) por Hanley (1987) e Khan (1994) com o bagre tropical (*Mistus nemorus*), 3379 kcal/kg.

A ED das farinhas de penas (3544 kcal/kg) e a de vísceras de aves (3543 kcal/kg), foram semelhantes e melhores que a farinha de peixe. A ED da farinha de vísceras, nesse estudo, mostrou-se inferior a encontrada por Degani et al. (1997) com a carpa comum (3252 kcal/kg). Entretanto, foi superior ao apresentado por Khan (1994) com o bagre tropical (*Mistus nemorus*), 2647 kcal/kg. Por meio do IRC, verifica-se que as farinhas de carne e de sangue, revelaram-se inferiores ao padrão desse grupo em apenas 1,49 e 1,43%, respectivamente. Por outro lado, os valores de ED das farinhas de penas e de vísceras de aves, foram melhores que a farinha de peixe em 12,94 e 12,90%, respectivamente.

## Conclusões

Entre os ingredientes classificados como energéticos, o milho, o milho extrusado, o farelo de trigo e o farelo de arroz apresentaram melhores coeficientes de digestibilidade aparente.

Dos classificados como protéicos vegetal, o glúten 60, o farelo de soja e o glúten 21, seguidos do farelo de canola apresentaram melhores coeficientes de digestibilidade aparente.

Entre os classificados como protéicos animal, a farinha de vísceras de aves, seguida da farinha de peixes apresentaram, destacadamente, melhor coeficiente de digestibilidade aparente. Porém, os piores resultados foram proporcionados pela farinha de penas e pela farinha de sangue.

## Agradecimento

À indústria Supre Mais Produtos Bioquímicos Ltda, pelo apoio científico.

## Literatura Citada

- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**. Paraná: Nobel, 1982. v.1. 395p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: 1984. 1015p.
- BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; SILVEIRA, A.C. et al. Digestibilidade aparente de fontes energéticas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO, 5., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 6., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1988, p.433-437.
- BERGOT, F.; BREQUE, J. Digestibility of starch by rainbow trout: effects of the physical state of starch and of the intake level. **Aquaculture**, v.34, p.203-212, 1983.
- CHO, C.H. La energía en la nutrición de los peces. In: **Nutrición en acuicultura II**. Madrid-España: J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta, 1987. p.197-237.
- CLAY, D. Utilization of plant materials by juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*) and its importance in fish culture. **Journal Limnology Society South African**, v.7, n.2, p.47-56, 1981.
- CYRINO, J.E.P.; CASTAGNOLLI, N.; PEREIRA FILHO, M. Digestibilidade da proteína de origem animal e vegetal pelo matrinxã (*Brycon cephalus*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 6., 1986, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: ABRAq, 1986. p.49-62.
- DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, M. Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp (*Cyprinus carpio*). **Aquaculture Research**, v.28, p.23-28, 1997.
- FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.R. et al. Fontes e níveis de proteína bruta para alevinos e juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: AQUICULTURA BRASIL'98, 10., Recife. **Anais...** Recife: ABRAq, 1998. p.10.
- GRANER, C.A.F. **Determinação do cromo pelo método colorimétrico da s-difenilcarbazida**. Botucatu: Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, 1972. 102p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, 1972.
- HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs and effects of feeding selectivity and digestibility determinations in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.66, p.163-179, 1987.
- HENRICHFREISE, B.; PFEFFER, E. Wheat and wheat starch as potential sources of digestible energy for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Journal Animal Physiology**, v.67, p.143-147, 1992.
- HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 386p.
- HERNÁNDEZ, M.; TAKEUCHI, T.T.; WATANABE, T. Effect of gelatinized corn meal as a carbohydrate source on growth performance, intestinal evacuation, and starch digestion in common carp. **Fisheries Science**, v.60, n.5, p.579-582, 1997.
- KHAN, M.S. Apparent digestibility coefficients for common feed ingredients in formulated diets for tropical catfish (*Mystus nemorus*). **Aquaculture Fisheries Management**, v.25, n.2, p.167-174, 1994.
- KIRCHGESSNER, M.; KÜRZINGER, H.; SCHWARTZ, F.J. Digestibility of crude nutrients in different feeds and estimation of their energy content for carp (*Cyprinus carpio*). **Aquaculture**, v.58, p.185-194, 1986.
- LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. London: Academic Press, 1988. 267p.
- PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C.; SILVEIRA, A.C. et al. Digestibilidade aparente de fontes protéicas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5., 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1988. p.373-378.
- STECH, M.R.; CARNEIRO, D.J. Utilização do farelo de soja e da soja integral na alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). III Digestibilidade da fração protéica. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 10., 1988, Recife. **Anais...** Recife: ABRAq, 1998. p.16.
- 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, p.177-202, 1998.
- TAKEUCHI, T.T.; HERNÁNDEZ, M.; WATANABE, T. Nutritive value of gelatinized corn meal a carbohydrate source to glass carp and hybrid tilapia. **Fisheries Science**, v.60, n.5, p.573-577, 1994.
- WATANABE, T.; TAKEUCHI, T.T.; SATOH, S. et al. Digestive crude protein contents in various feedstuffs determined with four freshwater fish species. **Fisheries Science**, v.62, n.2, p.278-282, 1996.

Recebido em: 20/06/01

Aceito em: 11/12/01