

# Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias

Editor: Wilson Massamitu Furuya

Tilápia



**TABELAS BRASILEIRAS PARA A**  
**NUTRIÇÃO DE TILÁPIAS**

**Editor**

*Wilson M. Furuya*



# TABELAS BRASILEIRAS PARA A NUTRIÇÃO DE TILÁPIAS

**Editor**

*Wilson M. Furuya*

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

639.3774 Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias /  
T113 Editor Wilson M. Furuya. -- Toledo: GFM, 2010.  
100 p.

ISBN: 978-85-60308-14-9

1. Tilápia – Nutrição - Tabelas. I. Furuya, Wilson M.,  
ed.

CDD 21. ed.

## **Autores**

### **Wilson Massamitu Furuya**

*Prof. Dr., Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.*

### **Luiz Edivaldo Pezzato**

*Prof. Dr., Departamento de Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/Unesp, Botucatu, SP, Brasil.*

### **Margarida Maria Barros**

*Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>., Departamento de Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/Unesp, Botucatu, SP, Brasil.*

### **Wilson Rogério Boscolo**

*Prof. Dr., Curso de Engenharia de Pesca, Universidade do Oeste do Paraná, Toledo, PR, Brasil.*

### **José Eurico Possebon Cyrino**

*Prof. Dr., Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, Brasil.*

### **Valéria Rossetto Barriviera Furuya**

*Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>., Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil.*

### **Aldi Feiden**

*Prof. Dr., Curso de Engenharia de Pesca, Universidade do Oeste do Paraná, Toledo, PR, Brasil.*

**CAPA**

Mário Westin

**COORDENAÇÃO EDITORIAL**

Fábio André Manz

**DIAGRAMAÇÃO**

Juliane Manz Fagotti

**IMPRESSÃO**

GFM Gráfica e Editora Ltda

(45) 3055-3085

Toledo - PR

**REVISÃO LINGÜÍSTICA**

Eliane Regina Giunta Guimarães

Maria Dolores Machado

**NORMALIZAÇÃO**

Marinalva Aparecida de Oliveira

**REVISÃO PRÉ-PUBLICAÇÃO**

Ana Lúcia Salaro

Carla Canzi

*Aos filhos, Leonardo e Henrique Barriviera  
Furuya, pais, Massaru Furuya<sup>†</sup> e Mitsue Kussuda  
Furuya<sup>†</sup>, irmãos, Massao Furuya<sup>†</sup>, Isidoro Furuya  
e Vitório Furuya, e esposa, Valéria Rossetto  
Barriviera Furuya.*

**Wilson M. Furuya**



## **COLABORADORES**

Edgar Ishikawa

Eduardo Nogueira

Luiz Vitor Oliveira Vidal

Mariana Michelato

Valéria Rossetto Barriviera Furuya

## PREFÁCIO

A expansão da produção de peixes no mundo e no Brasil, para atender a crescente demanda dos últimos anos, com mais saúde, segurança alimentar, além da sustentabilidade na produção, tem exigido grande investimento em pesquisas e aplicação de profissionais competentes para atender aos níveis de produção.

Grandes aportes têm sido emanados pela contribuição deste Grupo de Pesquisa que, sob a bandeira do "AquaNutri", um dos mais consolidados que há muito se encontra focado na busca de melhores resultados nutricionais (desempenho) e saúde para a tilápia. Sem dúvida, o trabalho apresentado por essa equipe, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp, Botucatu, da UEM- PR, da ESALQ-USP e da Unioeste- PR, cumpre plenamente a sua finalidade que é pesquisar e disponibilizar informações sobre a nutrição da tilápia, facilitando a atividade dos que se envolvem com a tilapicultura, sejam professores, extensionistas, empresários ou estudantes, num aprendizado coerente, na busca constante de maior eficiência e competitividade, lembrando, ainda, que essa equipe se encontra em perfeita sintonia com grandes Institutos e Universidades que se preocupam com a nutrição e saúde dos peixes, já tendo organizado três Simpósios Internacionais sobre esses temas, em Botucatu-SP.

Cumpra, finalmente, destacar nesta grande contribuição que, de forma geral, ainda não estão plenamente definidas as exigências da tilápia em todas as fases do seu crescimento e, como sempre muito ainda está por ser feito e que, na nutrição animal, é a eficiência no aporte da energia, que viabiliza o aproveitamento dos ingredientes alimentares e que pode proporcionar os rendimentos econômicos da atividade. Exemplificando, não é a proteína, mas os seus aminoácidos, os mais importantes nutrientes, o “container” que transfere ao organismo animal, o seu conteúdo nutricional, para atender às diferentes exigências pelo seu desempenho e, com toda certeza, será muito grande a contribuição do trabalho de equipe, para tornar cada vez mais competitiva a criação de tilápias. Finalmente, consideramos que o esforço dessa equipe se constitui em fonte segura de orientação para a formulação de dietas para tilápias em um dos trabalhos mais sérios realizados, abaixo da linha do Equador, região em que essa espécie é cultivada mais intensamente.

Newton Castagnolli

## **APRESENTAÇÃO**

A criação de peixes é a área da produção animal que mais se desenvolve no Brasil. Para atender à expansão desta agroindústria, as técnicas de produção demandam maior nível de intensificação. As tilápias são os teleósteos mais bem-sucedidos na piscicultura brasileira. Podem ser criadas em ambientes abertos ou fechados com água doce, salobra ou marinha, com diferentes níveis tecnológicos. A criação de tilápias e o número de pesquisas realizadas com a espécie vêm se expandindo a cada ano.

As informações obtidas em pesquisas são a base da formulação de rações que atendem às exigências dos peixes, visto que somente o alimento balanceado permite a máxima resposta produtiva e a higidez dos peixes em confinamento. Entretanto, há a necessidade de mais informações sobre as exigências nutricionais das tilápias, bem como do valor nutritivo dos alimentos que compõem suas rações. Além disso, parte das recomendações utilizadas na indústria da alimentação de peixes baseia-se em investigações realizadas em condições climáticas que não condizem com a atual realidade da criação de tilápias em nosso país.

Para proporcionar saúde aos peixes confinados e minimizar impactos ambientais, é fundamental reunir informações sobre o valor nutritivo dos alimentos e as exigências nutricionais, para permitir a elaboração de rações para diferentes fases de criação. Em função do aumento da criação intensiva de tilápias nos últimos anos, tem-se procurado nutrir os peixes de forma a sustentar rápido ritmo de crescimento e do estresse a que estão constantemente expostos, minimizando desta forma as possíveis perdas.

Dada a grande extensão territorial, com disponibilidade de solo, água, condições climáticas favoráveis para a criação da espécie e alimentos para elaborar rações, um grande número de pesquisadores tem contribuído para o desenvolvimento do setor, realizando grande variedade de estudos sobre a nutrição de tilápias. Essa obra foi elaborada com o intuito de reunir as informações disponíveis sobre a nutrição de tilápias no Brasil, objetivando disponibilizar as informações resultantes dos projetos de pesquisa para os profissionais da área de nutrição de peixes como um todo, das tilápias em particular.

Os autores

# Aminoácidos para desempenho e equilíbrio, da água para a Terra.



**AJINOMOTO**  
 ANIMOMOTO ANIMAL NUTRITION  
**L-Lysine**  
 Monohydrochloride  
 99% pure  
 L-Lysine (base) Minimum 70%  
 Maximum 1.5%  
 Net Weight 25kg

**AJINOMOTO**  
 ANIMOMOTO ANIMAL NUTRITION  
**AminoGut**  
 Feed Grade  
 L-Glutamine + L-Glutamic Acid Minimum 95%  
 Net Weight 25kg

**AJINOMOTO**  
 ANIMOMOTO ANIMAL NUTRITION  
**L-Valine**  
 Feed Grade  
 L-Valine Minimum 98.5%  
 Maximum 99.5%  
 Moisture Maximum 10%  
 Net Weight 15kg

**AJINOMOTO**  
 ANIMOMOTO ANIMAL NUTRITION  
**L-Threonine**  
 98.5% Feed Grade  
 L-Threonine Minimum 98%  
 Moisture Maximum 10%  
 Net Weight 25kg

**AJINOMOTO**  
 ANIMOMOTO ANIMAL NUTRITION  
**L-Tryptophan**  
 98% Feed Grade  
 L-Tryptophan Minimum 98%  
 Maximum 1%  
 Net Weight 10kg

w w w . l i s i n a . c o m . b r

**AJINOMOTO.**  
 ANIMOMOTO ANIMAL NUTRITION

Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda - Rua Joaquim Távora, 845, 04015-0001, São Paulo  
[animalnutrition@br.ajinomoto.com](mailto:animalnutrition@br.ajinomoto.com)

## **PATROCINADOR**

AGRADECIMENTO especial à Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda, São Paulo, Brasil, que viabilizou a publicação deste livro.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq**, pelo financiamento das pesquisas em níveis de Graduação e Pós-graduação, Bolsas de Produtividade em Pesquisa, apoio de projetos e Programas de Pós-graduação no setor de Aquicultura.

À **Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes**, pelo auxílio na concessão de bolsas de estudo para alunos de Pós-graduação e pesquisadores.

À **Fundação Araucária, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – Fapesp e demais fundações estaduais**, pelos recursos que proporcionaram a possibilidade de elaboração dos projetos, concessão de bolsas e auxílio para viagens em eventos no exterior.

Ao **Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá e Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/Unesp, Botucatu-SP, Curso de Engenharia de Pesca/Unioeste, Toledo-PR e Departamento de Zootecnia ESALQ/USP, Piracicaba, e Programas de Pós-graduação** das referidas Instituições de Ensino Superior, pela oportunidade de trabalho, aprendizado e amizade.



À **Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda**, pelo patrocínio na elaboração do livro e pesquisas realizadas na área de Aquicultura.

À Professora **Valéria Rossetto Barriviera Furuya** e aos Pós-graduandos: **Luiz Vitor Oliveira Vidal** e **Mariana Michelato**, pelo auxílio na coleta, organização, análise e revisão dos dados e revisão dos textos.

Aos Professores da Unesp: **Luiz Edivaldo Pezzato**, **Margarida Maria Barros**, da Esalq/USP **José Eurico Possebon Cyrino**, da Unioeste **Wilson Rogério Boscolo** e **Aldi Feiden**, pelo auxílio na redação, revisão dos textos e sugestões.

Aos meus orientados de **Graduação** e **Pós-graduação** que contribuíram para o desenvolvimento de parte dos trabalhos utilizados na confecção deste livro.

Às **Instituições** e **Empresas** que contribuíram de alguma forma para as pesquisas realizadas.

A **todos** que, de alguma forma, colaboraram para a publicação do livro, nossos sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

<b>PREÂMBULO</b> .....	19
<b>CAPÍTULO 1 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS</b> .....	25
<b>1.1. Introdução</b> .....	27
<b>1.2. Energia e Carboidratos</b> .....	31
<b>1.3. Proteína e Aminoácidos</b> .....	32
<b>1.4. Lipídios e Ácidos Graxos</b> .....	40
<b>1.5. Minerais e Vitaminas</b> .....	42
<b>CAPÍTULO 2 VALOR NUTRITIVO DOS ALIMENTOS</b> .....	49
<b>2.1. Alimentos Concentrados</b> .....	51
2.1.1. Alimentos concentrados energéticos .....	53
2.1.2. Alimentos concentrados protéicos .....	54
2.1.2.1. Alimentos protéicos de origem animal .....	54
2.1.2.2. Alimentos concentrados protéicos de origem vegetal .....	56
<b>2.2. Coeficientes de Digestibilidade de Aminoácidos</b> .....	57
2.2.1 Alimentos energéticos .....	57
2.2.2. Alimentos protéicos .....	58
<b>CAPÍTULO 3 TABELAS DE COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRITIVO DOS ALIMENTOS, ADITIVOS E PROCESSAMENTO</b> .....	61
<b>CAPÍTULO 4 TABELAS DE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE TILÁPIAS</b> .....	79
<b>CAPÍTULO 5 REFERÊNCIAS</b> .....	83

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de matéria seca total, energia bruta, proteína bruta, matéria seca digestível, energia digestível e proteína digestível de alimentos para a tilápia-do-Nilo (base na matéria natural). .....	63
Tabela 2 - Composição de aminoácidos essenciais (incluindo cistina e tirosina) dos alimentos (base na matéria natural). .....	66
Tabela 3 - Conteúdo de aminoácido essencial digestível (incluindo cistina e tirosina) dos alimentos (base na matéria natural). .....	68
Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade verdadeiro da proteína e de aminoácidos essenciais e não-essenciais de alguns alimentos para a tilápia-do-Nilo. ....	70
Tabela 5 - Valores de cálcio e fósforo total e disponível de algumas fontes de minerais para a tilápia-do-Nilo. ....	71
Tabela 6 - Valores de fósforo total e disponível de alimentos para a tilápia-do-Nilo (base na matéria natural). ....	72
Tabela 7 - Composição mineral e mineral disponível da levedura íntegra e autolisada para a tilápia-do-Nilo (base na matéria natural). .....	73
Tabela 8 - Valores de fósforo total e disponível de alguns alimentos sem ou com fitase para a tilápia-do-Nilo (base em matéria seca). ....	74
Tabela 9 - Equações para estimar os valores de proteína digestível de alimentos proteicos e de proteína e energia digestíveis da farinha de carne para a tilápia-do-Nilo. ....	75
Tabela 10 - Valores máximos ou recomendados de inclusão de alimentos em rações para a tilápia-do-Nilo. ....	76
Tabela 11 - Excreção de proteína e aminoácidos endógenos pela tilápia-do-Nilo. ....	77
Tabela 12 - Composição de aminoácidos essenciais e não-essenciais (incluindo cistina e tirosina), como porcentagem da proteína e relação aminoácido/lisina, corporal e do filé da tilápia-do-Nilo (base na matéria natural). ....	78
Tabela 13 - Estimativa das exigências de energia digestível, proteína bruta, proteína digestível e aminoácidos essenciais (incluindo cistina e tirosina) para tilápias (base na matéria natural). ....	81
Tabela 14 - Exigências de minerais e vitaminas para tilápias (base na matéria natural) .....	82

## PREÂMBULO

Este volume concentra as informações geradas no Brasil, publicadas na forma de Dissertações, Teses, ou artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, com foco nas exigências nutricionais e composição de alimentos tradicionalmente utilizados na formulação de rações para tilápias. Os dados foram extraídos de trabalhos realizados em sua maioria com a tilápia-do-Nilo, considerando-se principalmente o desempenho dos peixes alimentados com rações com níveis variados de nutrientes. Enfatiza-se que para tilápias, ainda, não existe unanimidade em termos de classificação comercial ou científica de acordo com o peso ou idade.

As exigências nutricionais dos peixes, das tilápias como grupo monofilético, podem ser alteradas por diversos fatores, destacando-se a linhagem, sexo, fatores ambientais, condições experimentais, saúde, nível energético e de nutrientes da ração. Em adição, a tilapicultura utiliza populações monossexo masculinas, obtidas pelo processo de inversão de sexo durante a fase larval, diferenciadas em desempenho produtivo em relação às populações naturais.

Dentre os fatores ambientais que influenciam o desempenho dos peixes confinados, destaca-se a temperatura, que possui grande influência sobre a taxa metabólica e o consumo. Outros fatores, como os níveis de oxigênio dissolvido, o pH, a alcalinidade, níveis de amônia,

nitrato e nitrito, gás carbônico e a transparência da água, podem afetar de forma direta e indireta o crescimento e a saúde dos peixes.

Os dados compilados resultaram de experimentos realizados em condições de temperatura de conforto para tilápias, geralmente variando de 25 a 28°C. Em condições práticas, são utilizadas tabelas de correção para estimar o consumo em função da temperatura da água. Em adição, a densidade de estocagem influencia de forma direta e indireta o consumo e o crescimento das tilápias. Desta forma, foram detectadas interações entre os efeitos dos tratamentos e o crescimento e acúmulo de biomassa em determinadas condições experimentais.

O delineamento experimental e a análise estatística utilizados em um particular experimento podem influenciar a interpretação dos resultados obtidos, principalmente em experimentos dose-resposta com níveis crescentes de energia ou nutrientes. Em muitas situações, verificou-se que a análise dos dados de desempenho associados às variáveis econômicas e/ou de saúde alterou os resultados obtidos, quando somente os dados de crescimento foram considerados.

As exigências em lisina foram determinadas considerando as proporções de lisina digestível/proteína digestível registradas nos experimentos dose-resposta. Posteriormente, estabeleceu-se a porcentagem de lisina da ração de acordo com nível de proteína digestível.

As exigências de metionina + cistina foram em geral determinadas considerando-se que no mínimo 55% dos aminoácidos sulfurados são constituídos por metionina, não havendo pesquisas nacionais sobre a proporção mínima de fenilalanina dentro das exigências de fenilalanina + tirosina. De forma geral, as rações elaboradas com os alimentos convencionais atendem às exigências de fenilalanina + tirosina, uma vez satisfeitas as exigências em proteína da espécie, considerando-se a fase de criação.

Em função do número reduzido de informações sobre as exigências em metionina + cistina e treonina digestíveis, as exigências desses aminoácidos foram determinadas com base em valores médios dos resultados das pesquisas, a partir do conceito de proteína ideal, não levando em consideração o peso médio dos estoques. As informações sobre as exigências em triptofano, arginina e demais aminoácidos essenciais ou de importância na suplementação de aminoácidos essenciais para tilápias são ainda mais reduzidas. De forma geral, em experimentos considerando as exigências de proteína, lisina, metionina+ cistina ou treonina, os demais aminoácidos foram considerados como adequadamente supridos de acordo com as exigências previamente estabelecidas para tilápias.

Ao contrário das rações de aves e suínos, formuladas à base de milho e farelo de soja, as rações para tilápias são elaboradas com grande variedade de alimentos, exigindo ainda que sejam considerados os valores de energia e nutrientes digestíveis, os

minerais disponíveis, bem como o processamento destes alimentos na formulação das rações. O nível dietético e a composição da fibra dos alimentos, bem como a presença de diversos fatores antinutricionais, podem influenciar o consumo, a utilização da energia e nutrientes e a saúde dos peixes.

As exigências em minerais e vitaminas foram, em geral, determinadas em experimentos dose-resposta visando determinar níveis que satisfizessem às exigências para desempenho produtivo e higidez. Particularmente, as exigências em vitamina C, que são mais elevadas quando são consideradas as variáveis que indicam a condição de higidez, foram determinadas em situações de desafios contra agentes estressores e/ou etiológicos.

Os valores de aminoácidos totais e digestíveis dos alimentos foram determinados a partir dos valores médios dos trabalhos em que foram obtidos os coeficientes de digestibilidade da proteína e aminoácidos essenciais (mais cistina e tirosina) dos alimentos, sendo os valores expressos com base na matéria natural. Destacam-se, neste particular aspecto, os esforços no sentido de padronizar as metodologias que envolvem pesquisas com digestibilidade em tilápias, quer seja a padronização dos níveis, tipos e metodologias de análises de indicadores, ou o manejo dos peixes para coleta de fezes.

Em uma análise final, os esforços dos pesquisadores brasileiros têm sido bastante profícuos e, neste aspecto, deve-se reconhecer a

importância do Prof. Dr. Newton Castagnolli, que organizou e publicou o volume “Fundamentos de Nutrição de Peixes” (Editora Livrocetes, Piracicaba, SP, Brasil, 1979), em que compilou, traduziu e editorou na forma de um livro as revisões e palestras apresentadas por nutricionistas reconhecidos (e.g. C.B. Cowey, J.E. Halver, O.R. Braekkan, entre outros), que participaram da sessão sobre Nutrição de Peixes no XI Congresso Internacional de Nutrição, realizado no Rio de Janeiro. Por longo tempo, esta foi a principal referência e guia para nutricionistas de organismos aquáticos e piscicultores brasileiros, servindo ainda de base para o treinamento e titulação do primeiro grupo de profissionais dedicados à pesquisa em nutrição de peixes no país, orientados pelo próprio Prof. Castagnolli. Finalmente, registre-se aqui o reconhecimento ao papel fundamental das Fundações Estaduais de pesquisa, do CNPq e da CAPES que, a partir da outorga de auxílios para pesquisa e bolsas de estudo, têm possibilitado a formação de novos pesquisadores, bem como o auxílio das empresas privadas, cada vez mais importantes na geração de informações e formação de recursos humanos que têm contribuído para o desenvolvimento da aquicultura nacional.





## **CAPÍTULO 1**

---

### **EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS**



## 1.1 Introdução

Em ambientes confinados, os peixes não dispõem de alimento em quantidade e de qualidade que atendam às exigências nutricionais para desempenho produtivo e reprodutivo ótimos. Em função disto, faz-se necessário o uso de rações comerciais que atendam às exigências em energia e nutrientes para garantir adequado desempenho produtivo, higidez e retorno econômico.

Diversos fatores relacionados com a linhagem, fase de crescimento, manejo, estado fisiológico, parâmetros físico-químicos da água, métodos de determinação e, principalmente, o tipo de alimento e sua proporção na composição das rações, podem influenciar as exigências nutricionais dos peixes. Tais fatores fazem com que ocorram diferenças nos resultados de pesquisas relativas à determinação das exigências nutricionais.

A tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, é uma espécie economicamente importante em diversos países, principalmente aqueles de clima tropical e subtropical, e a produção global da espécie vem crescendo a cada ano no Brasil em vários sistemas de produção, principalmente em viveiros e tanques-rede. A criação em viveiros é caracterizada pela menor densidade de estocagem, e a produção em

tanques-rede é caracterizada por elevada concentração de biomassa por unidade de volume.

Em sistemas intensivos de produção, as tilápias se destacam pelo rápido ritmo de crescimento em comparação às demais espécies utilizadas na piscicultura brasileira. As tilápias possuem carne com boas características organolépticas, passível de processamento industrial para obtenção de filés sem espinhas e de grande versatilidade industrial e culinária.

Tilápias reproduzem-se naturalmente em confinamento, o que possibilita a obtenção de grande número de juvenis para as fases posteriores do ciclo de produção. A reversão sexual durante a fase larval para obtenção de populações monossexo masculinas tem sido amplamente utilizada para controle populacional e incremento dos níveis de produtividade, uma vez que fêmeas direcionam parte dos nutrientes ingeridos na forma de alimento para produção de gametas e, por isso, apresentam ritmo de crescimento menor que os machos. Além de evitar a reprodução em confinamento, a reversão sexual evita ou pelo menos minimiza, acidentes de introdução indesejada de espécies exóticas tanto em reservatórios como em corpos d'água naturais.

Na natureza, a tilápia nilótica alimenta-se nos níveis tróficos inferiores. Em confinamento, comporta-se como espécie oportunista, onívora, aceitando alimento artificial – ração – desde a fase larval e

utilizando eficientemente os carboidratos como fonte de energia, o que possibilita o uso de fontes de proteína e de energia de origem vegetal na formulação, processamento e uso de rações comerciais de custo mínimo e elevado valor nutritivo nos sistemas de produção da espécie.

A importação de novas linhagens e o desenvolvimento de programas de melhoramento têm sido fundamental para o desenvolvimento e uso de peixes com características adequadas para criação em nosso país. Diversos grupos de pesquisas têm realizado estudos na área de nutrição, contribuindo para o aperfeiçoamento do manejo nutricional e elaboração de rações que permitiram melhoras dos índices zootécnicos e higidez das tilápias em confinamento, bem como gerando informações para elaborar rações que resultem em menor impacto ambiental.

Peixes confinados demandam rações com adequado balanço de nutrientes e energia para o crescimento e reprodução. Desta forma, há necessidade de informações precisas sobre composição químico-bromatológica e valor nutritivo dos alimentos e as exigências nutricionais para a formulação de rações. Apesar das influências do meio, e da influência do sistema de manejo e das características genotípicas das várias linhagens no desempenho e produtividade das tilápias, a presente obra foi elaborada com o objetivo de compilar informações publicadas no Brasil e relacionadas com nutrição da tilápia nilótica. As informações foram tabuladas com base em valores

médios compilados de artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, bem como dissertações e teses, fontes de informações confiáveis posto que revisadas em diversas instâncias até sua apresentação final.

## 1.2 Energia e Carboidratos

O valor energético de rações para tilápias, geralmente, é expresso como energia digestível, uma vez que a determinação do valor de energia metabolizável é difícil, por problemas associados à coleta dos metabólitos dos peixes. Como a perda energética via brânquias e urina é pequena, torna-se mais prático determinar o valor de energia digestível em relação ao valor de energia metabolizável de um alimento ou ração (El-Sayed, 2006). As tilápias utilizam eficientemente os carboidratos como fonte de energia (Luquet, 1991), ao contrário do que ocorre com os peixes carnívoros, que utilizam os lipídios mais eficientemente que os carboidratos como fonte de energia, mas existe elevada correlação entre o nível de lipídios na ração com a deposição de lipídios na carcaça dos peixes (Sargent et al., 2002).

O equilíbrio entre o conteúdo em energia e os nutrientes em uma ração é importante para as atividades de manutenção, crescimento e reprodução dos peixes (Hoar e Randall, 1969). De forma geral, ainda que a relação energia digestível:proteína digestível em rações para tilápias seja próxima de 10 kcal g<sup>-1</sup> proteína (NRC, 1993), à medida que é observada a menor exigência em proteína com o avanço da idade, a relação aumenta, justificando a maior exigência em energia e menor em proteína em dietas para peixes.



A elevação dos níveis de fibra bruta em rações para peixes influencia a digestibilidade das rações e pode alterar o desempenho produtivo (Lanna et al., 2004a), a velocidade de trânsito gastrintestinal (Meurer et al., 2003a) e a morfometria intestinal. Além das influências sobre o crescimento e eficiência alimentar, os níveis de fibra na ração alteram a composição química da carcaça, principalmente o teor de gordura (Lanna et al., 2004b).

Em função da variedade de alimentos que compõem as rações para tilápias, existe preocupação tanto quanto ao excesso quanto à deficiência de fibra nos alimentos e na dieta. De forma geral, as pesquisas nacionais têm sido realizadas com rações contendo 3 a 5% de fibra bruta, excetuando-se as rações para a fase de reversão e logo após a reversão, elaboradas à base de fontes proteicas de origem animal, que geralmente não possuem níveis de fibra acima de 3,0%.

### **1.3 Proteína e Aminoácidos**

A proteína é o principal componente visceral e estrutural do organismo animal, sendo necessário seu contínuo suprimento alimentar para atender às exigências de manutenção e produção. A unidade das proteínas são os aminoácidos, sendo importante o

equilíbrio desses em uma ração para assegurar o máximo crescimento dos animais. Recentemente, o fenômeno da deposição de proteína, bem como o autobalanceamento da energia e da proteína pela tilápia-do-Nilo, foi avaliado por meio do “turnover” muscular envolvendo isótopos estáveis de carbono ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) (Zuanon et al., 2007; Bordinhon, 2008).

Os peixes não possuem exigência nutricional em proteína *per se*, mas de quantidades e proporções adequadas de aminoácidos essenciais e não-essenciais na ração para a deposição de proteína muscular e outras proteínas corporais (Wilson, 2002). No Brasil, vários alimentos de origem animal e vegetal podem ser utilizados com sucesso na alimentação de peixes e substituir parcial ou totalmente os alimentos de origem animal tradicionalmente utilizados nas rações para aquicultura. Entretanto, os perfis e a biodisponibilidade dos aminoácidos essenciais e não-essenciais que compõem cada um desses alimentos devem ser avaliados criteriosamente, principalmente lisina, metionina, treonina e triptofano, considerados os mais limitantes em rações para peixes.

As tilápias exigem os dez aminoácidos essenciais na dieta: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina; a lisina e a metionina geralmente são os aminoácidos dietéticos mais limitantes. A lisina está presente em elevada proporção no tecido muscular da tilápia-do-Nilo, sendo o

aminoácido essencial presente em maior proporção, tanto no corpo como no filé (Teixeira et al., 2008).

A exigência média em lisina da tilápia é de aproximadamente 5,8% da proteína da ração (Furuya et al., 2004a; Furuya et al., 2006a; Gonçalves et al., 2009a; Takishita et al., 2009; Bomfim et al., 2010) e sua suplementação garante aumento no ganho de peso, melhora na conversão alimentar, aumento na retenção de nitrogênio e redução no conteúdo de lipídios na carcaça. Ainda que diversos trabalhos tenham sido realizados com o objetivo de determinar as exigências em lisina por fase de criação, poucas são as informações sobre as exigências de aminoácidos que consideram o coeficiente de digestibilidade da energia, nutrientes e aminoácidos, bem como a relação aminoácido:lisina.

A metionina, geralmente, é o primeiro aminoácido limitante em rações à base de proteína dos subprodutos da soja para peixes (Furuya et al., 2001a). As exigências dietéticas de metionina + cistina para tilápia-do-Nilo variam em torno de 60% da lisina (Furuya et al., 2001a; Bomfim et al., 2008a; Quadros et al., 2009), com o mínimo de 0,54% de metionina na dieta (Furuya et al., 2004b).

A suplementação de metionina para tilápias com peso acima de 350 g resulta em melhor ganho de peso, conversão alimentar, taxa de deposição de proteína e rendimento de filé de forma

economicamente viável. Além disso, reduz a gordura corporal e os níveis de colesterol e triglicérides plasmáticos (Michelato, 2010).

Em adição aos aminoácidos sulfurados e a lisina, a treonina é um dos aminoácidos mais limitantes em rações práticas para peixes (Silva et al., 2006). As exigências dietéticas em treonina para tilápia-do-Nilo variam em torno de 70% da lisina quando a exigência é estimada com base no conceito de proteína ideal (Silva et al., 2006; Bomfim et al., 2008b; Quadros et al., 2009).

Apesar do hábito onívoro, as rações comerciais para tilápias possuem elevados teores de proteína. Em função disso, a farinha de peixe tem sido utilizada como fonte padrão de proteína destas rações, em função do elevado teor de proteína com bom balanço de aminoácidos, sendo também alimento palatável com quantidades adequadas de energia, ácidos graxos essenciais, minerais e vitaminas.

Em função do elevado custo da farinha de peixe no mercado brasileiro, as farinhas de carne e de vísceras têm sido usadas para substituir parcial ou totalmente a farinha de peixe em rações comerciais. Com perspectivas promissoras de contínuo crescimento na produção das fontes proteicas de origem vegetal, tem-se preconizado o uso das mesmas para compor rações comerciais em substituição às farinhas de origem animal.

Em função da disponibilidade no mercado nacional e elevado valor nutritivo, o farelo de soja tem-se destacado como a fonte

proteica de origem vegetal mais promissora. Porém, esse alimento possui diversos fatores antinutricionais, deficiência em aminoácidos sulfurados e menores valores de energia digestível, cálcio e fósforo que a farinha de peixe (Furuya et al., 2001b).

Pesquisas recentes têm evidenciado a importância da utilização de aminoácidos industriais em rações para tilápias quando as fontes alternativas de proteína são utilizadas em substituição à farinha de peixe. Quando se deseja reduzir o nível de proteína da ração, há a necessidade de avaliar também os níveis dos demais aminoácidos essenciais além da lisina, metionina, treonina, triptofano e arginina (Furuya et al., 2005a; Botaro et al., 2007; Quadros et al., 2009; Righetti, 2009).

À medida que são reduzidos os teores de proteína e o número de alimentos que compõem as rações para tilápias, aumenta a importância dos aminoácidos industriais. Os resultados obtidos com aminoácidos industriais em rações para a tilápia-do-Nilo parecem estar diretamente relacionados com o nível de energia e proteína, fonte proteica utilizada e balanceamento de aminoácidos das rações.

Em muitas situações, é necessária a suplementação múltipla de aminoácidos para maximizar a utilização da proteína, de forma a manter a taxa contínua de absorção para evitar desequilíbrios de aminoácidos. Para adequada suplementação de aminoácidos, é

necessário o conhecimento das exigências, bem como da digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos utilizados.

Apesar da importância econômica da tilápia-do-Nilo no país, são escassas as informações sobre as exigências nutricionais em aminoácidos que consideram as fases da criação comercial. Ainda que exista elevada correlação entre o perfil de aminoácidos corporal e as exigências em aminoácidos essenciais determinados em experimentos dose-resposta, há que se considerar que as diferenças entre os valores estimados e determinados em experimentos dose-resposta podem representar variações no desempenho produtivo e na resposta econômica em criações comerciais. A possibilidade do uso de aminoácidos sintéticos para melhorar os níveis e proporções dos aminoácidos essenciais e não-essenciais, constitui ferramenta importante na formulação de rações que proporcionem condições de melhor desempenho aos peixes, considerando as vantagens econômicas e conservação do meio ambiente.

O conceito de proteína ideal foi inicialmente definido por Mitchell (1964) como sendo uma mistura de aminoácidos ou proteína, cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento. Proteína ideal é uma mistura de proteínas ou aminoácidos com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capaz de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos, de forma a atender a

manutenção e produção, para promover a deposição proteica com máxima eficiência.

Para aplicação do conceito de proteína ideal, seleciona-se um aminoácido como referência e as exigências dos outros aminoácidos são apresentadas como uma proporção desse aminoácido-referência (Parsons e Baker, 1994). A lisina é utilizada como aminoácido de referência principalmente pelo fato de que a análise de lisina é mais fácil de ser realizada do que a de metionina e de cistina, sendo a lisina utilizada exclusivamente para a produção de proteína (Emmert e Baker, 1997).

A vantagem da utilização do conceito de proteína ideal na alimentação e nutrição dos peixes é o fato que o conceito pode ser adaptado a uma variedade de situações, porque ainda que as exigências absolutas de aminoácidos possam mudar por diversas razões, as proporções entre as quantidades destes aminoácidos nas rações permanecem praticamente estáveis, independentemente da genética e da fase de criação. As proporções de aminoácidos devem ser expressas em termos de aminoácidos digestíveis, sendo importante considerar as diferenças na digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos.

Uma das vantagens da utilização do conceito para elaboração de rações é evitar o desequilíbrio entre aminoácidos, o que pode resultar em deficiência, antagonismos ou toxicidade. Além disso, a partir do

balanceamento das rações de tilápias com base no conceito de proteína ideal, visa-se a redução no custo da ração, menor excreção de nitrogênio, resultante da redução dos níveis de proteína da ração e melhor eficiência na utilização do nitrogênio dietético, metas importantes na criação de organismos aquáticos (Botaro et al., 2007).

Resultados de pesquisas com tilápias demonstram que o padrão corporal de aminoácidos nem sempre é indicativo da exigência dietética nestes nutrientes (Wilson, 2002). É recomendável então que sejam realizados experimentos dose-resposta para determinação do perfil de aminoácidos ideal em uma ração para peixes, principalmente lisina, a fim de evitar deficiências dos demais aminoácidos essenciais (incluindo cistina e tirosina), ou mesmo da própria lisina.

A utilização deste conceito como base para a pesquisa sobre exigências em aminoácidos para peixes já foi descrita para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) por Wilson (1991; 2002), para a tilápia-do-Nilo por Furuya et al. (2001a), Furuya et al. (2005a), Botaro et al. (2007), Bomfim et al. (2008a, b, c; 2010), Quadros et al. (2009) e para o salmão do Atlântico (*Salmo salar*) por Rollin et al. (2003). Para aplicação do conceito é importante a determinação dos valores de aminoácidos digestíveis dos alimentos, portanto a formulação de rações com base em aminoácidos totais é menos eficiente do que aquela feita com base em aminoácidos digestíveis, provavelmente em virtude das diferenças de digestibilidade dos aminoácidos em cada alimento.



O conceito de proteína ideal tem sido utilizado com sucesso para obter rações com níveis reduzidos de proteína que não tenham efeitos negativos sobre o desempenho produtivo. A redução do nível proteico da ração deve ser analisada de forma crítica, considerando que em condições práticas, além do crescimento e conversão alimentar, deve-se considerar o estado de saúde dos peixes frente aos constantes desafios dos sistemas de criação.

#### **1.4 Lipídios e Ácidos Graxos**

A tilápia-do-Nilo utiliza eficientemente os lipídios como fonte de energia e ácidos graxos (Sargent et al., 2002). Os benefícios da utilização de lipídios em rações para tilápias estão relacionados ao valor energético deste nutriente. O óleo de soja, por exemplo, possui valor de 8.485 kcal ED kg<sup>-1</sup> (Boscolo et al., 2002), o que facilita o aumento da densidade energética para otimização do consumo e energia e nutrientes.

Os óleos de oliva, de milho e de soja são fontes ricas em ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados ômega-6 (PUFAs ômega-6); os óleos de linhaça e de peixe constituem fontes de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (PUFAs ômega-3) (Gunstone et al., 1994). As

diferentes fontes dietéticas de ácidos graxos podem influenciar a composição corporal, o padrão de lipoproteínas plasmáticas e a função imunológica da tilápia-do-Nilo (Sargent et al., 2002).

O aumento dos níveis de lipídios dietéticos melhora a conversão alimentar em tilápias (Boscolo et al., 2004). A inclusão de lipídeos na ração para tilápias leva ao aumento do nível de gordura corporal; este aumento está relacionado com o nível de inclusão, isto é, quanto maior o nível de lipídeo dietético maior o depósito de gordura no peixe (Meurer et al., 2002).

O ácido linoleico conjugado (CLA) é composto por um grupo de isômeros conjugados geométricos e posicionais do ácido linoleico (18:2n-6) que são encontrados naturalmente apenas em carne de ruminantes e produtos lácteos, visto que sua produção é realizada apenas por bactérias ruminais, ou enzimaticamente na glândula mamária. A forma primária encontrada nesses produtos é apenas o *cis*-9, *trans*-11. Entretanto, sinteticamente, é possível obter o CLA com os isômeros predominantes *cis*-9, *trans*-11 e *trans*-10, *cis*-12 (Pariza et al., 2001).

Considerando o baixo consumo de CLA, encontrado somente em produtos derivados de ruminantes (Chin et al., 1992), a suplementação de CLA em rações para peixes visa também aumentar as fontes de CLA em produtos destinados ao consumo humano. Além disso, para consumo humano, o perfil de ácidos graxos dos peixes

criados em confinamento é inferior aos dos encontrados em rios e lagos, ou seja, esses peixes apresentam baixos teores de ácidos graxos da família n-3 e de cadeia longa (metabolicamente essenciais) (Maia et al., 1995; Moreira et al., 2001).

A adição de CLA em ração para a tilápia-do-Nilo melhora variáveis de desempenho produtivo, afeta o metabolismo e a proporção dos ácidos graxos nos filés e fígados e aumenta o teor de proteína nos filés. A deposição máxima de CLA nos lipídios totais do filé de tilápias-do-Nilo pode chegar a 1,61 g 100 g<sup>-1</sup> de lipídios do filé, com elevada deposição na primeira semana (Santos et al., 2007).

## **1.5 Minerais e Vitaminas**

Os minerais e as vitaminas são nutrientes imprescindíveis para o normal funcionamento dos processos biológicos e para a manutenção da higidez animal. A exigência nutricional em minerais dos peixes é atendida, em grande parte, pela absorção pelas brânquias e pele. Esta absorção pode ser afetada pela composição química da água e pelas características das espécies (NRC, 1993). Existem suplementos minerais e vitamínicos comerciais específicos para peixes nas suas diferentes fases do ciclo de vida. No entanto, há necessidade

de pesquisas para o melhor entendimento da ação de minerais e vitaminas sobre o crescimento, ciclo reprodutivo e higidez das tilápias.

De forma geral, rações elaboradas com níveis elevados de proteína de origem animal podem exceder as exigências nutricionais em cálcio e fósforo. Os níveis de cálcio e fósforo e a relação entre os mesmos devem ser cuidadosamente ajustados em rações para tilápias, uma vez que o excesso de fósforo e/ou cálcio dietético interfere negativamente na disponibilidade do zinco, magnésio e ferro (Chamber, 2008).

Entre os minerais, o fósforo é o mais pesquisado. Os peixes podem absorver da água praticamente 100% de todos os minerais que necessitam para o conforto fisiológico exceto o fósforo, mas existem evidências que os minerais disponíveis na água não são suficientes para satisfazer os elevados níveis de exigência nutricionais impostos pelos sistemas de produção, sendo necessário suplementá-los por meio da ração, principalmente o fósforo (Miranda et al. 2000; Furuya et al., 2001b).

O fósforo é essencial para o adequado crescimento e a reprodução dos peixes, importante constituinte corporal, principalmente dos ossos (Miranda et al., 2000), portanto, exigido em grandes quantidades na ração, se comparado aos demais minerais. A deficiência em fósforo resulta em redução no ganho de peso, piora na conversão alimentar (Pezzato et al., 2006), na deposição dos demais

minerais nos tecidos moles (Furuya et al., 2008a,b) e nos ossos (Pezzato et al., 2006; Quintero-Pinto, 2008). Tilápias alimentadas com rações deficientes em cálcio e fósforo podem apresentar deformidades em diversas regiões do corpo (Furuya et al., 2001b) e aumento na deposição de lipídios na carcaça (Chamber, 2008).

A importância da relação cálcio:fósforo em rações para a tilápia-do-Nilo foi estudada por Miranda et al. (2000). Segundo os autores, as tilápias exigem dietas com o mínimo de 0,25% de fósforo disponível para a mineralização óssea satisfatória. Os melhores resultados de desempenho produtivo são observados com dietas cujas relações Ca:P disponível estão entre 1:1 ou 1:1,5. A exigência nutricional em fósforo disponível foi determinada para tilápias-do-Nilo em diferentes categorias de peso por Furuya et al., (2008a,b), Chamber (2008) e Quintero-Pinto (2008).

O uso de alimentos de origem vegetal em rações para peixes é uma alternativa para a substituição da farinha de peixe. Por outro lado, os alimentos de origem vegetal, geralmente, contêm mais da metade do seu fósforo na forma de ácido fítico, indisponível aos peixes. A utilização de fitase, em ração isenta de proteína animal e deficientes em fósforo, resulta em melhorias no ganho de peso e conversão alimentar (Furuya et al., 2001c), os efeitos mais marcantes ocorrem quando do aumento dos teores de cálcio e fósforo nos ossos (Furuya et al., 2006b). A suplementação de fitase em rações para tilápia-do-Nilo melhora a digestibilidade da proteína, energia bruta e

aumenta a disponibilidade do cálcio, fósforo, zinco, manganês e magnésio (Gonçalves et al., 2005; Bock et al. 2006), permitindo reduzir os níveis de proteína e fósforo nestas rações (Furuya et al., 2005b). Com a adição de fitase às rações, é possível reduzir a inclusão de fósforo inorgânico e, conseqüentemente, a descarga no ambiente de fósforo e nitrogênio originados da criação de peixes.

Dentre os minerais que desempenham funções importantes no organismo dos peixes destacam-se o cobre, o zinco e o ferro. A deficiência ou o excesso de cobre ( $320 \text{ mg Cu kg}^{-1}$ ) na dieta não determinam alterações no desempenho produtivo e na hematologia das tilápias, mas a concentração de cobre no fígado é influenciada pelos níveis desse mineral na dieta. A concentração elevada do cobre na dieta induz alterações hepáticas e o tempo é fator determinante da ação detrimental do cobre para respostas fisiológicas do peixe (Ferrari et al., 2004).

O zinco participa como componente ativo ou cofator para importantes sistemas enzimáticos. A exigência em zinco para ganho de peso da tilápia-do-Nilo foi estimada em  $79,5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$  e sua deficiência altera negativamente os parâmetros hematológicos, a atividade da fosfatase alcalina e os níveis plasmáticos do mineral, havendo variação na sua absorção de acordo com a fonte utilizada (Sá et al., 2005).

A deficiência nutricional em ferro resulta em redução da hemoglobina, hematócrito, volume globular médio e concentração de hemoglobina globular média, indicando ocorrência de anemia microcítica e hipocrômica. A exigência nutricional mínima em ferro para manutenção da eritropoiese é de 60,0 mg Fe kg<sup>-1</sup> (Kleemann, 2002).

As vitaminas são essenciais para o funcionamento do organismo, desempenhando papel importante em diversas reações do metabolismo, agindo principalmente como cofatores enzimáticos e influenciando a saúde animal (Mc Dowell, 2000). A deficiência nutricional em vitamina A para juvenis de tilápia-do-Nilo resulta em apatia, natação errática, exoftalmia, erosão da base da nadadeira caudal e acúmulo de fluido seroso na cavidade visceral (Guimarães, 2009). Tilápias exigem 4.704 UI vit A kg<sup>-1</sup> de dieta para adequado ganho de peso e 4.138 UI vit A kg<sup>-1</sup> de dieta para garantir hígidez. A deficiência nutricional em vitamina A resulta em aumento do índice de mortalidade do estoque, neutropenia, redução do número de eritrócitos, da porcentagem de hematócrito e da taxa de hemoglobina (Guimarães, 2009), exoftalmia, catarata e hemorragia na nadadeira peitoral (Bacconi-Campeche et al., 2009).

Em criação intensiva, os peixes são continuamente expostos a situações de estresse que, por muitas vezes, determinam modificações temporárias na homeostase, induzindo o peixe a alterar suas respostas fisiológicas na tentativa de se adaptar a novas situações. Essas

mudanças podem ser prolongadas e virem acompanhadas de estresse crônico, intensificando o desequilíbrio orgânico. Elevadas taxas de mortalidade em piscicultura durante os períodos de estresse e em função da queda de resistência e maior susceptibilidade a doenças, especialmente no inverno, podem determinar grandes prejuízos aos produtores. Isso pode ocorrer por causa de alterações no sistema imunológico causadas pela baixa temperatura, juntamente com fatores neuroendócrinos (Falcon et al., 2008).

O uso de parâmetros hematológicos como indicadores de saúde tem sido adotado em pesquisas considerando-se o binômio nutrição e saúde de peixes. Fatores tais como espécie, sexo, idade, temperatura da água, concentração de oxigênio e gás carbônico, salinidade e pH do meio devem ser considerados por ocasião da interpretação do quadro sanguíneo dos peixes (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004).

O ácido ascórbico (vitamina C) é uma das vitaminas mais estudadas para as tilápias, que assim como outros animais, não conseguem sintetizá-la. Tilápias alimentadas com rações ausentes de suplementação de ácido ascórbico exibem baixa taxa de crescimento e baixa taxa de sobrevivência (Toyama et al., 2000). Níveis adequados de vitamina C melhoram o sistema imunológico, sendo importante em situações de estresse térmico (Falcon et al., 2008).



A colina é uma vitamina exigida em rações para tilápias, na proporção de 800 mg kg<sup>-1</sup>, para melhor ação lipotrófica (Vieira et al., 2001; Fernandes Júnior, 2008). O efeito da colina sobre o desempenho produtivo é modesto, mas o efeito sobre deposição de gordura corporal é considerável, resultando em peixes com menor acúmulo de lipídeo no tecido hepático (Graciano, 2009).

A vitamina E influencia o sistema imunológico, podendo aumentar as defesas celulares e humorais (Urbinati e Carneiro, 2004). A função de maior importância dessa vitamina é sua ação antioxidante “in vivo”, protegendo os lipídeos dos tecidos do ataque dos radicais livres. Influencia ainda a composição centesimal e a oxidação lipídica, protegendo os filés ao longo do período de estocagem (Otani, 2009).

Apesar do baixo nível dietético de inclusão em relação aos demais nutrientes, as vitaminas e minerais são importantes para o crescimento e saúde dos peixes. Assim, pesquisas sobre a determinação das exigências em minerais e vitaminas pelas tilápias constituem-se em importante ferramenta de desenvolvimento da piscicultura comercial, objetivando produção econômica e racional.

## **CAPÍTULO 2**

---

### **VALOR NUTRITIVO DOS ALIMENTOS**



## 2.1 Alimentos Concentrados

O conhecimento dos valores de digestibilidade dos nutrientes permite a elaboração de rações balanceadas para peixes, que melhora o equilíbrio orgânico animal, aumenta a resistência a doenças e permite maior produtividade nos sistemas intensivos de criação. Desta forma, deve-se conhecer o valor nutritivo dos alimentos que vão compor as rações utilizadas nos sistemas intensivos de produção, visando à formulação e processamento de rações balanceadas de alta qualidade.

A produção global de farinha de peixe já não atende à demanda para confecção das rações para organismos aquáticos. O preço deste alimento tem aumentado como resultado da aceleração desta demanda mundial e, em consequência, os alimentos concentrados proteicos de origem vegetal são opção economicamente viável. As rações de peixes e camarões marinhos consomem aproximadamente metade da farinha de peixe disponível no mercado mundial.

Qualquer que seja a fonte de proteína utilizada na formulação, o custo do balanço em aminoácidos não pode ser alterado com facilidade. Assim, substituições não-engenhosas podem acarretar perdas substanciais ao desempenho e à saúde dos animais e

comprometer a qualidade do ambiente do sistema de produção e áreas adjacentes.

A obtenção de dieta com adequada relação energia:proteína depende, principalmente, do valor nutritivo combinado dos alimentos. A indústria de ração considera os valores nutritivos dos alimentos disponíveis no mercado, quando da aquisição desses produtos. Assim, o aporte nutritivo é o que determina os preços dos alimentos energéticos como milho, trigo, arroz ou sorgo, por exemplo, bem como dos alimentos proteicos, como as farinhas de peixe ou de carne e os farelos de soja, canola ou algodão.

Teoricamente, rações são compostas por um grupo limitado de alimentos proteicos e energéticos, os quais não apresentam preços flexíveis. Dessa forma, toda vez que houver elevação do preço de um alimento base, como o milho ou a soja, haverá equivalente valorização das rações industrializadas.

Em função das projeções de mercado para o aumento na produção de rações para os organismos nos próximos anos, será necessário disponibilizar grandes volumes de alimentos proteicos para atender às exigências nutricionais das espécies produzidas em confinamento. É fundamental que se conheça, em especial, o valor nutritivo dos alimentos concentrados de origem vegetal, os quais podem apresentar baixa disponibilidade de alguns nutrientes, como no caso dos minerais.

A análise química é o ponto inicial para determinação do valor nutritivo de um alimento, ingrediente ou ração. Após a ingestão, a efetiva assimilação dos nutrientes depende da aptidão fisiológica do animal (Pezzato et al., 2004a). O conhecimento dos valores digestíveis dos alimentos permite a formulação de rações que melhor atendam às exigências nutricionais, evitando tanto a sobrecarga fisiológica quanto a ambiental.

### 2.1.1. Alimentos concentrados energéticos

Os alimentos de origem vegetal são eficientemente utilizados pela tilápia-do-Nilo; no entanto, o milho apresenta melhor coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca do que ao farelo de trigo (Furuya et al., 2001b). Os coeficientes de digestibilidade aparente do milho, amido de milho, sorgo, e dos farelos de trigo e de arroz já foram determinados para a tilápia-do-Nilo. Dentre os alimentos energéticos, o milho, alimento comum em rações para organismos aquáticos, possui coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta superior a 90% para a tilápia (Pezzato et al., 2002; Gonçalves et al., 2009b). A quirera de arroz, o sorgo e o milho também são boas fontes de energia para essa espécie (Guimarães et al., 2008a).

O milho, o trigo em grãos e o sorgo baixo tanino apresentaram bons valores de proteína digestível para a tilápia quando comparados

com os demais alimentos energéticos. Outro alimento que tem sido utilizado como fonte energética, e que também possui proteína de boa digestibilidade, é a quirera de arroz, embora apresente coeficiente de digestibilidade aparente da proteína ligeiramente inferior ao do milho e ao do sorgo baixo tanino. O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta do sorgo alto tanino é inferior em comparação aos coeficientes de digestibilidade aparente dos demais alimentos energéticos (Freire et al., 2002). Isso pode ser atribuído à ação antinutricional do tanino, que diminui a utilização da energia e proteína (aminoácidos) do alimento.

## 2.1.2. Alimentos concentrados proteicos

### 2.1.2.1. Alimentos proteicos de origem animal

Dentre os alimentos proteicos de origem animal com melhores valores digestíveis, destaca-se a farinha de vísceras, seguida da farinha de peixe, enquanto os menores valores são apresentados pelas farinhas de penas e de sangue tostada (Pezzato et al., 2002). A alta temperatura e o tempo prolongado para a obtenção da farinha de sangue processada em tambor afetam a estrutura da proteína,

resultando em baixos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína. A farinha de sangue atomizada e a fração celular são eficientemente utilizadas pela tilápia-do-Nilo (Narváez-Solarte, 2006).

Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta das farinhas de carne e farinha de peixe são próximos, mas inferiores ao da farinha de vísceras. A farinha de carne também apresenta bom coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, mas seu valor nutritivo depende da matéria-prima utilizada para produzi-la. Equações para estimar os valores de proteína e energia digestíveis da farinha de carne em função do teor de proteína foram apresentadas por Vidal (2010). Em função do processamento a que são submetidos e/ou matéria-prima utilizada para elaboração do produto final, a farinha de penas e a farinha de sangue seca em tambor apresentam baixos coeficientes de digestibilidade para a fração proteica (Narváez-Solarte, 2006; Guimarães et al., 2008b). A farinha de vísceras apresenta maior valor de proteína digestível do que a farinha de peixe e a farinha de carne (Guimarães et al., 2008b; Gonçalves et al., 2009b; Vidal, 2010), enquanto a farinha de penas apresenta valor digestível para proteína inferior a esses alimentos (Gonçalves et al., 2009b).

Alimentos como as farinhas de peixe, vísceras, sangue atomizado e a fração celular do sangue apresentam bons valores de energia digestível. As farinhas de carne, penas e a farinha de sangue seca em tambor apresentam baixos valores de energia digestível (Narváez-Solarte, 2006).



Embora apresentem excelentes coeficientes de digestibilidade aparente, a farinha de sangue atomizada e a farinha de células sanguíneas devem ser utilizadas com restrição como alimento para as tilápias em função de baixa palatabilidade. Dentre os alimentos proteicos de origem animal, a farinha de sangue seca em tambor apresenta o pior coeficiente de digestibilidade aparente para as tilápias (Narváez-Solarte, 2006).

#### 2.1.2.2. Alimentos concentrados proteicos de origem vegetal

O farelo de soja é excelente fonte de proteína e aminoácidos para tilápias, tendo a metionina como aminoácido limitante (Furuya et al., 2001c). O farelo de soja se destaca dentre as fontes proteicas de origem vegetal quando comparado ao farelo de algodão-28, ao farelo de girassol e ao glúten de milho, apresentando inclusive valores de proteína digestível superiores à da farinha de peixe. O farelo de soja apresenta melhor coeficiente de digestibilidade do que o farelo de algodão-28 e o farelo de algodão-38 (Guimarães, 2008a,b). Dentre os alimentos proteicos de origem vegetal, destacam-se, também, o glúten de milho-60 e o glúten de milho-21, seguidos do farelo de canola, que apresentam bons coeficientes de digestibilidade aparente da proteína para a tilápia-do-Nilo (Pezzato et al., 2002).

## **2.2. Coeficientes de Digestibilidade dos Aminoácidos**

### **2.2.1. Alimentos energéticos**

Comparando-se os coeficientes de digestibilidade aparente dos aminoácidos do milho, farelo de trigo, quirera de arroz, farelo de arroz e sorgo registrados para a tilápia-do-Nilo, observa-se que a digestibilidade média dos aminoácidos é maior para o milho, enquanto os valores mais baixos de digestibilidade da metionina e da cistina são apresentados pelos farelos de trigo e de arroz, respectivamente (Guimarães et al., 2008a). A digestibilidade aparente dos aminoácidos dos alimentos energéticos varia entre os ingredientes e dentro de cada ingrediente de acordo com a origem. Os coeficientes de digestibilidade aparente da arginina e da metionina são altos para os alimentos energéticos. Considerando as diferenças entre os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e aqueles obtidos com cada aminoácido, torna-se importante determinar a digestibilidade individual dos aminoácidos, objetivando o atendimento das exigências nutricionais.

### 2.2.2. Alimentos proteicos

Apesar de ser espécie cosmopolita, poucas são as informações sobre a digestibilidade de aminoácidos dos alimentos para a tilápia-do-Nilo. O coeficiente de digestibilidade aparente médio dos aminoácidos das farinhas de peixe, carne, vísceras, penas, sangue seco em tambor, sangue atomizado, fração celular do sangue e dos farelos de soja, glúten de milho-60, algodão-32 e algodão-28 apresentam valores distintos de coeficiente de digestibilidade para a proteína.

Embora a digestibilidade da proteína possa ser, em parte, utilizada para estimar a digestibilidade média dos aminoácidos do alimento, o valor digestível de um determinado aminoácido pode ser diferente do valor médio da proteína (Furuya et al., 2001b). Dentre os alimentos proteicos de origem vegetal, o farelo de soja se destaca por apresentar valores elevados de coeficientes de digestibilidade aparente para os aminoácidos lisina, metionina, arginina, triptofano e valina, havendo pequenas diferenças para os coeficientes de digestibilidade dos demais aminoácidos essenciais entre o farelo de soja e o glúten de milho. Os menores valores de coeficientes de digestibilidade são observados para o farelo de trigo, farelo de algodão-28 e farelo de algodão-38, respectivamente (Guimarães et al., 2008a; Gonçalves et al., 2009b; Kleemann et al., 2009).

Para os alimentos proteicos de origem animal, a farinha de vísceras de aves é o que apresenta os melhores coeficientes de digestibilidade aparente para os aminoácidos histidina, fenilalanina e metionina. Entretanto, para os demais aminoácidos, há pouca diferença entre este alimento e a farinha de peixe (Guimarães et al., 2008a, b). Observa-se ainda que os aminoácidos da farinha de sangue atomizado e a fração celular de sangue são eficientemente utilizados pela tilápia-do-Nilo (Narváez-Solarte, 2006). A isoleucina deve ser considerada o aminoácido mais limitante na formulação de rações para a tilápia-do-Nilo, seguida pela metionina+cistina, arginina e treonina, aminoácidos que foram encontrados em níveis limitantes para essa espécie, principalmente na farinha de sangue seca em tambor (Narváez-Solarte, 2006).

De forma geral, os alimentos proteicos (vegetal e animal), exceto os farelos de algodão com 28 e 32% de proteína bruta, apresentam coeficientes de digestibilidade aparente maiores que 70%. Os aminoácidos com coeficientes de digestibilidade aparente menor que 70%, nesses alimentos, são treonina, valina, ácido aspártico, glicina e prolina para o farelo de algodão-28, e a lisina para o farelo de algodão-32 (Guimarães, 2008a, b; Gonçalves et al., 2009b).

O conhecimento dos valores de digestibilidade da energia e nutrientes dos alimentos utilizados para a formulação de rações para uso na aquicultura é necessário para atender aos anseios biológicos e econômicos da produção de organismos aquáticos. Além disso, é

importante para a elaboração de rações que considerem o aspecto ambiental.

## **CAPÍTULO 3**

---

### **Tabelas de composição e valor nutritivo dos alimentos, aditivos e processamento**



Tabela 1 - Valores de matéria seca total, energia bruta, proteína bruta, matéria seca digestível, energia digestível e proteína digestível de alimentos para a tilápia-do-Nilo (base na matéria natural).

<b>Alimento</b>	<b>MS<sub>t</sub></b>	<b>EB</b>	<b>PB</b>	<b>MS<sub>d</sub></b>	<b>ED</b>	<b>PD</b>
	%	kcal kg <sup>-1</sup>	%	%	kcal kg <sup>-1</sup>	%
Algaroba, farelo <sup>1</sup>	82,57	4340,00	8,11	46,23	3209,86	6,64
Algodão, farelo-30 <sup>2</sup>	88,91	4139,00	30,88	47,22	2110,90	23,12
Algodão, farelo-34 <sup>3</sup>	89,82	4173,00	33,50	70,15	2591,00	29,18
Algodão, farelo-40 <sup>4</sup>	93,67	4287,65	40,33	65,78	3076,8	35,77
Algodão, farelo 45 <sup>5</sup>	91,19	4544,00	44,71	78,18	4095,50	41,40
Amido <sup>2</sup>	89,70	3630,00	0,55	62,83	2528,35	0,48
Arroz, farelo <sup>6</sup>	91,74	4098,00	12,80	51,00	2359,63	8,56
Arroz, quirera <sup>6</sup>	88,91	3808,60	7,39	80,04	3337,40	5,90
Aveia, grão <sup>2</sup>	89,00	4120,00	9,90	72,15	2635,98	9,00
Canola, farelo <sup>7</sup>	90,54	4123,19	37,66	69,96	2969,85	32,60
Carne e ossos, farinha <sup>5</sup>	93,13	3576,19	45,25	64,23	2166,81	39,94
Coco, farelo <sup>1</sup>	89,50	5000,00	24,10	53,87	2990,00	20,91
Leite, soro desidratado <sup>1</sup>	89,20	4000,00	25,95	77,49	3400,00	23,79
Levedura, autolisada <sup>8</sup>	94,28	4255,00	36,21	79,06	3616,95	27,33
Levedura, íntegra <sup>8</sup>	93,98	4334,00	38,71	76,91	3430,36	30,66
Levedura, parede celular <sup>9</sup>	94,61	4310,00	34,82	83,47	3715,22	12,08



Tabela 1 – continuação

<b>Alimento</b>	<b>MS<sub>t</sub></b>	<b>EB</b>	<b>PB</b>	<b>MS<sub>d</sub></b>	<b>ED</b>	<b>PD</b>
	%	kcal kg <sup>-1</sup>	%	%	kcal kg <sup>-1</sup>	%
Mandioca, raspa <sup>10</sup>	87,35	3870,00	3,09	68,26	3162,95	2,79
Milho, fubá <sup>2</sup>	87,95	3808,00	6,91	77,08	3308,39	6,10
Milho, gémém <sup>2</sup>	89,10	4924,00	10,18	48,60	2152,77	8,83
Milho, glúten-21 <sup>2</sup>	89,50	4780,00	21,00	43,71	3193,04	18,87
Milho, glúten-60 <sup>11</sup>	90,36	5105,44	62,37	77,11	4172,43	59,19
Milho, grão <sup>12</sup>	87,50	3826,00	8,36	57,12	2901,06	7,47
Nabo, farelo <sup>13</sup>	91,28	4256,00	42,07	57,12	3203,07	34,54
Peixe, farinha <sup>11</sup>	91,68	3901,96	54,44	72,47	3436,13	46,57
Penas, farinha <sup>2</sup>	93,00	5200,00	83,30	34,77	3543,80	65,39
Sangue, farinha "SD" <sup>14</sup>	93,73	4930,00	82,09	77,30	3696,02	79,90
Sangue, farinha <sup>15</sup>	93,33	4756,00	81,84	49,77	2877,59	41,48
Soja, integral <sup>16</sup>	90,25	5240,0	37,25	61,05	3843,02	34,35
Soja, semi-integral <sup>17</sup>	93,37	4697,78	42,20	nd	3614,00	38,75
Soja, farelo-45 <sup>18</sup>	89,02	4210,15	45,93	64,14	3178,12	42,24
Soja, farelo-48 <sup>17</sup>	92,42	4210,09	49,60	nd	3070,00	46,02
Soja, isolado proteico <sup>17</sup>	92,83	4908,10	86,80	nd	4139,00	83,69
Soja, óleo <sup>19</sup>	nd	9443,83	nd	nd	8485,28	nd

Tabela 1 – continuação

Alimento	MS <sub>t</sub>	EB	PB	MS <sub>d</sub>	ED	PD
	%	kcal kg <sup>-1</sup>	%	%	kcal kg <sup>-1</sup>	%
Sorgo, baixo tanino <sup>20</sup>	92,11	3995,00	9,65	46,68	2798,90	8,48
Sorgo, alto tanino <sup>20</sup>	89,31	3971,00	9,97	29,35	2507,69	7,49
Trigo, farelo <sup>2</sup>	90,31	4032,93	14,85	55,71	2599,72	12,82
Trigo, grão <sup>10</sup>	91,42	3932,08	11,43	79,09	3423,66	11,01
Triticale, grão <sup>2</sup>	89,41	3955,50	13,61	62,34	3036,40	12,42
Vísceras, farinha <sup>21</sup>	92,80	4744,38	58,69	73,87	3901,00	52,37

nd = não determinado

MS<sub>t</sub> = matéria seca total; EB = energia bruta; PB = proteína bruta; MS<sub>d</sub> = matéria seca digestível; ED = energia digestível; PD = proteína digestível

<sup>1</sup>Pezzato et al. (2004b); <sup>2</sup>Pezzato et al. (2002); <sup>3</sup>Gonçalves et al. (2009b); <sup>4</sup>Souza e Hayashi (2003a); <sup>5</sup>Quintero-Pinto (2008); <sup>6</sup>Guimarães et al. (2008a) e Gonçalves et al. (2009b); <sup>7</sup>Furuya et al. (2001d); <sup>8</sup>Pardo-Gamboa (2008); <sup>9</sup>Hisano et al. (2008); <sup>10</sup>Boscolo et al. (2002); <sup>11</sup>Pezzato et al. (2002), Meurer et al. (2003b), Gonçalves et al. (2009b) e Quintero-Pinto (2008); <sup>12</sup>Furuya et al. (2001d) e Pezzato et al. (2002); <sup>13</sup>Santos et al. (2010) – nabo forrageiro; <sup>14</sup>Sampaio et al. (2001) – farinha de sangue “Spray-dried” (SD); <sup>15</sup>Sampaio et al. (2001) e Pezzato et al. (2002) – farinha de sangue tostada; <sup>16</sup>Silva et al. (2005); <sup>17</sup>Dallagnoll (2010); <sup>18</sup>Pezzato et al. (2002), Boscolo et al. (2002), Gonçalves et al. (2009b) e Quintero-Pinto (2008); <sup>19</sup>Boscolo et al. (2002); <sup>20</sup>Freire et al. (2002;2005); <sup>21</sup>Pezzato et al. (2002), Meurer et al. (2003b) e Quintero-Pinto (2008).

Tabela 2 - Composição de aminoácidos essenciais (incluindo cistina e tirosina) dos alimentos (base na matéria natural).

Alimento	Aminoácido (%)											
	Arg	Hís	Ile	Leu	Lys	Met	Met + cys	Phe	Phe + tyr	Thr	Trp	Val
Algodão, farelo <sup>1</sup>	4,47	1,09	1,28	2,37	1,72	0,24	0,69	2,12	2,74	1,40	nd	1,91
Arroz, farelo <sup>2</sup>	0,92	0,33	0,42	0,81	0,64	0,07	0,21	0,58	0,84	0,49	0,10	0,65
Arroz, quirera <sup>2</sup>	0,41	0,17	0,32	0,67	0,30	0,11	0,21	0,50	0,72	0,28	nd	0,43
Carne e ossos, farinha <sup>2</sup>	3,22	0,64	1,09	2,30	2,59	0,46	0,84	1,92	2,41	1,20	0,18	1,80
Levedura, autolisada <sup>3</sup>	1,33	0,69	1,62	2,51	2,59	0,47	0,76	1,49	2,25	2,22	nd	2,00
Levedura, parede celular <sup>2</sup>	1,55	0,76	2,05	2,84	2,90	0,42	0,64	1,70	2,39	2,43	nd	2,45
Levedura, íntegra <sup>2</sup>	1,08	0,52	1,41	1,86	1,90	0,28	0,28	1,13	1,52	1,49	nd	1,68
Milho, glúten 60 <sup>1,2</sup>	1,47	1,15	2,54	11,13	1,04	1,19	1,81	3,97	6,91	1,91	nd	2,49
Milho, grão <sup>3,4</sup>	0,38	0,23	0,23	0,86	0,20	0,12	0,24	0,38	0,68	0,26	0,04	0,33
Nabo, forrageiro <sup>5</sup>	1,82	0,78	1,14	1,95	1,42	0,22	nd	1,13	1,86	1,26	nd	1,36
Peixe, farinha <sup>6</sup>	3,42	1,15	2,24	3,79	4,04	1,40	2,00	2,20	3,65	2,17	0,27	2,87
Penas, farinha <sup>2</sup>	5,71	0,49	3,90	6,63	2,94	0,47	4,93	3,84	4,96	3,87	0,43	5,58

Tabela 2 - Continuação

Alimento	Aminoácido (%)											
	Arg	His	Ile	Leu	Lys	Met	Met+cys	Phe	Phe+tyr	Thr	Trp	Val
Sangue, farinha convencional <sup>7</sup>	3,96	4,96	0,76	12,49	8,45	1,05	1,89	nd	9,91	4,61	nd	7,60
Sangue, farinha tambor <sup>7</sup>	4,00	5,23	0,74	12,61	8,88	1,29	2,33	nd	9,99	4,11	nd	7,97
Sangue, farinha, atomizado <sup>7</sup>	3,58	5,64	0,24	13,02	8,58	1,32	1,95	nd	9,65	3,75	nd	7,96
“Silagem”, peixe ácida <sup>8</sup>	2,91	1,40	3,23	3,50	3,33	2,17	2,94	2,05	3,36	2,04	0,36	2,70
“Silagem”, peixe biológica <sup>8</sup>	1,86	0,99	1,20	2,42	2,42	1,86	2,53	1,31	2,30	1,64	0,24	1,42
“Silagem”, peixe enzimática <sup>8</sup>	2,98	1,32	2,21	3,31	3,22	2,21	2,99	2,21	3,52	2,09	0,40	2,29
Soja, farelo <sup>9</sup>	3,36	1,17	2,18	3,67	3,10	0,50	1,06	2,23	3,44	1,66	0,53	2,24
Sorgo, alto tanino <sup>10</sup>	0,36	0,22	0,38	1,25	0,18	0,16	0,34	0,40	0,82	0,31	0,09	0,49
Sorgo, baixo tanino <sup>10</sup>	0,31	0,18	0,38	1,25	0,18	0,18	0,33	0,30	0,70	0,31	0,09	0,51
Trigo, farelo <sup>11</sup>	0,96	0,39	0,53	0,73	0,67	0,20	0,41	0,61	1,00	0,48	0,18	0,63
Triticale, grão <sup>12</sup>	1,30	0,64	1,03	1,90	0,96	0,26	0,53	1,36	1,77	0,86	0,09	1,33
Vísceras, farinha <sup>13</sup>	4,55	1,25	2,63	4,58	5,01	1,34	2,61	2,51	4,05	2,46	0,52	3,28

nd = não determinado

Arg = arginina; His = histidina; Ile = isoleucina; Leu = leucina; Lys = lisina; Met = metionina; Met+cys = metionina + cistina; Phe = fenilalanina; Phe+tyr = fenilalanina + tirosina; Thr = treonina; Trp = triptofano; Val = valina

<sup>1</sup>Gonçalves et al. (2009b); <sup>2</sup>Guimarães et al. (2008a); <sup>3</sup>Hisano et al. (2008); <sup>4</sup>Furuya et al. (2001b) e Gonçalves et al. (2009b); <sup>5</sup>Santos et al. (2010); <sup>6</sup>Furuya et al. (2001b), Guimarães et al. (2008b) e Gonçalves et al. (2009b); <sup>7</sup>Narváez-Solarte (2006); <sup>8</sup>Borghesi et al. (2008); <sup>9</sup>Guimarães et al. (2008a) e Gonçalves et al. (2009b); <sup>10</sup>Freire et al. (2005); <sup>11</sup>Furuya et al. (2001c), Guimarães et al. (2008a) e Gonçalves et al. (2009b); <sup>12</sup>Tachibana et al. (2010a); <sup>13</sup>Guimarães et al. (2008b).

Tabela 3 - Conteúdo de aminoácido essencial digestível (incluindo cistina e tirosina) dos alimentos (base na matéria natural).

Alimento	Aminoácido (%)											
	Arg	His	Ile	Leu	Lys	Met	Met+cys	Phe	Phe+tyr	Thr	Trp	Val
Algodão, farelo <sup>1</sup>	3,40	0,78	0,85	1,69	1,43	0,23	0,59	1,70	2,48	1,05	nd	1,27
Arroz, farelo <sup>2</sup>	0,79	0,25	0,24	0,43	0,44	0,02	0,07	0,28	0,53	0,24	0,08	0,33
Arroz, quirera <sup>2</sup>	0,40	0,15	0,21	0,47	0,21	0,09	0,15	0,39	0,54	0,17	nd	0,28
Carne e ossos, farinha <sup>2</sup>	2,81	0,54	0,84	1,89	2,15	0,44	0,79	1,62	2,16	0,95	0,15	1,47
Levedura, autolisada <sup>3</sup>	1,18	0,56	1,03	1,78	1,99	0,38	0,62	1,11	1,67	1,07	nd	1,34
Levedura, parede celular <sup>2</sup>	1,21	0,49	0,60	1,14	1,40	0,23	0,39	0,87	1,36	0,88	nd	0,88
Levedura, Íntegra <sup>2</sup>	0,97	0,44	0,92	1,27	1,45	0,21	0,21	0,83	1,27	0,73	nd	1,10
Milho, glúten 60 <sup>1,2</sup>	1,33	1,15	2,02	9,39	0,90	1,13	1,74	3,57	4,72	1,54	nd	2,02
Milho, grão <sup>3,4</sup>	0,34	0,21	0,21	0,80	0,19	0,11	0,23	0,35	0,56	0,23	0,04	0,31
Nabo forrageiro, farelo <sup>5</sup>	1,70	0,72	0,97	1,70	1,23	0,19	nd	0,98	1,70	1,08	nd	1,12
Peixe, farinha <sup>6</sup>	3,06	0,97	1,96	3,28	3,66	1,27	1,77	1,91	2,88	1,80	0,23	2,45
Penas, farinha <sup>2</sup>	4,88	0,38	3,19	5,29	2,53	0,45	4,09	2,99	3,37	2,88	0,34	4,15

Tabela 3 - Continuação

Alimento	Aminoácido (%)											
	Arg	His	Ile	Leu	Lys	Met	Met+cys	Phe	Phe+tyr	Thr	Trp	Val
Sangue, farinha convencional <sup>7</sup>	1,67	1,61	0,17	5,01	3,26	0,32	0,67	nd	3,49	1,78	nd	2,75
Sangue, farinha tambor <sup>7</sup>	3,53	4,65	0,48	11,00	7,98	1,11	2,00	nd	8,73	3,54	nd	6,90
Sangue, farinha atomizado <sup>7</sup>	3,42	5,48	0,17	12,59	8,32	1,26	1,87	nd	9,33	3,54	nd	7,64
“Silagem”, peixe ácida <sup>8</sup>	2,60	1,35	3,14	3,19	3,16	2,06	2,77	1,91	3,26	1,87	0,35	2,51
“Silagem”, peixe biológica <sup>8</sup>	1,65	0,94	1,07	2,21	2,28	1,79	2,41	1,19	2,13	1,55	0,23	1,26
“Silagem”, peixe enzimática <sup>8</sup>	2,78	1,29	2,13	3,16	3,13	2,17	2,93	2,12	3,41	2,03	0,39	2,23
Soja, farelo <sup>9</sup>	3,20	1,10	1,97	3,37	2,94	0,47	0,98	2,12	3,22	1,48	0,50	2,01
Sorgo, alto tanino <sup>10</sup>	0,29	0,15	0,29	0,88	0,15	0,13	0,27	0,26	0,57	0,23	0,06	0,38
Sorgo, baixo tanino <sup>10</sup>	0,29	0,17	0,34	1,01	0,17	0,16	0,36	0,25	0,57	0,27	0,08	0,43
Trigo, farelo <sup>11</sup>	0,80	0,30	0,40	0,57	0,49	0,12	0,26	0,44	0,74	0,33	0,15	0,44
Triticale, grão <sup>12</sup>	1,23	0,60	0,87	1,70	0,80	0,20	0,47	1,24	1,84	0,66	0,08	1,17
Vísceras, farinha <sup>13</sup>	4,16	1,21	2,39	4,04	4,80	1,30	2,54	2,39	3,60	2,12	0,48	2,67

nd = não determinado

Arg = arginina; His = histidina; Ile = isoleucina; Leu = leucina; Lys = lisina; Met = metionina; Met+cys = metionina + cistina; Phe = fenilalanina; Phe+tyr = fenilalanina + tirosina; Thr = treonina; Trp = triptofano; Val = valina

<sup>1</sup>Gonçalves et al. (2009b); <sup>2</sup>Guimarães et al. (2008a); <sup>3</sup>Hisano et al. (2008); <sup>4</sup>Furuya et al. (2001b) e Gonçalves et al. (2009b); <sup>5</sup>Santos et al. (2010); <sup>6</sup>Furuya et al. (2001b), Guimarães et al. (2008b) e Gonçalves et al. (2009b); <sup>7</sup>Narváez-Solarte (2006); <sup>8</sup>Borghesi et al. (2008); <sup>9</sup>Guimarães et al. (2008a) e Gonçalves et al. (2009b); <sup>10</sup>Freire et al. (2005); <sup>11</sup>Furuya et al. (2001c), Guimarães et al. (2008a) e Gonçalves et al. (2009b); <sup>12</sup>Tachibana et al. (2010a); <sup>13</sup>Guimarães et al. (2008b).

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade verdadeiro da proteína e de aminoácidos essenciais e não-essenciais de alguns alimentos para a tilápia-do-Nilo.

Alimento	Coeficiente de digestibilidade verdadeiro (%)																
	PB	Aminoácido essencial								Aminoácido não-essencial							
		Arg	Phe	His	Ile	Leu	Lys	Met	Thr	Val	Asp	Glu	Ala	Cys	Gly	Ser	Tyr
Milho, grão	90,02	92,61	90,79	89,26	87,67	87,47	91,01	91,14	88,23	88,71	89,57	83,70	91,00	88,35	93,08	91,31	89,61
Milho, glúten 60	92,50	95,06	92,44	92,10	87,88	90,70	90,63	93,83	89,46	89,67	94,97	82,98	87,26	90,62	87,68	92,48	87,64
Peixe, farinha	86,01	90,43	84,27	80,44	81,04	86,95	83,42	87,24	82,54	75,13	86,22	86,46	85,63	87,58	83,82	81,96	85,24
Soja, farelo	93,58	95,47	93,72	94,54	92,25	93,80	93,68	93,85	91,31	89,00	93,24	94,32	93,07	89,45	79,31	93,23	89,79
Trigo, farelo	89,62	92,28	88,40	89,59	88,10	87,93	87,07	93,13	86,62	88,57	86,33	84,37	91,39	87,60	94,09	86,33	94,46

PB = proteína bruta; Arg = arginina; His = histidina; Ile = isoleucina; Leu = leucina; Lys = lisina; Met = metionina; Met+cys = metionina + cistina; Phe = fenilalanina; Phe+tyr = fenilalanina + tirosina; Thr = treonina; Trp = triptofano; Val = valina  
Ribeiro (2009)

Tabela 5 - Valores de cálcio e fósforo total e disponível de algumas fontes de minerais para a tilápia-do-Nilo.

<b>Fonte</b>	<b>Peso corporal (g)</b>		
	<b>24,75</b>	<b>247,52</b>	<b>495,56</b>
<b>Cálcio total (%)</b>			
Fosfato bicálcico	24,46	24,45	24,45
Fosfato monocalcico	21,97	21,96	21,97
Fosfato monopotásico	-	-	-
Ácido fosfórico	-	-	-
<b>Cálcio disponível (%)</b>			
Fosfato bicálcico	19,19	18,38	16,22
Fosfato monocalcico	10,22	11,47	11,42
Fosfato monopotásico	-	-	-
Ácido fosfórico	-	-	-
<b>Fósforo total (%)</b>			
Fosfato bicálcico	19,56	19,56	19,57
Fosfato monocalcico	18,65	18,65	18,65
Fosfato monopotásico	24,00	24,00	24,00
Ácido fosfórico	23,80	23,80	23,80
<b>Fósforo disponível (%)</b>			
Fosfato bicálcico	18,44	18,57	18,36
Fosfato monocalcico	17,45	16,63	16,55
Fosfato monopotásico	22,54	22,34	21,65
Ácido fosfórico	23,70	23,16	23,12

Quintero-Pinto (2008)



Tabela 6 - Valores de fósforo total e disponível de alimentos para a tilápia-do-Nilo (base na matéria natural).

Alimento	Fósforo (%)	
	Total	Disponível
Arroz, quirera <sup>1</sup>	0,21	0,11
Arroz, farelo <sup>1</sup>	1,78	0,31
Algodão, farelo <sup>1</sup>	0,83	0,31
Canola, farelo <sup>2</sup>	0,93	0,28
Girassol, farelo <sup>1</sup>	0,59	0,16
Levedura integra <sup>3</sup>	0,88	0,88
Levedura autolisada <sup>3</sup>	0,86	0,86
Milho, grão <sup>1</sup>	0,20	0,11
Milho, glúten 60 <sup>1</sup>	0,46	0,29
Nabo forrageiro, farelo <sup>4</sup>	1,00	0,85
Peixe, farinha <sup>1</sup>	4,33	2,37
Peixe, farinha resíduo filetagem tilápia <sup>5</sup>	2,78	1,94
Soja, integral cozida <sup>6</sup>	0,49	0,29
Soja, farelo <sup>1</sup>	0,54	0,14
Sorgo, baixo tanino <sup>7</sup>	0,27	0,09
Sorgo, alto tanino <sup>7</sup>	0,26	0,08
Trigo, farelo <sup>1</sup>	0,81	0,29

<sup>1</sup>Gonçalves et al. (2007); <sup>2</sup>Furuya et al. (2001d); <sup>3</sup>Pardo-Gamboa (2008); <sup>4</sup>Santos et al. (2010); <sup>5</sup>Boscolo et al. (2008); <sup>6</sup>Silva et al. (2005); <sup>7</sup>Freire et al. (2005)

Tabela 7 - Composição mineral e mineral disponível da levedura íntegra e autolisada para a tilápia-do-Nilo (base na matéria natural).

Alimento	Mineral											
	Ca	P	Na	K	S	Mg	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	Se
	%	%	%	%	%	%	%	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>
	Total											
Levedura íntegra	0,51	0,88	0,30	1,21	0,42	0,58	0,03	173,92	56,58	395,46	57,38	1,32
Levedura autolisada	0,82	0,86	0,30	1,56	0,40	0,71	0,03	154,15	43,84	383,59	63,78	2,63
	Disponível											
Levedura íntegra	0,47	0,88	0,29	1,21	0,32	0,42	0,03	42,40	31,08	111,99	57,38	1,32
Levedura autolisada	0,82	0,86	0,28	1,54	0,33	0,61	0,03	99,32	34,54	152,55	63,78	2,63

Ca = cálcio; P = fósforo; Na = sódio; K = potássio; S = enxofre; Mg = magnésio; Cl = cloro; Zn = zinco; Cu = cobre; Fe = ferro; Mn = manganês; Se = selênio  
Pardo-Gamboa (2008)

Tabela 8 - Valores de fósforo total e disponível de alguns alimentos sem ou com fitase para a tilápia-do-Nilo (base em matéria seca).

Alimento	Total	Fósforo (%)	
		Disponível (%)	
		Sem fitase	1.000 UF kg <sup>-1</sup>
Algodão, farelo	0,66	0,35	0,37
Arroz, farelo	1,56	0,27	0,82
Girassol, farelo	0,55	0,15	0,19
Milho	0,09	0,01	0,02
Milho, extrusado	0,09	0,01	0,05
Milho, glúten 60	0,37	0,08	0,16
Soja, farelo	0,36	0,08	0,10
Soja, farelo extrusado	0,55	0,14	0,18
Sorgo, baixo tanino	0,15	0,04	0,07
Trigo, farelo	0,66	0,35	0,35

UF = unidades de fitase

Adaptado de Gonçalves et al. (2007)

Tabela 9 - Equações para estimar os valores de proteína digestível de alimentos proteicos e de proteína e energia digestíveis da farinha de carne para a tilápia-do-Nilo.

Item	Equação	R <sup>2</sup>
Alimentos proteicos		
Proteína digestível	$PD = 0,97 \times PB - 0,29 \times MM$	0,99
	PD = proteína digestível, % PB = proteína bruta, %; MM = matéria mineral, %.	
Farinha de carne e ossos		
Proteína digestível*	$PD = 3,46 \times EE - 0,35 \times MM$	1,00
	PD = proteína digestível, % EE = extrato etéreo, %; MM = matéria mineral, %.	
Energia digestível*	$ED = 6700,12 - 101,37 \times MM$	0,97
	ED = energia digestível, kcal kg <sup>-1</sup> ; MM = matéria mineral, %.	

\*Para farinhas de carne com 32 a 45% de proteína bruta (base em matéria natural) Vidal (2010)

Tabela 10 - Valores máximos ou recomendados de inclusão de alimentos em rações para a tilápia-do-Nilo.

<b>Alimento</b>	<b>Nível de inclusão (% da ração)</b>
Algodão, farelo <sup>1</sup>	40,00
Camarão, farinha <sup>2</sup>	20,00
Coco, farelo <sup>3</sup>	15,00
Canola, farelo <sup>4</sup>	19,70
Carne e ossos, farinha <sup>5</sup>	15,00
Girassol, farelo <sup>6</sup>	14,00
Levedura, álcool - "spray-dried" <sup>7</sup>	6,00
Mandioca, varredura <sup>8</sup>	24,00
Mandioca, farinha de folhas <sup>9</sup>	20,00
Milho, glúten <sup>10</sup>	19,82
Nabo forrageiro, farelo <sup>11</sup>	25,00
Peixe, farinha <sup>12</sup>	16,00
Peixe, farinha resíduo filetagem <sup>13</sup>	20,00
Sangue, farinha tostada <sup>14</sup>	10,00
Soja, farelo integral <sup>15</sup>	17,00
Sorgo, baixo tanino <sup>16</sup>	28,89
Sorgo, silagem grão úmido <sup>17</sup>	44,00
Triguilho <sup>18</sup>	31,88
Triticale, grão <sup>19</sup>	30,30
Vísceras, farinha <sup>20</sup>	20,00

<sup>1</sup>Souza e Hayashi (2003b); <sup>2</sup>Cavalheiro et al. (2007); <sup>3</sup>Santos et al. (2009); <sup>4</sup>Furuya et al. (1997) e Gaiotto et al. (2004); <sup>5</sup>Signor et al. (2007a); <sup>6</sup>Furuya et al. (2000a); <sup>7</sup>Meurer et al. (2000); <sup>8</sup>Boscolo et al. (2002); <sup>9</sup>Bohnenberger et al. (2010); <sup>10</sup>Hisano et al. (2003); <sup>11</sup>Santos et al. (2010); <sup>12</sup>Faria et al. (2001); <sup>13</sup>Boscolo et al. (2005); <sup>14</sup>Barros et al. (2004); <sup>15</sup>Furuya et al. (2004c); <sup>16</sup>Freire (2004); <sup>17</sup>Furuya et al. (2003); <sup>18</sup>Signor et al. (2007b); <sup>19</sup>Tachibana et al. (2010b); <sup>20</sup>Faria et al. (2002).

Tabela 11 - Excreção de proteína e aminoácidos endógenos pela tilápia-do-Nilo.

<b>Aminoácido</b>	<b>Aminoácido endógeno (mg g<sup>-1</sup> DIP* consumida)</b>
Proteína bruta	8,840
Arginina	0,375
Fenilalanina	0,320
Histidina	0,233
Isoleucina	0,311
Leucina	0,505
Lisina	0,273
Metionina	0,228
Treonina	0,480
Valina	0,420
Ácido aspártico	0,529
Ácido glutâmico	0,670
Alanina	0,428
Cistina	0,187
Glicina	0,444
Serina	0,319
Tirosina	0,355

DIP = dieta isenta de proteína  
Ribeiro (2009)

Tabela 12 - Composição de aminoácidos essenciais e não-essenciais (incluindo cistina e tirosina), como porcentagem da proteína e relação aminoácido/lisina, corporal e do filé da tilápia-do-Nilo (base na matéria natural).

Aminoácido	Corporal <sup>1</sup>			Filé <sup>2</sup>		
	%	%PB	AA/L	%	%PB	AA/L
<b>Aminoácido essencial</b>						
Lisina	1,52	9,16	100,00	1,50	8,31	100,00
Metionina	0,47	2,83	30,20	0,44	2,45	29,48
Treonina	0,89	5,36	55,15	0,77	4,30	51,74
Triptofano	0,17	1,02	11,91	0,19	1,05	12,64
Arginina	1,20	7,23	71,72	0,96	5,36	64,5
Histidina	0,41	2,47	26,72	0,40	2,20	26,47
Isoleucina	0,88	5,30	55,72	0,80	4,45	53,55
Leucina	1,51	9,10	94,08	1,33	7,38	88,81
Fenilalanina	0,72	4,34	46,73	0,69	3,83	46,09
Valina	0,92	5,54	59,32	0,87	4,83	58,12
<b>Aminoácido não-essencial</b>						
Ácido aspártico	1,70	10,24	117,23	1,83	10,19	122,62
Ácido glutâmico	2,68	16,14	179,31	2,73	15,15	182,31
Alanina	0,95	5,72	66,09	1,04	5,79	69,68
Cistina	0,21	1,27	9,98	0,09	0,51	6,14
Glicina	0,81	4,88	58,35	0,95	5,27	63,42
Serina	0,65	3,92	42,56	0,64	3,53	42,48
Prolina	0,58	3,49	38,27	0,57	3,19	38,39
Tirosina	0,51	3,07	31,7	0,45	2,48	29,84

%PB = porcentagem da proteína bruta; AA/L = aminoácido em relação à lisina

<sup>1</sup>Furuya (2000); <sup>2</sup>Gonçalves (2007).

## **CAPÍTULO 4**

---

### **TABELAS DE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE TILÁPIAS**





Tabela 13 - Estimativa das exigências de energia digestível, proteína bruta, proteína digestível e aminoácidos essenciais (incluindo cistina e tirosina) para tilápias (base na matéria natural).

Energia ou nutriente	Reversão	Pós-reversão	
		até 100 g	≥100 g
Energia digestível (kcal kg <sup>-1</sup> )	4007 <sup>1</sup>	3036 <sup>2</sup>	3075 <sup>3</sup>
Proteína bruta (%)	41,30 <sup>1</sup>	29,73 <sup>2</sup>	26,80 <sup>3</sup>
Proteína digestível (%)	38,60 <sup>1</sup>	26,81 <sup>2</sup>	24,30 <sup>3</sup>
Lisina (%) <sup>4</sup>	2,20	1,53	1,38
Metionina (%) <sup>5</sup>	0,75	0,52	0,47
Metionina+cistina (%) <sup>6</sup>	1,32	0,92	0,83
Treonina (%) <sup>7</sup>	1,70	1,18	1,07
Arginina (%) <sup>8</sup>	1,81	1,26	1,14
Fenilalanina + tirosina (%) <sup>8</sup>	2,38	1,65	1,50
Histidina (%) <sup>8</sup>	0,75	0,52	0,47
Isoleucina (%) <sup>8</sup>	1,34	0,93	0,84
Leucina (%) <sup>8</sup>	1,46	1,01	0,92
Triptofano (%) <sup>8</sup>	0,43	0,30	0,27
Valina (%) <sup>8</sup>	1,20	0,83	0,75

<sup>1</sup> Hayashi et al. 2002; <sup>2</sup>Furuya et al. (1996), Furuya et al. (2000b), Bomfim et al. (2008b), Botaro et al. (2007) e Gonçalves et al. (2009c); <sup>3</sup>Botaro et al. (2007); <sup>4</sup>Valor médio da exigência de lisina digestível estimado como porcentagem da proteína (Furuya et al., 2004a; Furuya et al., 2006a; Takishita et al., 2009 e Bomfim et al., 2010). <sup>5</sup>Valor de metionina apresentado em relação à lisina (Furuya et al. (2004b)); <sup>6</sup>Os valores médios de metionina + cistina foram apresentados em relação à lisina, com base em valores de aminoácidos digestíveis (Furuya et al., 2001b; Bomfim et al., 2008a e Quadros et al., 2009). <sup>7</sup>Os valores médios de treonina foram apresentados em relação à lisina, com base em valores de aminoácidos digestíveis (Silva et al., 2006; Bomfim et al., 2008b e Quadros et al., 2009); <sup>8</sup>Valores estimados de acordo com a relação aminoácido essencial (incluindo cistina e tirosina)/lisina digestível, das exigências determinadas para a tilápia-do-Nilo (Santiago e Lovell (1988).

Tabela 14 - Exigências de minerais e vitaminas para tilápias (base na matéria natural).

<b>Vitamina ou mineral</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Vitamina A <sup>1</sup>	UI	4.769,00
Vitamina E <sup>2</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	50,00
Vitamina B <sub>6</sub> <sup>3</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	5,00
Ácido fólico <sup>4</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	1,00
Vitamina C* <sup>5</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	600,00
Colina <sup>6</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	800,00
Fósforo disponível (PV < 3,6 g) <sup>7</sup>	%	0,75
Fósforo disponível (PV ≥ 3,6 e < 30 g) <sup>8</sup>	%	0,65
Fósforo disponível (PV ≥ 30 e <146 g) <sup>9</sup>	%	0,51
Fósforo disponível (PV ≥ 146 g) <sup>9</sup>	%	0,46
Cobre <sup>10</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	4,00
Ferro <sup>11</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	60,00
Selênio <sup>12</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	0,25
Zinco <sup>13</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	79,51

PV = peso vivo

\*Exigência determinada considerando parâmetros de desempenho produtivo e desafio contra agentes estressores e/ou etiológicos.

<sup>1,2</sup>Bacconi-Campeche et al. (2009) e Guimarães (2009); <sup>2</sup>Sampaio (2003); <sup>3</sup>Teixeira (2009); <sup>4</sup>Barros et al., (2009); <sup>5</sup>Falcon et al. (2007); <sup>6</sup>Fernandes-Junior (2008); <sup>7</sup>Pezzato et al. (2006); <sup>8</sup>Furuya et al. (2008a,b) e Quintero-Pinto (2008); <sup>9</sup>Quintero-Pinto (2008); <sup>10</sup>Ferrari et al.(2004); <sup>11</sup>Kleemannn (2002); <sup>12</sup>Sampaio (2003); <sup>13</sup>Sá et al. (2004).

## **CAPÍTULO 5**

---

### **REFERÊNCIAS**



- Bacconi-Campeche, D.F.; R.R. Catharino, H.T. Godoy, and J.E.P. Cyrino. 2009. Vitamin A in diets for Nile tilapia. *Scientia Agricola* 66: 751-756.
- Barros, M.M.; L.E. Pezzato, H. Hisano, D.R. Falcon, e V.C. Sá. 2004. Farinha de sangue tostada em dietas práticas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum – Animal Sciences* 26: 5-13.
- Barros, M.M.; M.J.T. Ranzani-Paiva, L.E. Pezzato, D.R. Falcon and I.G., e Guimarães. 2009. Haematological response and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed diets containing folic acid. *Aquaculture Research* 40: 895-903.
- Bock, C.L.; L.E. Pezzato, O.A. Cantelmo, e M.M. Barros. 2006. Fitase e digestibilidade aparente de rações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 35: 2197-2203.
- Bohnenberger, L.; S.D. Gomes, S.R.M., W.R. Boscolo. 2010. Concentrado proteico de folhas de mandioca na alimentação de tilápias-do-nilo na fase de reversão sexual. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39: 1169-1174.
- Bomfim, M.A.D.; E.A.T. Lanna, J.L. Donzele, A.S. Ferreira, F.B. Ribeiro, e S.S. Takishita. 2008a. Exigências de metionina mais cistina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37: 783-790.
- Bomfim, M.A.D.; E.A.T. Lanna, J.L. Donzele, M. Quadros, F.B. Ribeiro, e M.P. Souza. 2010. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39:1-8.
- Bomfim, M.A.D.; E.A.T. Lanna, J.L. Donzele, M. Quadros, F.B. Ribeiro e W.A.G. Araújo. 2008b. Exigências de treonina, com base no conceito de proteína ideal, de alevinos de tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37: 2077-2084.
- Bomfim, M.A.D.; E.A.T. Lanna, J.L. Donzele, M.L.T. Abreu, F.B. Ribeiro, e M. Quadros. 2008c. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37: 1713-1720.
- Bordinhon, A. M. 2008c. Autobalanceamento da energia e da proteína da dieta pela tilápia do Nilo por meio dos isótopos estáveis de carbono e do

- consumo de matéria seca. 2008. 63f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP, Botucatu, SP, Brasil.
- Borghesi, R.; L. Portz, M. Oetterer, e J.E.P. Cyrino. 2008. Apparent digestibility coefficient of protein and amino acids of acid, biological and enzymatic silage for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition* 14: 242-248.
- Boscolo, W.R.; C. Hayashi, A. Feiden, F. Meurer e A. Signor. 2005. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias como fonte de proteína e minerais para alevinos de (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 34: 1425-1432.
- Boscolo, W.R.; C. Hayashi, A. Feiden, F. Meurer, e A.A. Signor. 2008. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência Rural* 38: 2579-2586.
- Boscolo, W.R.; C. Hayashi, A. Feiden, F. Meurer, e L. Wolff. 2004. Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. *Acta Scientiarum - Animal Sciences* 26: 443-447.
- Boscolo, W.R.; C. Hayashi, e F. Meurer. 2002. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia* 31: 539-545.
- Botaro, D.; W.M. Furuya, L.C.R. Silva, L.S. Santos, T.S.C. Silva, e V.G. Santos. 2007. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 517-525.
- Cavalheiro, J.M.O.; E.O. Souza, and P.S. Bora. 2007. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. *Bioresource Technology* 98: 602-606.
- Chamber, C.R. 2008. Exigência de fósforo para a tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na terminação. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.

- Chin, S.F.; W. Liu, and J.M. Storkson. 1992. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid a newly recognized class of anticarcinogens. *Journal of Food Composition and Analysis* 5: 185-197.
- Dallagnol, J.M. 2010. Digestibilidade aparente de dietas a base de derivados de soja (*Glycine max*), parâmetros hematológicos e desempenho de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca/Unioeste, Toledo, PR, SP, Brasil.
- El-sayed, A.M. 2006. Tilapia culture. CABI, Wallingford, CT, USA.
- Emmert, J.L., and D.H. Baker. 1997. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid level in broiler diets. *Applied Poultry Science* 6: 462-470.
- Falcon, D.R.; M.M. Barros, e L.E. Pezzato. 2007 Physiological responses of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fed Fe vitamin C and lipid-supplemented diets and submitted to low-temperature stress. *Journal of the World Aquaculture Society* 38: 287-295.
- Falcon, D.R.; M.M. Barros, L.E. Pezzato, W.V. Narvaez Solarte, e I.G. Guimarães. 2008. Leucograma da tilápia-do-nilo arraçoada com dietas suplementadas com níveis de vitamina C e lipídeo submetidas a estresse por baixa temperatura. *Ciência Animal Brasileira* 9: 543-551.
- Faria, A.C.E.; C. Hayashi, e C.M. Soares. 2002. Farinha de vísceras de aves em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). *Revista Brasileira de Zootecnia* 31: 812-822.
- Faria, A.C.E.A.; C. Hayashi, C.M. Soares, e E.M. Galdioli. 2001. Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) linhagem tailandesa. *Acta Scientiarum – Animal Sciences* 23: 903-908.
- Fernandes Júnior, A.C. 2008. Colina em rações para a tilápia do Nilo: desempenho produtivo e respostas hematológicas antes e após o estímulo a frio. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP, Botucatu, SP, Brasil.



- Ferrari, J.E.C.; M.M. Barros, L.E. Pezzato, G.S. Gonçalves, H. Hisano, e G.K. Kleemann. 2004. Níveis de cobre em dietas para tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. Acta Scientiarum 26: 429-436.
- Freire, E.S. 2004. Substituição do milho pelo sorgo em rações suplementadas com fitase para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia /UNESP, Botucatu, SP, Brasil.
- Freire, E.S.; L.E. Pezzato, e M.M. Barros. 2005. Coeficiente de digestibilidade aparente e valores de aminoácidos digestíveis do sorgo baixo e alto tanino pela tilápia do Nilo. Veterinária e Zootecnia 12: 77-89.
- Freire, E.S.; L.E. Pezzato, M.M. Barros, H. Hisano, G.S. Gonçalves, e J.E.C. Ferrari. 2002. Digestibilidade aparente pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) de rações contendo sorgo (alto e baixo tanino) e metionina. Acta Scientiarum 24: 927-934.
- Furuya, V. R. B.; W.M. Furuya, C. Hayashi, e C.M. Soares. 2000a. Níveis de inclusão de farinha de girassol em la alimentación de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en etapa juvenil. Zootecnia Tropical 18: 91-106.
- Furuya, V.R.B.; C. Hayashi, e W.M. Furuya. 1997. Farelo de canola na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o período de reversão de sexo. Revista Brasileira de Zootecnia 26: 1067-1073.
- Furuya, W. M.; D. Botaro, L.C.R. Silva, P.R. Neves, e C. Hayashi. 2004a. Exigência de lisina pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na terminação. Ciência Rural 34: 1571-1577.
- Furuya, W. M.; K. Fujii, L.D. Santos, T.S.C. Silva, L.C.R. Silva, e M. Michelatto. 2008a. Exigência de fósforo disponível para tilápia-do-nilo (35 a 100 g). Revista Brasileira de Zootecnia 37: 961-966.
- Furuya, W. M.; K.M. Fujii, L.D. Santos, T.S.C. Silva, e P.J.P. Sales. 2008b. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-do-Nilo. Revista Brasileira de Zootecnia 37: 1517-1522.
- Furuya, W. M.; V.G. Santos, D. Botaro, C. Hayashi e L.C.R. Silva. 2005b. Níveis de proteína e fitase em rações de terminação para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar 8: 11-17.

- Furuya, W.M. 2000. Digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do farelo de soja com base no conceito de proteína ideal em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP, Botucatu, SP, Brasil.
- Furuya, W.M.; C. Hayashi, V.R.B. Furuya, A.E. Murakami, R.P. Ribeiro. 1996. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase inicial. *Acta Scientiarum - Animal Sciences* 18: 307-319.
- Furuya, W.M.; C. Hayashi, V.R.B. Furuya, e C.M. Soares. 2000b. Exigências de proteína para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 29: 1912-1917.
- Furuya, W.M.; C. Hayashi, V.R.B. Furuya, E.S. Sakaguti, D. Botaro, L.C.R. Silva, e S.A. Auresco. 2004c. Farelo de soja integral em rações em rações para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum – Animal Sciences* 26: 5-13.
- Furuya, W.M.; C. Hayashi, V.R.B. Furuya, P.R. Neves, L.C.R. Silva, e D. Botaro. 2001a. Exigências de metionina + cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), baseadas no conceito de proteína ideal. *Acta Scientiarum* 23: 885-889.
- Furuya, W.M.; D. Botaro, L.C.R. Silva, T.S.C. Silva, V.G. Santos, e V.R.B. Furuya. 2006b. Fitase em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (175 a 327g). *Archivos de Zootecnia* 55: 161-170.
- Furuya, W.M.; D. Botaro, R.M.G. Macedo, V.G. Santos, L.D. Santos, T.S.C. Silva, V.R.B. Furuya, e P.J.P. Sales. 2005a. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 34: 1433-1441.
- Furuya, W.M.; G. Sampaio, V.R.B. Furuya, e C. Hayashi. 2001c. Fitase na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), desempenho e digestibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30: 924-929.
- Furuya, W.M.; L.C.R. Silva, C. Hayashi, A.C. Furlan, P.R. Neves, D. Botaro, e V.G. Santos. 2003. Substituição do milho pela silagem de sorgo com alto e

- baixo teor de tanino em dietas para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Acta Scientiarum - Animal Sciences 25: 243-247.
- Furuya, W.M.; L.C.R. Silva, P.R. Neves, D. Botaro, E.S. Sakaguti, e V.R.B. Furuya. 2004b. Exigências de metionina + cistina para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). Ciência Rural 34: 1933-1937.
- Furuya, W.M.; L.E. Pezzato, A.C. Pezzato, M.M. Barros, e E.C. Miranda. 2001b. Coeficientes de digestibilidade aparente e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia 30: 1143-1149.
- Furuya, W.M.; L.E. Pezzato, E.C. Miranda, V.R.B. Furuya, M.M. Barros, e E.T.A. Lanna. 2001d. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes do farelo de canola pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia 30: 611-616.
- Furuya, W.M.; V.G. Santos, L.C.R. Silva, e V.R.B. Furuya. 2006a. Exigência de lisina digestível para juvenis de tilápia-do-nilo. Revista Brasileira de Zootecnia 35: 937-942.
- Gaiotto, J.R.; E.M. Macedo-Viegas, e T.R. Fernandes. 2004. Farelo de canola para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem Chitralada. Acta Scientiarum – Animal Sciences 26: 15-19.
- Gonçalves, G.S. 2007. Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para a tilápia do Nilo. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP, Botucatu, SP, Brasil.
- Gonçalves, G.S.; L.E. Pezzato, M.M. Barros, D.R. Rocha, G.K. Kleemann, e M.J. Santa Rosa. 2009b. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para tilápia do Nilo. Boletim do Instituto de Pesca 35: 201-213.
- Gonçalves, G.S.; L.E. Pezzato, M.M. Barros, G.K. Kleemann, e D.R. Falcon. 2005. Efeito da suplementação de fitase sobre a digestibilidade aparente de MG, Ca, Zn, Cu, Mn e Fe em alimentos vegetais para tilápia do Nilo. Revista Brasileira de Zootecnia 34: 2155-2163.
- Gonçalves, G.S.; L.E. Pezzato, M.M. Barros, H. Hamilton, e M.J. Santa Rosa. 2009c. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para

tilápia-do-nilo, formuladas com base no conceito de proteína ideal. Revista Brasileira de Zootecnia 38: 2289-2298.

Gonçalves, G.S.; L.E. Pezzato, M.M. Barros, L. Tachibana, M.J.S. Rosa, e I. Guimarães. 2009a. Relação lisina digestível:proteína digestível em rações para tilápias-do-nilo. Revista Brasileira de Zootecnia 38: 2299-2305.

Gonçalves, G.S.; L.E. Pezzato, P.M. Magalhães, e M.M. Barros. 2007. Disponibilidade aparente do fósforo em alimentos vegetais e suplementação da enzima fitase para tilápia-do-nilo. Revista Brasileira Zootecnia 36: 1473-1480.

Graciano, T.S. 2009. Metionina e colina em dietas para juvenis de tilápia-do-Nilo, desempenho produtivo, morfologia hepática e muscular. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.

Guimarães, I.G. 2009. Vitamina A em dietas para tilápia do Nilo. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia /UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

Guimarães, I.G; L.E. Pezzato, and M.M. Barros. 2008b. Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture Nutrition 14: 396-404.

Guimarães, I.G; L.E. Pezzato, M.M. Barros, and L. Tachibana. 2008a. Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia. Journal of the World Aquaculture Society 39: 781-789.

Gunstone, F.D., J.L. Harwood, and F.B. Padley. 1994. The Lipid Handbook. 2ed. Chapman & Hall, London, England.

Hayashi, C.; W.R. Boscolo, C.M. Soares, e F. Meurer. 2002. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a reversão sexual. Revista Brasileira de Zootecnia 31: 823-828.

Hisano, H.; F.G. Sampaio, M.M. Barros e L.E. Pezzato. 2008. Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede celular pela tilápia-do-Nilo. Ciência Animal Brasileira 9: 43-49.

Hisano, H.; G.S. Gonçalves, J.A.S. Zuanon, E. Freire, J.E.C. Ferrari, M.M. Barros, e L.E. Pezzato. 2003. Substituição da proteína do farelo de soja pela

proteína do glúten de milho em rações para alevinos de tilápia do Nilo. *Acta Scientiarum – Animal Sciences* 25: 255-260.

Hoar, W.S.; D.J.Randall. 1969. *Fish Physiology: excretion, ionic regulation and metabolism*. Academic Press, New York, NY, USA.

Kleemann, G. K. 2002. Exigência nutricional de ferro da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia /UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

Kleemann, G.K.; M.M. Barros, e L.E. Pezzato. 2009. Valor nutricional do farelo de algodão para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum – Animal Sciences* 31: 87-94.

Lanna, E.A.; P.R. Cecon, L.P. Pezzato, W.M. Furuya, M.M.; Barros, e M.A.D. Bomfim. 2004a. Digestibilidade aparente e transito intestinal em tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em função da fibra bruta da dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33: 2186-2192.

Lanna, E.A.T.; L.E. Pezzato, W.M. Furuya, M.M. Barros, C.A Vicentini, e P.R. Cecon. 2004b. Fibra bruta e óleo em dietas práticas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 33: 2177-2185.

Luquet, P. 1991. Tilapia, *Oreochromis* spp. Pages 169-180 in R.P. Wilson, editor. *Handbook of nutrient requirement of finfish*. CRC, Boca Raton, FL, USA.

Maia, E.L.; D.B. Rodriguez-Amaya, and L.K. Hotta. 1995. Fatty acids composition of the total, neutral and phospholipids of pond raised Brazilian *Piaractus mesopotamicus*. *International Food Science and Technology* 30: 591-97.

McDowell, L.R. 2000. *Vitamins in animal and human nutrition*. Iowa: Iowa University Press, Yowa, IA, USA.

Meurer, F.; C. Hayashi, C.M. Soares, e W.R. Boscolo. 2000. Utilização de levedura spray-dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Acta Scientiarum* 22: 479-484.

- Meurer, F.; C. Hayashi, e W.R. Boscolo. 2003a. Fibra bruta para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L). Revista Brasileira de Zootecnia 32: 256-261.
- Meurer, F.; C. Hayashi, e W.R. Boscolo. 2003b. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de alguns alimentos protéicos para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia 32: 1801-1809.
- Meurer, F.; C. Hayashi, W.R. Boscolo, e C.M. Soares. 2002. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). Revista Brasileira de Zootecnia 33: 566-573.
- Michelato, M. 2010. Exigência de metionina + cistina para a tilápia do Nilo de 550 a 700 g, em tanques-rede, com base no conceito de proteína ideal. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.
- Miranda, E.C.; A.C. Pezzato, L.E. Pezzato, C.F. Graner, G.J. Rosa, e L.G.Q. Quintero-Pinto. 2000. Relação cálcio/fósforo disponível em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia 29: 2162-2171.
- Mitchell, H.H. 1964. Comparative nutrition of man and domestic animals. Academic Press, New York, NY, USA.
- Moreira, A.B.; J.V. Visentainer, and N.E. Souza. 2001. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian brycon freshwater fishes. Journal of Food Composition and Analysis 14: 565-574.
- Narváez-Solarte, W.V. 2006. Avaliação de farinhas de sangue como fontes de proteínas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia – UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, SP, Brasil.
- National Research Council [NRC]. 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy of Science, Washington, DC, USA.
- Otani, F.S. 2009. Influência da adição in vivo de vitamina E e de métodos de abate nos atributos de qualidade de filés de tilápia. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Aquicultura/CAUNESP/UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil.

- Pardo-Gamboa, B.S.P.G. 2008. Digestibilidade dos macronutrientes, das leveduras íntegras e autolisada. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP, Botucatu, SP, Brasil.
- Pariza, M.W.; Y. Park, and M.E. Cook. 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress in Lipid Research* 40: 283-298.
- Parsons, C.M., and D.H. Baker, editors. 1994. The concept and use of ideal proteins in the feeding of non ruminants. Pages 119-128 *in* Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, PR, Brasil.
- Pezzato, L.E., M.M. Barros, D.M. Fracalossi, e J.E.P. Cyrino. 2004a. Nutrição de peixes. Páginas 75-169 *in* Cyrino, J.E.P., E.C. Urbinati, D.M. Fracalossi, e N. Castagnolli. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal, SP, Brasil.
- Pezzato, L.E.; E.M. Miranda, M.M. Barros, W.M. Furuya, e L.G.Q. Quintero-Pinto. 2004b. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum - Animal Sciences* 26: 181-187.
- Pezzato, L.E.; M.M. Barros, L.G.Q. Quintero-Pinto, W.M. Furuya, e A.C. Pezzato. 2002. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31: 1595-1604.
- Pezzato, L.E.; M.M. Barros, M.J.S. Rosa e I.G. Guimarães. 2006. Exigência em fósforo disponível para alevinos de tilápia do Nilo. *Ciência Rural* 36: 1600-1606.
- Quadros, M.; E.A.T. Lanna, J.L. Donzele, M.L.T. Abreu, F.B. Ribeiro, and S.S. Takishita. 2009. Crude protein reduction and digestible methionine+cystine and threonine to digestible lysine ratios in diets for Nile tilapia fingerlings *Revista Brasileira de Zootecnia* 38: 1400-1406.
- Quintero-Pinto, L.G. 2008. Exigências dietárias e disponibilidade de fontes de fósforo para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia – UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, SP, Brasil.

- Ranzani-Paiva, M.J., e A.T. Silva-Souza. 2004. Hematologia de peixes brasileiros. Páginas 90-120 in Takemoto, R.M., e M.A.P. Lizama. Sanidade de Organismos Aquáticos. Varela, São Paulo, SP, Brasil.
- Ribeiro, R.B. 2009. Digestibilidade aparente e verdadeira de proteína e aminoácidos em alimentos para tilápia do Nilo. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.
- Righetti, J.S. 2009. Redução da proteína em dietas para a tilápia-do-Nilo pela suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.
- Rollin. X., M. Mambrini, T. Abboudi, Y. Larondelle, and S.J. Kaushik. 2003. The optimum dietary indispensable amino acid patter for growing Atlantic salmon (*Salmo salar* L) fry. British Journal of Nutrition, 90: 865-876.
- Sá, M.V.C.; L.E. Pezzato, M.M. Barros, and P.M. Padilha. 2004. Optimum zinc supplementation level in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* juveniles diets. Aquaculture 238: 385-401.
- Sá, M.V.C.; L.E. Pezzato, M.M. Barros, and P.M. Padilha. 2005. Relative bioavailability of zinc in supplemental inorganic and organic sources for Nile tilapia *Oreochromis niloticus fingerlings*. Aquaculture Nutrition 11: 273-281.
- Sampaio, F.G. 2003. Selênio e vitamina E em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Dissertação de Mestrado. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP, Botucatu, SP, Brasil.
- Sampaio, F.G.; H. Hisano, R.A. Yamaki, G.K. Kleemann, L.E. Pezzato, e M.M. Barros. 2001. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e spray-dried, pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). Acta Scientiarum 23: 891-896.
- Santiago, C.B. e R.T. Lovell. 1988. Amino acids requirements for growth of Nile tilapia. The Journal of Nutrition 118: 1540-1546.
- Santos, E.L.; M.C.M.M. Ludke, L.M. Barbosa, C.B.B. Rabello, J.V. Ludke, e W.M.C. Winterle e E.G. Silva. 2009. Níveis de farelo de coco em rações



- para alevinos de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 10: 390-397.
- Santos, L.D.; W.M. Furuya, M. Matsushita, L.C.R. Silva, T.S.C. Silva, e D. Botaro. 2007. Ácido linoleico conjugado (CLA) em dietas para tilápia-do-nilo: desempenho produtivo, composição química e perfil de ácidos graxos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 1481-1488.
- Santos, V.G.; A.C. Fernandes Junior, J.F.A. Kock, M.M. Barros, I. Guimarães, M.M. Barros, e L.E. Pezzato. 2010 Composição química e digestibilidade do farelo de nabo forrageiro para tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 11: 537-546.
- Sargent, J.R., D. Tocher, and J.G. Bell. 2002. The lipids. Pages 181-257. *In* J.E. Halver, and R.W. Hardy, *Fish nutrition*. Academic Press, Amsterdam, AM, The Netherlands.
- Signor, A.A.; A. Signor, W.R. Boscolo, A Reidel, e A. Feiden. 2007a. Farinha de carne e ossos na alimentação de larvas de tilápia do Nilo. *Ciência Rural* 37: 1116-1121.
- Signor, A.A.; W.R. Boscolo, A. Feiden, A. Signor, e A. Reidel. 2007b. Triguilho na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.): digestibilidade e desempenho. *Ciência Rural* 37: 1116-1121.
- Silva, L.C.R.; W.M. Furuya, L.D. Santos, V.G. Santos, T.S.C. Silva, e P.J.P. Sales. 2006. Níveis de treonina em rações para tilápias-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35: 1358-1264.
- Silva, T.S.C.; W.M. Furuya, V.G. Santos, D. Botaro, L.C.R. Silva, P.J.P. Sales, C. Hayashi, L.D. Santos, e V.R.B. Furuya. 2005. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes do farelo de soja integral sem e com fitase para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum – Animal Sciences* 27: 371-375.
- Souza, S. R., e C. Hayashi. 2003a. Digestibilidade aparente da energia e dos nutrientes do farelo de algodão para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) e piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). *Acta Scientiarum – Animal Sciences* 25: 15-20.

- Souza, S. R., e C. Hayashi. 2003b. Avaliação do farelo de algodão na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Zootecnia Tropical 21: 383-398.
- Tachibana, L.; G.S. Gonçalves, I. Guimarães, e L.E. Pezzato. 2010a. Digestibilidade aparente do triticale para a tilápia do Nilo. Boletim do Instituto de Pesca 36: 39-44.
- Tachibana, L.; G.S. Gonçalves, I.G. Guimarães, D.R. Falcon, M.M. Barros, e L.E. Pezzato. 2010b. Substituição do milho pelo triticale na alimentação de tilápias-do-nilo. Revista Brasileira de Zootecnia 39: 241-246.
- Takishita, S.S.; E.A.T. Lanna, J.L. Donzele, M.A.D. Bomfim, M. Quadros, e M.P. Souza. 2009. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. Revista Brasileira de Zootecnia 38: 2099-2105.
- Teixeira, C.P. 2009. Suplementação de vitamina B<sub>6</sub> em dietas práticas e purificadas no desempenho produtivo e resposta hemática da tilápia do Nilo submetida a estímulo térmico. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP, Botucatu, SP, Brasil.
- Teixeira, E.A.; D.V. Crepaldi, P.M.C. Faria, L.P. Ribeiro, D.C. Melo, e A.C.C. Euler. 2008. Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis sp.*). Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 9: 239-246.
- Toyama, G.N.; J.E. Corrente e J.E.P. Cyrino. 2000. Suplementação de vitamina c em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. Scientia Agricola 66: 221-228.
- Urbinati, E. C., e P.C.F. Carneiro. 2004. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. Páginas 171-194 in Cyrino, J.E.P., E.C. Urbinati, D.M. Fracalossi, e N. Castagnolli, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal, SP, Brasil.
- Vidal, L.V.O. 2010. Equações de predição para valores de proteína e energia digestíveis em alimentos de origem animal para tilápias. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.

- Vieira, I.; J.E.P. Cyrino e L.E. Pezzato. 2001. Utilização de colina e betaína na nutrição da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Scientia Agricola* 58(4): 675-680.
- Wilson, R.P. 1991. Amino acid nutrition of fish: a new method of estimating requirement values. Proceedings of 12<sup>th</sup> US-Japain Symposium on Aquaculture Nutrition 20, Newport, OR, USA.
- Wilson, R.P. 2002. Amino acids and proteins. Pages 143-179 in J.E. Halver, and R.W. Hardy, editors. Fish nutrition. Academic Press. Amsterdam, AM, The Netherlands.
- Zuanon, J. A. S.; A.C. Pezzato, C. Ducatti, M.M. Barros, L.E. Pezzato, and J.R.S. Passos. 2007. Muscle ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) change in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings fed on C3- or C4-cycle plants grain-based diets. *Comparative Biochemistry and Physiology. A, Molecular & Integrative Physiology* 147: 761-765.

# Seu acesso ao mundo da Nutrição Animal

A **Ajinomoto**, sabendo o quanto é importante e necessário manter-se atualizado e muito bem informado sobre os constantes avanços no campo da nutrição animal, oferece acesso fácil e rápido a um grande acervo com informações ilimitadas, disponível a um click no seu computador.



**Acesse nossos aminoácidos e acompanhe nossa  
sintonia com o mundo da nutrição animal.**

Descubra as vantagens, aplicações e a garantia de  
qualidade e disponibilidade dos aminoácidos: Lisina  
Cristal, Lisina Líquida, Treonina, Triptofano,  
AminoGut e Valina na seção Produtos

**AJINOMOTO®**  
AJINOMOTO ANIMAL NUTRITION

Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda - Rua Joaquim Távora, 845, 04015-0001, São Paulo  
[animalnutrition@br.ajinomoto.com](mailto:animalnutrition@br.ajinomoto.com)

w w w . l i s i n a . c o m . b r

APOIO:

**AJINOMOTO**  
AJINOMOTO ANIMAL NUTRITION

## TABELAS BRASILEIRAS PARA A NUTRIÇÃO DE TILÁPIAS

As informações obtidas em pesquisas são a base da formulação de rações que atendem às exigências nutricionais dos peixes, visto que somente o alimento balanceado permite a máxima resposta produtiva e a higidez dos peixes em cativeiro. Para proporcionar saúde aos peixes confinados e minimizar impactos ambientais, é fundamental reunir informações sobre o valor nutritivo dos alimentos e as exigências nutricionais.

Essa obra foi elaborada com a finalidade de reunir as informações disponíveis sobre a nutrição de tilápias no Brasil, objetivando disponibilizar as informações resultantes dos projetos de pesquisa para os profissionais da área de nutrição de peixes como um todo e das tilápias em particular.