

**DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS  
DAS PROTEÍNAS DA LEVEDURA DE ALCOOL (*Saccharomyces cerevisiae*)  
SECA E DA FARINHA DE PEIXE COMO INGREDIENTES  
PARA RAÇÕES DE PEIXES DE ÁGUA DOCE<sup>1</sup>**

Delma Machado Cantisaní Pádua<sup>2</sup>, Elisabeth Criscuolo Urbinati<sup>3</sup>, Dalton José Carneiro<sup>4</sup>, João Teodoro Pádua<sup>5</sup> e Paulo César Silva<sup>5</sup>

**ABSTRACT**

Determination of Amino Acids Composition in Molasses Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and Fish Meal Protein as Ingredients for Freshwater Fish Rations.

The possible use of microbial biomass to replace part of the fishmeal in fish diets could be considered an innovative solution. A quantitative determination of the content of amino acids was made in two protein sources: molasses yeast (*S. cerevisiae*) and fish meal. The chemical score and essential amino acid index were calculated as a parameter correlated to biological value. The high lysine, threonine and tryptophan content of the protein in the molasses yeast must be emphasized. It reaches an order of magnitude superior of that in fish meal. Further researches, especially in relation to protein digestibility and possible toxicity or antinutritional components in the molasses yeast, are certainly a warrant to access the nutritive value of yeast product for fresh water fishes before the acceptable dietary level of these products can be recommended.

**KEY WORDS:** Molasses yeast, protein, fish, diets.

**RESUMO**

Determinaram-se a composição e a qualidade protéica da levedura seca de destilaria alcoólica (*S. cerevisiae*), comparando-a com a farinha de peixe (FP). Utilizaram-se o escore químico (EQ) e o índice de aminoácidos essenciais (IAAE); estes quocientes indicam, em relação à proteína do ovo, a ordem dos aminoácidos limitantes,

---

1 - Entregue para publicação em janeiro de 1998.

2 - Doutoranda UNESP/UFG - Depto. de Zootecnia da Universidade Católica de Goiás.  
E-mail [teodoro@ufg.br](mailto:teodoro@ufg.br).

3 - Depto Morfologia e Fisiologia Animal – UNESP – Jaboticabal - SP

4 - Depto. de Zootecnia de Não-Ruminantes – UNESP – Jaboticabal - SP

5 - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás. C.P. 131. CEP 74.001.970. Goiânia – GO.

estimando assim o valor biológico protéico. Observaram-se elevados índices de lisina (EQ = 120), treonina (EQ = 110) e triptofano (EQ = 100) na levedura, recomendando-se seu balanceamento com cereais deficientes nestes aminoácidos. A proteína da levedura superou a da FP nestes índices de qualidade e satisfaz o padrão internacional de qualidade e as exigências em aminoácidos estimados para a carpa e o pacu. Posteriores ensaios acerca de desempenho produtivo, de digestibilidade e de efeitos metabólicos com peixes fornecerão importantes resultados para o balanceamento de rações, necessitando serem testados atrativos mais palatáveis e aglutinantes para o meio aquático, quando se incorpora levedura à ração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Levedura alcoólica, proteína, peixe, rações.

## INTRODUÇÃO

A aqüicultura é uma atividade emergente nos países em crescimento e, com a sensível redução na oferta de produtos de pesca, com a elevada demanda por pescado de qualidade e com os avanços nos processos tecnológicos desse setor, há uma tendência na intensificação do cultivo, bem como da produção de compostos alimentares especializados (Martin *et al.* 1995).

O item alimentação pode representar valores acima de 60 % do custo total de produção em cultivo intensivo ou semi-intensivo de organismos aquáticos e o componente proteína deve ser considerado com cuidado, uma vez que é o ingrediente mais caro da dieta, justificando os esforços pelo domínio dos princípios de alimentação em peixes. A seleção dos ingredientes utilizados na ração desempenhará uma importante função, impondo ao cultivo seu sucesso nutricional e, conseqüentemente, econômico.

Segundo Sgarbieri (1987), as proteínas podem diferir entre si em sua qualidade nutricional, o que está associado primariamente às diferenças no conteúdo de seus aminoácidos, especialmente daqueles considerados essenciais. O conhecimento, em si, do conteúdo de aminoácidos essenciais não é conclusivo para caracterizar a qualidade de uma proteína. Alguns índices, baseados em métodos químicos, microbiológicos e biológicos, estabelecem melhor a relação entre a composição da proteína e sua qualidade nutricional. Entre outros índices, o autor destaca o score químico, a digestibilidade da proteína e a taxa de eficiência protéica.

A principal fonte protéica em rações para organismos aquáticos é a farinha de peixe, a qual constitui 20 a 40 % da ração formulada (Martin *et al.* 1993). Em vista dos altos custos da farinha de peixe, da instabilidade de seu fornecimento e da enorme variabilidade em sua composição nutricional (Taçon 1993), é essencial que fontes alternativas sejam identificadas.

A utilização de leveduras como fonte protéica em alimentos para peixes pode ser considerada uma solução promissora e inovadora para este problema. As leveduras possuem as qualidades requeridas em dietas para peixes, incluindo pigmentos

carotenóides, vitaminas do complexo B, minerais, além de ser uma fonte de proteína completa (Schulz & Oslage 1976, Cozzolino 1982).

Usadas na alimentação de peixes como uma fonte de proteínas, vitaminas, pigmentos carotenóides e enzimas exógenas (Huet 1986), as proteínas unicelulares sustentam uma promessa futura como possível substituto da farinha de peixe, pela sua habilidade de se desenvolver em uma vasta variedade de substratos e subprodutos, por crescerem em espaços limitados e, com bom controle e geralmente independente do clima, por serem capazes de duplicar sua biomassa em curtos períodos, além da possibilidade de controle de sua composição nutricional por meio de manipulações ambientais ou genéticas (Schulz & Oslage 1976).

Poucas pesquisas foram conduzidas utilizando a levedura *S. cerevisiae* na alimentação de peixes de águas doces tropicais. Entretanto, vários trabalhos vêm sendo conduzidos há décadas com o objetivo de testar leveduras de petróleo produzidas comercialmente para a alimentação de diversas espécies de teleósteos como, por exemplo, carpa (*Cyprinus carpio*) (Atack *et al.* 1979, Shcherbina *et al.* 1987), tilápia (*Oreochromis mossambicus*) (Davies & Wareham 1988), salmão "coho" (*Oncorhynchus kisutch*) e truta arco-íris (*Salmo gairdneri*, *Oncorhynchus mykiss*) (Shimma & Nakada 1975, Shimma & Shimma 1976, Mahnken *et al.* 1980, Dabrowski *et al.* 1980, Tacon & Cooke 1980, Rumsey *et al.* 1991).

Sendo o Brasil o maior produtor mundial de álcool de cana-de-açúcar, com uma produção estimada para a safra de 95 em 12,7 bilhões de litros (Yoshii 1995) e com uma indústria alcooleira com boa capacidade instalada de produção e com reivindicações do setor por novos investimentos no PROÁLCOOL, ele tornou-se, portanto, um país privilegiado quanto ao aproveitamento dos subprodutos no processamento da cana-de-açúcar, notoriamente a levedura. Segundo Desmouts (1966), a disponibilidade da levedura usada para produção de álcool (*Saccharomyces cerevisiae*) é de 2 quilos de levedura seca por hectolitro produzido.

Para possível comparação dos perfis aminoacídicos das fontes protéicas com a exigência em aminoácidos dos peixes de água doce nativos, estimaram-se as exigências para o pacu, *Piaractus mesopotamicus*.

Alguns estudos relatam que o padrão de aminoácidos essenciais (AAE) do corpo inteiro, do tecido muscular ou da "ova" podem ser usados como estimativa do requerimento na formulação de dietas. Comparando os dados obtidos em ensaios pelos métodos anteriormente descritos e a proporção relativa dos mesmos dez aminoácidos essenciais presentes no corpo não foi constatada diferença (Arai 1981, Ketola 1982, Wilson & Poe 1985, Gatlin 1987, Ostrowski & Divakaran 1989).

Segundo Cowey e Luquet (1983), tem sido encontrada alta correlação entre composição de aminoácidos do músculo e a exigência obtida por estudos de dose-resposta para muitas espécies de peixes. Os autores sugerem que, sendo o músculo o principal tecido em formação nos peixes em crescimento, sua composição em aminoácidos indica o padrão exigido nas dietas.

A composição em aminoácidos no músculo é extremamente constante entre espécies de peixes e parece não ser afetada por fatores biológicos como sexo, idade, maturidade sexual ou dieta (Maslennikova 1974). Njaa & Utne (1984) analisaram a composição em aminoácidos de 15 espécies de peixes marinhos e verificaram notável similaridade, com exceção do alto conteúdo de histidina em peixes pelágicos. Mai *et al.* (1980) determinaram a composição em aminoácidos de seis espécies de água doce do lago Cayuga (Ithaca, NY), sem observar variação significativa na concentração de cada aminoácido nas diferentes espécies.

A composição em aminoácidos das ovas e da proteína corporal em três grupos de tamanho do bagre do canal foi determinada por Wilson & Poe (1985). A composição em aminoácidos do corpo inteiro não diferiu com o tamanho do peixe, entretanto para a ova foi observada diferença com a proteína corporal. Uma correlação positiva foi observada pela regressão do padrão de exigência sobre o padrão de proteína corporal. Estes dados indicam que o perfil de aminoácidos do corpo inteiro, independente do tamanho do peixe, é válido como estimativa quando a exigência quantitativa ainda não foi determinada em estudos de crescimento. De outra forma, quando o requerimento quantitativo de um determinado aminoácido essencial (em geral lisina) obtido em ensaio de crescimento é conhecido, o requerimento para os outros nove AAE pode ser estimado pelo ajuste de seus níveis de acordo com a composição corporal (Wilson 1995)\*.

Segundo Tacon (1987), na falta de informação precisa sobre a exigência em aminoácidos essenciais para uma espécie, esta pode ser calculada com base no padrão de AAE do corpo inteiro, já que os aminoácidos essenciais (incluindo cistina e tirosina) constituem cerca de 35 % do total da exigência protéica na maioria dos peixes já estudados.

O presente trabalho teve por objetivo determinar a composição em aminoácidos da levedura seca de destilaria alcoólica, *Saccharomyces cerevisiae*, comparando-a com a composição da proteína da farinha de peixe, que é o concentrado protéico mais utilizado em rações para peixes, visando a sua possível substituição.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas a fonte protéica animal, farinha de peixe, e de levedura seca de álcool de cana-de-açúcar (*S. cerevisiae*), a qual é obtida por fermentação anaeróbica do mosto açucarado e separada do vinho por centrifugação, com posterior secagem.

A análise bromatológica das duas fontes protéicas foi realizada pelo esquema de Weende (Tabela 1). O nitrogênio total foi determinado pelo método microkjeldahl e a

---

\* WILSON, R.P. (1995). Palestra proferida na Faculdade de Ciências Agrária e Veterinária - UNESP - Campus de Jaboticabal, S. Paulo.

proteína bruta foi calculada multiplicando-se o conteúdo de nitrogênio da amostra pelo fator 6,25 (Silva 1990). Uma amostra de farinha de peixe e outra da levedura foram moídas, peneiradas, homogeneizadas e desengorduradas para determinação analítica de aminoácidos totais pelo método de cromatografia de troca iônica.

Tabela 1. Composição química aproximada das fontes protéicas, levedura seca e farinha de peixe, expressa na base de 100% MS.

Nutrientes <sup>1</sup>	Farinha de Peixe	Levedura
Proteína Bruta (%)	56,00	32,64
Extrato Etéreo (%)	5,95	0,81
Fibra Bruta (%)	0,00	0,00
Material Mineral (%)	36,93	3,25
ENN (%) <sup>2</sup>	1,12	52,43
Matéria Seca (%)	93,73	89,13

1 - Laboratório de Nutrição Animal - UNESP - Jaboticabal. 2. ENN = extrativos não nitrogenados

A primeira etapa desta análise corresponde a uma hidrólise ácida a que se submete uma quantidade de 20 mg de proteína com 10 ml de HCL 6 N durante 24 horas. Os aminoácidos liberados, com exceção da metionina, cistina e triptofano, são analisados em analisador automático de intercâmbio iônico. A segunda etapa envolve a oxidação com ácido per fórmico para determinar os aminoácidos sulfurados, cistina e metionina. Para tanto se pesam 10 mg de proteína e se adicionam 5 ml de ácido per fórmico frio, analisando-se a seguir da mesma forma anterior. Finalmente, a terceira etapa corresponde à determinação do triptofano que envolve uma hidrólise alcalina com NaOH 6M a 110 °C por 20 horas (Informe Merck nº 26, 1991).

Determinada a composição em aminoácidos das duas fontes protéicas (g aminoácido/100 g de proteína), a qualidade das proteínas totais foi avaliada pelo cálculo do escore químico (EQ) e pelo índice de aminoácidos essenciais (IAAE). Ambos os métodos comparam os aminoácidos da proteína testada com aqueles da proteína do ovo (NRC 1983), reconhecidas como completa e de alto valor biológico para peixes (Hepher 1988). Assim, para o cálculo do EQ, se assume que a proteína do ovo é a de maior valor biológico para promover o crescimento e este será limitado pelo aminoácido essencial da dieta, cuja taxa em relação à proteína do ovo é menor:

$$EQ = \frac{\text{g AAE na proteína testada} \times 100}{\text{g do correspondente AAE na proteína Ovo}}$$

O índice de aminoácidos essenciais (IAAE) é um cálculo mais apurado, dado pela média geométrica da taxa de todos os aminoácidos essenciais obtidos anteriormente pelo escore químico (Hepher 1988):

$$IAAE = \sqrt[n]{\frac{100a}{a_p} \times \frac{100b}{b_p} \times \frac{100c}{c_p} \times \dots \times \frac{100j}{j_p}}$$

onde:

- a, b, c... j são as porcentagens de AAes na proteína avaliada
- a<sub>p</sub>, b<sub>p</sub>, c<sub>p</sub>...j<sub>p</sub> são as porcentagens de AAe na proteína padrão
- n = número de aminoácidos considerados

Estimando-se a exigência em aminoácidos, com base na adaptação da fórmula sugerida por Tacon (1987), conforme citado na revisão de literatura para o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, cuja exigência em proteína bruta foi aceita como 26 %, teremos:

$$26 \% \times 35 \% \times \% \text{AAE no corpo} / 10000 = \% \text{do AAE requerido}$$

(expresso na base de 100 % de matéria seca, i.e., 26 % de PB na ração).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição em aminoácidos das proteínas da levedura, da farinha de peixe, os índices EQ e IAAE, para a avaliação da qualidade da proteína, estão demonstrados na Tabela 2. Os dados obtidos da literatura para a composição em aminoácidos da proteína da levedura, farinha de peixe, proteína do ovo e proteína de referência da FAO/WHO 1985 são apresentados na Tabela 3.

Nas Tabelas 2 e 3, de maneira geral, o conteúdo de aminoácidos da levedura seca de recuperação alcoólica estudada apresentou uma ligeira variação quando comparada com dados da literatura, sendo sua qualidade em teor de aminoácidos superior ou igual à encontrada em trabalhos nacionais por Miyada (1987) e Embrapa (1991) e superior aos encontrados em dados estrangeiros citados pelo NRC (1983).

Pela análise do EQ permitiu-se determinar a ordem dos aminoácidos limitantes nas duas fontes protéicas estudadas. Este cálculo foi baseado na comparação com o perfil de aminoácidos da proteína do ovo, como recomendado por Halver (1988) e Hepher (1988), em vista da alta exigência protéica dos peixes. Desta forma foi possível confirmar as informações da literatura sobre a composição em aminoácidos da levedura, com elevados teores de lisina, razão pela qual é reconhecida sua utilização como suplemento protéico em dietas à base de cereais (Kihlberg 1972). O EQ da lisina foi o mais elevado (120) em comparação com os demais aminoácidos. Observa-se também, para esta levedura analisada, um excesso de treonina, (EQ = 110), podendo ser utilizada

em balanceamento de rações com cereais deficientes em treonina. Em seu estudo de avaliação da levedura do gênero *Candida*, na alimentação de carpa, Shcherbina *et al.* (1987) recomendam, com base no escore químico, a combinação desta levedura com produtos vegetais, como tortas de oleaginosas (por exemplo, o farelo de semente de algodão), assim como cereais considerados favoráveis, o que poderia retificar completamente o balanceamento em fenilalanina e histidina.

Tabela 2. Composição em aminoácidos das proteínas de leveduras e da farinha de peixe, e os índices de qualidade: escore químico (EQ), e índice de aminoácidos essenciais.

Aminoácidos <sup>1</sup> (Aas), g / 16 g N <sub>2</sub>	Levedura	EQ da Levedura	Farinha de peixe	EQ da Farinha de peixe
Prot. Bruta (%) <sup>2</sup>	32,64		56,00	
Triptofano	1,40	100	0,62	44
Arginina	4,97	76	5,07	78
Isoleucina	5,08	92	3,41	62
Leucina	7,83	86	6,20	68
Lisina	8,29	120	4,63	67
Metionina	2,52	86	2,32	83
½ Cistina	0,85		0,90	
Fenilalanina	4,81	80	3,07	55
Treonina	5,75	110	2,96	57
Valina	5,36	80	5,07	76
Histidina	2,47	95	2,21	85
Alanina	5,97		4,47	
Ac. Aspártico	9,18		4,49	
Ac. Glutâmico	10,37		6,24	
Glicina	4,34		5,05	
Prolina	3,57		5,52	
Serina	2,55		3,00	
Tirosina	3,56		2,64	
<b>IAAE<sup>3</sup></b>	<b>91,54</b>		<b>66,23</b>	

1 - Média de duplicata (Análise de aminoácidos realizada no Centro de Química de Proteínas - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP)

2 - Média de duplicata (Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal - Jaboticabal - UNESP)

3 - Índice de aminoácidos essenciais.

Tabela 3. Composição em aminoácidos da proteína da levedura, da farinha de peixe, da proteína do ovo e proteína de referência da FAO/WHO (dados de literatura).

Aminoácidos (Aas) g / 16 g N <sub>2</sub>	Dados da literatura						Ovo	FAO/ WHO
	1 <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>	3 <sup>1</sup>	4 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	6 <sup>1</sup>	7	8
Triptofano	0,55	0,81	0,52	0,83	1,33	0,39	1,40	1,00
Arginina	2,35	3,40	1,36	5,02	5,82	3,78	6,50	5,00
Isoleucina	2,37	4,19	1,48	3,41	4,85	2,15	5,50	4,00
Leucina	3,45	6,16	2,17	5,64	7,35	3,77	9,10	7,00
Lisina	3,33	5,72	2,07	5,83	7,85	3,98	6,90	5,50
Metionina	0,79	1,18	0,43	2,27	2,84	nd	3,40	3,50 <sup>9</sup>
½ Cistina <sub>2</sub>	0,53	0,84	0,39	0,81	0,70	nd	0,50	Nd
Fenilalanina	1,96	3,16	1,18	2,94	4,35	1,81	5,80	6,00 <sup>10</sup>
Treonina	2,27	4,41	1,58	3,16	4,55	1,99	5,20	4,00
Valina	2,52	4,66	1,78	4,68	5,65	2,59	6,70	5,00
Histidina	1,17	nd <sup>11</sup>	0,69	1,80	2,22	1,40	2,60	2,00
Alanina	nd	5,56	2,00	nd	6,34	3,51	nd	nd
Ác. Aspártico	nd	9,31	3,21	nd	9,35	4,72	nd	nd
Ac. Glutâmico	nd	11,68	3,42	nd	13,30	4,93	nd	nd
Glicina	1,87	3,41	1,12	4,80	4,50	3,60	nd	nd
Prolina	nd	2,88	1,04	nd	nd	2,67	nd	nd
Serina	nd	4,59	1,68	2,88	nd	1,93	nd	nd
Tirosina	1,60	nd	0,88	2,39	nd	1,49	4,60	nd

1, 2, 3 - Levedura de recuperação. Autores - 1<sup>1</sup>, NRC, (1983), Brewer yeast- *S. cerevisiae*""); 2<sup>1</sup>, Miyada (1987) e 3<sup>1</sup>, Embrapa (1991).

4, 5 e 6 - Farinha de peixe. Autores - 4<sup>1</sup>, NRC (1983); 5<sup>1</sup>, - Mähnen *et al.*, (1980) e 6<sup>1</sup>, Embrapa (1991).

7 - Proteína do ovo (NRC 1983).

8 - Proteína de referência (United Nations FAO/WHO, 1985).

9 - Sulfurados totais (MET+CYS).

10 - Aromáticos totais (PHE+TYR).

11 - ND - Não determinado.

Segundo dados da literatura (Hsu 1961, Sharcklady *et al.* 1973, Cozzolino 1982), a levedura é deficiente em aminoácidos sulfurados, triptofano e aromáticos, em relação à proteína do ovo. Isto concorda em parte com os resultados obtidos, pois o EQ para o triptofano foi 100, indicando ser ótima fonte deste aminoácido, podendo ser facilmente balanceado pela combinação da levedura com outros alimentos deficientes em triptofano (por exemplo, o milho). Quanto aos sulfurados (MET + CYS) e aromáticos (PHE +TYR), observou-se que foram o terceiro (EQ=86) e o segundo (EQ=80) aminoácidos limitantes, agora concordando com a literatura, porém suprem o

requerimento estimado para a carpa, *Cyprinus carpio* (Ogino 1980) e para o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, (Padua 1996), conforme dados da Tabela 4. A arginina com EQ = 76 foi para a levedura *S. cerevisiae*, utilizada nesta pesquisa, o primeiro aminoácido limitante.

Tabela 4. Composição em aminoácidos na proteína do músculo do pacu e comparação de sua exigência estimada com a determinada para a carpa.

Aminoácidos	1 <sup>1</sup>	1 <sup>2</sup>	2	3	4
Aas <sup>1</sup>	Aas / 16 g N <sub>2</sub>				
Triptofano	nd	nd	nd	0,7(0,24/35)	0,8(0,3/38,5)
Lisina	10,0	12,5	4,38(1,14/26)	5,3(1,85/35)	5,7(2,2/38,5)
Histidina	2,2	3,6	1,27(0,33/26)	1,3(0,45/35)	2,1(0,8/38,5)
Arginina	6,6	8,2	2,88(0,75/26)	3,9(1,36/35)	4,2(2,6/38,5)
Valina	3,9	7,0	2,46(0,64/26)	3,0(1,05/35)	3,6(1,4/38,5)
Treonina	3,8	5,8	2,04(0,53/26)	3,2(1,15/35)	3,9(1,5/38,5)
Metionina	2,8	2,0	0,69(0,18/26)	1,6(0,56/35)	3,1(1,2/38,5)
Isoleucina	4,5	6,2	2,15(0,53/26)	2,3(0,80/35)	2,3(0,9/38,5)
Leucina	8,8	11,3	3,96(1,03/26)	4,2(1,47/35)	3,4(1,3/38,5)
Fenilalanina	4,3	5,8	2,04(0,56/26)	3,0(1,05/35)	6,5(2,5/38,5)
Alanina	5,1	7,8	nd	nd	nd
½ Cistina	0,8	0,8	0,27(0,07/26)	0,8(0,28/35)	nd
Ac. Aspártico	10,5	12,9	nd	nd	nd
Serina	nd <sup>5</sup>	4,9	nd	nd	nd
Ac. Glutâmico	19,8	21,8	nd	nd	nd
Prolina	nd	4,5	nd	nd	nd
Tirosina	3,8	4,9	1,73(0,45/26)	2,0(0,70/35)	nd
Glicina	nd	5,9	nd	nd	nd

- 1 - Aas - Aminoácidos na proteína do músculo do pacu. 1<sup>1</sup> - Segundo Machado (1989), 1<sup>2</sup> - segundo Maia (1992).
- 2 - Exigência em Aas estimado para pacu, segundo Tacon (1987), utilizando dados de Maia (1992), conforme Padua (1996).
- 3 - Exigência em Aas para carpa segundo Ogino (1980).
- 4 - Exigência em Aas para carpa segundo NRC (1983).
- 2, 3 e 4 - Dados da proteína, em porcentagem, estão expressos entre parênteses. O numerador representa o requerimento da dieta e o denominador o total de proteína da dieta.
- 5 - nd - Não determinado

Comparando-se os resultados de perfil de aminoácidos da farinha de peixe utilizada na presente pesquisa com os dados da literatura, nota-se que foi de qualidade superior aos da literatura nacional (Embrapa 1991) e equiparou-se com os dados estrangeiros (NRC 1983, Mahnken *et al.* 1980), neste caso sendo inferior quanto aos conteúdos de treonina, lisina, ácido aspártico e ácido glutâmico (Tabelas 2 e 3). Essas variações nos conteúdos de aminoácidos, de uma mesma fonte protéica, geralmente são decorrentes dos diferentes métodos de processamento a que os alimentos são submetidos e da falta de padronização dos produtos de origem animal.

Contraopondo-se ao esperado, verifica-se pela Tabela 2 que a proteína unicelular apresentou melhores resultados que a farinha de peixe nestes métodos (EQ e IAAE), utilizados para avaliar a qualidade da proteína. A proteína da farinha de peixe apresentou como primeiro aminoácido essencial limitante o triptofano (EQ=44) e o segundo, a fenilalanina (EQ=56). Com exceção da arginina (EQ=78), todos os demais valores do EQ desta proteína foram inferiores aos da levedura, demonstrando o que foi citado anteriormente sobre a enorme variabilidade na composição nutricional da farinha de peixe (Tacon 1993).

Nota-se que a combinação destas duas fontes protéicas resulta em um balanceamento adequado, como demonstrado pela proporção dos diferentes aminoácidos limitantes em cada ingrediente.

O IAAE foi elevado para a levedura (91,54) quando comparado com a farinha de peixe (66,23), demonstrando a superioridade da levedura quanto à qualidade protéica nos presentes métodos de avaliação, além de satisfazer o padrão internacional de qualidade (FAO/WHO 1985).

Problemas correntemente associados ao uso de leveduras como fonte primária de proteína em rações para peixes incluem elevado nível de ácidos nucléicos, podendo ser tóxico e levar a enganos no cálculo da proteína bruta (nitrogênio não protéico). A palatabilidade e o valor nutritivo questionável da célula seca fornecida inteira, bem como a observação da baixa conversão alimentar são outros problemas relatados (Tacon 1993), mas que deveriam ser solucionados, em decorrência da qualidade deste ingrediente.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados sobre a qualidade em aminoácidos da proteína de levedura, ventila-se seu possível potencial como substituto da farinha de peixe. Antes de se testar em altos níveis de incorporação desse material ou melhorar o balanceamento das dietas pela adição de aminoácidos cristalinos ou pela combinação com outros cereais, ensaios de aspectos de desempenho produtivo, metabólicos e de digestibilidade deverão ser conduzidos, fornecendo assim informações mais precisas para formulação de dietas para peixes de água doce, associados à necessidade de se avaliarem atrativos

mais palatáveis e aglutinantes em rações com incorporação de levedura, como também para a tecnologia de processamento desse ingrediente.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Lewis Joel Greene, Coordenador do Centro de Química de Proteínas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pela realização das análises de aminoácidos das duas fontes protéicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arai, S. 1981.** A purified test diet for coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, fry. Bull. Jpn. Soc. Scient. Fish., Tokyo, 47: 547-50.
- Atack, T. H., K. Jauncey & A. J. Matty. 1979.** The utilization of some single proteins by fingerling mirror carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture, Amsterdam, 18: 337-48.
- Cowey, C.B. & P. Luquet 1983.** Physiological basis of protein requirements of fishes. Critical analyses of allowances. In Arnal, M., R. Pion, & D. Bonin, (Ed.). Protein metabolism and nutrition. Clermont-Ferrand: INRA, p. 364-84.
- Cozzolino, S.M.E. 1982.** Valor nutritivo da biomassa de *Saccharomyces cerevisiae*. Estudo em gerações sucessivas de ratos. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.
- Davies, S. J., H. Wareham. 1966.** A preliminary evaluation of an industrial single cell protein in practical diets for Tilapia (*Oreochromis moçambicus*, Peters). Aquaculture, Amsterdam, 73: 189-99.
- Desmots, R. 1966.** Tecnologia da produção dos fermentos secos de destilaria. Bol. Inf. Assoc. Paul. Med., São Paulo, 8 (2): 1-11.
- Embrapa 1991.** Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. Concordia, p. 97.
- FAO/WHO/UNU. 1985.** Energy and protein requirements. Report of Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Technical Report. Geneva: FAO/WHO and the United Nations University (Series, 724).
- Gatlin, III, D. M. 1987.** Whole-body amino acid composition and comparative aspects of amino acid nutrition of the goldfish, golden shine and fathead minnow. Aquaculture, Amsterdam, 60: 223-29.
- Hepher, B. 1988.** Requirement for protein. In Nutrition of pond fishes. Cambridge: Cambridge University Press, p.175-216.
- Hsu, W.C. 1961.** Protein from sugar on Taiwan. Sugar Azucar, 56 (7): 33 - 6.
- Huet, M. 1975.** Tratado de piscicultura. Madrid: Mundi-Prensa, p. 728.

- Ketola, H.G. 1982.** Amino acid nutrition of fishes: requirements and supplementation of diets. *Comp. Biochem. Physiol.*, Oxford, 73B: 17-24.
- Kihlberg, R. 1972.** The microbe as a source of food. *Annu. Rev. Microbiol.*, Palo Alto, 26 (4): 426-65.
- Kinsella, J.E. 1990.** Use of dietary yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) nitrogen by lake trout. *J. World Aquacult. Soc.*, Baton Rouge, 22, p.205.
- Mahnken, C. V. W., J. Spinelli & F. W. Waknitz. 1980.** Evaluation of an alkane yeast (*Candida* sp.) as a substitute for fish meal in Oregon moist pellet: feeding trials with coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, Amsterdam, 20: 41-56.
- Mai, J., J. K. Shetty, T. M. Kan & J. E. Kinsella. 1980.** Protein and amino acid composition of select freshwater fish. *J. Agric. Food Chem.*, New York, 28: 884-85.
- Martin, A. M., S. Goddard, & P. Bemister. 1993.** Production of *Candida utilis* as aquaculture feed. *J. Sci. Food Agric.*, Chichester, 61: 363-70.
- Martin, N.B., J.D. Scorvo Filho, E.G. Sanches, P.F.C. Novato & L.M.S. Ayrosa. 1995.** Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. *Informações Econômicas*, São Paulo, 25: 9-39.
- Maslennikova, N.V. 1974.** The amino acid composition of some fish tissues. *J. Ichtiol.*, Bethesda, 14: 943-54.
- Merck Informa 1991.** Determinación cuantitativa de la composición aminoacídica de proteínas de harinas de pescado. 26: 2-5.
- Miyada, V. S. 1987.** A levedura seca na alimentação de suínos: estudos adicionais sobre seu valor protéico e vitamínico. Tese de Livre Docência. ESALQ - USP, Piracicaba, SP 159 p.
- Njaa, L.R. & F. Utne. 1984.** Comparison of amino acid composition of fifteen species of whole fish. *Fish. Skrifter, Ernæring* 2 (2): 25-33, 1982. In *Rev. Nutr. Abstr.-B*, Oxon, 54 (8): 416 (Abstracts 3091).
- NRC. 1983.** (National Research Council) Nutrient requirement of warmwater fishes and shellfishes. Washington: Academic Press, p. 102.
- Ogino, C. 1980.** Requirements of carp and rainbow trout for essential amino acids. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, Tokyo, 46: 171- 4.
- Ostrowski, A. C. & S. Divakaran. 1989.** The amino acid and fatty acid compositions of selected tissues of the dolphin fish (*Coryphaena hippurus*) and their nutritional implications. *Aquaculture*, Amsterdam, 80: 285 - 99.
- Padua, D. M. C. 1996.** Utilização da levedura alcoólica (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica na alimentação de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Pisces, Teleostei): aspectos metabólicos e de desempenho produtivo. Dissertação Mestrado. CAUNESP/ UNESP, Jaboticabal, SP., 120 p.

- Rumsey, G.L., J.E. Kinsella, K.J. Shetty & S.G. Hughes. 1991.** Effect of high dietary concentration of brewers dried yeast on growth performance and liver uricase in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Anim. Feed Sci. Technol. Amsterdam, 33: 177 -83.
- Schulz, E. & H. J. Oslage. 1976.** Composition and nutritive value of single-cell protein (SCP). Anim. Feed Sci. Technol., Amsterdam, 1: 9-24.
- Sgarbieri, V.C. 1987.** Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento. Campinas: UNICAMP, p.19.
- Shacklady, C.A., T. Walker, & E. Gatamel. 1973.** Leveduras cultivadas sobre alcanos. Seguridad de empleo y utilization en alimentation animal. Zootechnia, Madrid, 22 (1-2): .31-42.
- Shcherbina, M. 1987.** Availability of amino acids in yeast raised on hydrocarbons for carp, *Cyprinus carpio*. J. Ichtyol, Washington, 27: 23-8.
- Shimma, Y. & H. Shimma. 1976.** Utilization of petroleum yeast in fish feed. IV. Plasma cholesterol content and fatty acid composition of erythrocytes of rainbow trout. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab., Tokyo, 26: 71-8.
- Shimma, Y. & M. Nakada. 1975.** Utilization of petroleum yeast in fish feed. II. Effect on growth and body lipids of rainbow trout fingerlings raised in cages. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab., Tokyo, 24: .111- 20.
- Silva, D.J. 1990.** Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos. 2. ed. Universidade Federal de Viçosa, MG, Imprensa Universitária. p. 165.
- Tacon, A.G.J. 1993.** Feed ingredients for warmwater fish: Fish meal and other processed feedstuffs. Rome: FAO (Fisheries Circular, 856). 64p.
- Yoshii, R. J. 1995.** Cana-de-açúcar. Inf. Econ.. São Paulo, 25(3): 73.
- Wilson, R. P. & E. Poe. 1985.** Relationship of whole body and egg essential amino acid patterns to amino acid requirement pattern in channel catfish. (*Ictalurus punctatus*). Comp. Biochem. Physiol., Oxford, 80B: 385-88.