

UFRRJ

INSTITUTO DE ZOOTECNIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Exigência em Lisina Digestível para tilápias-do-Nilo de 500
A 600 g de Peso Vivo.**

José Claudio Bezerra Muniz Junior

2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIA EM LISINA DIGESTÍVEL PARA TILÁPIAS-DO-NILO DE
500 A 600 g DE PESO VIVO.**

JOSÉ CLAUDIO BEZERRA MUNIZ JUNIOR

Sob a Orientação da Professora
CRISTINA AMORIM RIBEIRO DE LIMA

e Co-orientação do Professor
COORIENTADOR: LUIZ CÉSAR CRISÓSTOMO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição Animal

Seropédica, RJ
Julho de 2015

572.65

M966e

T

Muniz Junior, José Claudio Bezerra,
1989-

Exigência em lisina digestível para
tilápias-do-Nilo de 500 a 600 g de peso
vivo / José Claudio Bezerra Muniz
Junior - 2015.

39 f.

Orientador: Cristina Amorim Ribeiro
de Lima.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, Curso de Pós-Graduação em
Zootecnia.

Bibliografia: f. 21-24.

1. Aminoácidos - Teses. 2.
Aminoácidos na nutrição animal - Teses.
3. Proteínas - Teses. 4. Proteínas na
nutrição animal - Teses. 5. Tilápia
(Peixe) - Teses. 6. Zootecnia - Teses.
I. Lima, Cristina Amorim Ribeiro de,
1963-. II. Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro. Curso de Pós-
Graduação em Zootecnia. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JOSÉ CLAUDIO BEZERRA MUNIZ JUNIOR

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Nutrição Animal.

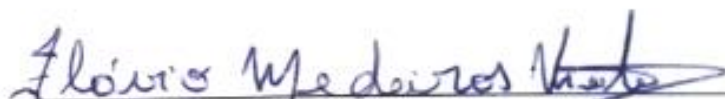
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 02/12/2015



Cristina Amorim Ribeiro de Lima Dr^a. UFRRJ
(Orientadora)



Francisco Gerson Araújo Dr. UFRRJ



Flavio Medeiros Vieites Dr. UFJF

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra a Deus e a toda a sua criação em especial a todas as espécies de peixes e sua biodiversidade, que me inspiram em uma busca constante por mais conhecimento.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado força todo esse período de aprendizado e crescimento.

Aos meus pais, José Claudio Bezerra Muniz e Anriete Pinto da Silva Muniz os quais me ensinaram sempre a dar o meu melhor, a não desistir dos meus sonhos e por terem me apoiado.

Ao meu irmão e familiares por terem compreendido minha ausência nesse período.

À minha esposa Susana Linhares Haidamus Muniz que sempre esteve ao meu lado ajudando em tudo, pelo seu carisma, sua amizade e amor.

À Professora Cristina Amorim Ribeiro de Lima (UFRRJ), que aceitou o desafio de me orientar, por ter acreditado no meu potencial, ter me cobrado, ter sido uma verdadeira orientadora que me ensinou muito mais do que ela possa imaginar, muito obrigado por ter tido paciência comigo, por ter me ensinado que o aprendizado é constante e por ser uma amiga que posso contar.

Ao professor Luiz César Crisóstomo (UFRRJ), por ter contribuído com sua experiência prática e por ter proporcionado todos os detalhes importantes para que este trabalho fosse possível, por ter acreditado e me ajudado em tudo.

À Professora Lúcia Miyako Yoshii Oshiro (UFRRJ), pelas contribuições em equipamentos e livros, que foram fundamentais para a realização do experimento.

Aos Professores Flávio Medeiros Vieites (Universidade Federal de Juiz de Fora) e Francisco Gerson Araújo (UFRRJ) que aceitaram compor minha banca de defesa, pelas sugestões e análises significativas.

À Coordenação de apoio à pesquisa (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Centro Integrado de Produção Animal da UFRRJ, por ter fornecido o setor de piscicultura, em especial ao Betinho por ter contribuído com todos os materiais para a realização das reformas necessárias do setor e possibilitar o trabalho.

Aos funcionários da UFRRJ Seu Pedro, Marquinhos, Valdecir, Claudio, entre outros que não foram citados, muito obrigado.

Aos amigos que estiveram contribuindo antes, durante e depois do trabalho, Jeannine, Daniel, Igor, Paulinha, Deborazinha, Deborazona, Samara, Felipe, Ronner, Noédson, Nelma, Ceci, Fael, Lívia, Dudu, Gisele, Gustavo, Marcos muito obrigado pelos momentos de reflexão, conversas, risadas, apoio e ajuda.

Agradeço a todos que contribuíram para o sucesso desse trabalho.

BIOGRAFIA

JOSÉ CLAUDIO BEZERRA MUNIZ JUNIOR, nasceu em 12 de dezembro de 1989, no Estado do Rio de Janeiro. Concluiu o ensino médio em 2007, na Sociedade Educacional Modelo e Educação. No ano seguinte ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no curso de Zootecnia, concluindo-o em 2012. Durante a Graduação foi bolsista de apoio técnico no setor de piscicultura, estagiário do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e estagiário do Núcleo de Estudos em Agroecologia (UFRRJ). Em 2013 ingressou no Curso de Pós-Graduação em nível de Mestrado, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, defendendo a presente dissertação em dezembro de 2015.

RESUMO

JUNIOR, José Claudio Bezerra Muniz. **Exigência em Lisina Digestível para tilápias-do-Nilo de 500 a 600g de Peso Vivo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Nutrição Animal). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

A determinação da exigência de lisina para a tilápia-do-Nilo é importante para a elaboração de rações com adequado balanceamento de aminoácidos. A lisina é o aminoácido referência nos estudos de proteína ideal, um conceito relevante atualmente uma vez que permite a redução na quantidade de proteína da ração sem comprometimento do desempenho, diminuindo ainda a excreção de nitrogênio para a água e o risco de eutrofização. O presente trabalho objetivou determinar a exigência em lisina digestível para a tilápia-do-Nilo na fase de 500 a 600 g de peso vivo. Foram utilizadas dietas experimentais que consistiram em rações isocalóricas, isoproteicas e com valores crescentes de lisina digestível. A L-lisina HCl 78% foi utilizada com valores crescentes (0,000; 0,388; 0,776; 1,164 e 1,552%), em substituição ao ingrediente ácido glutâmico (99%), perfazendo os tratamentos com 0,932; 1,23; 1,53; 1,83 e 2,13% de lisina digestível. Foram utilizadas 300 tilápias-do-Nilo com peso médio de 519 g e distribuídos em 25 caixas d'água de 1000 L em sistema aberto de circulação de água. O pH, oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade e condutividade da água foram monitorados diariamente e a amônia foi medida semanalmente. Foram realizados 2 abates, aos 28 dias e aos 50 dias de experimento. Foram avaliados os seguintes índices zootécnicos: ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), taxa de crescimento específico (TCE), ingestão alimentar (IA), consumo de lisina digestível (CLD), conversão alimentar (CA), eficiência proteica para ganho (EPG), eficiência de lisina para ganho (ELG), eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição diária de gordura (TDG), eficiência de retenção de proteína (ERP) e taxa de sobrevivência (TS). Os dados foram interpretados por meio de análise de variância a 5% de probabilidade. Houve efeito quadrático para GP, CA, TCE, ELG, EPG, sendo o valor estimado de lisina tanto para o maior GP quanto para a melhor CA de 1,31% de lisina digestível. Não houve diferença significativa para o consumo de ração, rendimento de carcaça, rendimento de filé, características da carcaça e do filé. Esses resultados se devem em parte ao fato do ganho ter sido proporcional em todo o corpo do peixe. No segundo abate houve efeito quadrático no extrato etéreo e na umidade da carcaça. A Tilápia-do-Nilo na faixa de peso de 500 a 600 gramas de peso vivo apresenta a exigência de 1,31% de lisina digestível, que corresponde a 5,31% da proteína digestível da dieta e a 0,431%/Mcal de energia digestível para o maior ganho de peso e melhor conversão alimentar nas condições deste experimento.

Palavras chave: Aminoácidos. Terminação. Proteína.

ABSTRACT

JUNIOR, José Claudio Bezerra Muniz. **Digestible Lysine requirement for Nile tilapia from 500 to 600 g.** 2015. Thesis (Masters in Animal Science, Animal Nutrition). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

The determination of digestible lysine requirements for Nile tilapia is essential to adjust the correct balance of amino acids in its food. Lysine is the amino acid reference for studies in ideal protein, which is currently an important concept in animal nutrition once it allows a reduction in the protein amount of the diet without compromising performance, and furthermore reducing the nitrogen excretion and eutrophication risks of the water. This study aimed to determine the digestible lysine requirement for Nile tilapia in the final phase of growth (500 to 600 g of body weight). Isocaloric and isoproteic experimental diets were utilized with different levels of digestible lysine in each formulation. The amounts of L-lysine HCl 78% used were 0.000; 0.388; 0.776; 1.164, and 1.552% replacing the ingredient glutamic acid 99%; which adjust the treatments to 0.932; 1.23; 1.53; 1.83, and 2.14% of digestible lysine. Nile tilapia weighing 519 g making a sum of 300 animals were utilized in this experiment. They were distributed in 25 water tanks each one measuring a 1000 liters using a renewable system of water. The pH, dissolved oxygen, temperature, salinity and conductivity were monitored daily and ammonia was measured weekly. Slaughters happened when fishes reached 28 and 50 days counting from the beginning of the experiment. The following animal science aspects were evaluated at the end: weight gain (WG), daily weight gain ratio (DWGR), specific growth rate (SGR), food intake (FI), consumption of digestible lysine (CDL), food conversion (FC) protein efficiency gain (PEG), lysine efficiency gain (LEG), nitrogen retention efficiency (NRE), protein deposition rate (PDR), Daily fat deposition rate (DFDR), protein retention efficiency (PRE), and survival rate (SR). The data was interpreted by analysis of variance with 5% probability. There was quadratic effect for GP, CA, TCE, ELG, EPG. The estimated value of lysine for both the largest GP and the best CA is 1.31% digestible lysine. There was no significant difference regarding the food intake, carcass or filet characteristics. This result is in part due to the fact of the gain being proportional throughout the body of the fish. In the second slaughter were obtained quadratic effect in the ether extract and carcass moisture. The Nile tilapia in the weight range of 500 to 600 grams of body weight presents the requirement for 1.31% of digestible lysine, corresponding to 5.31% of digestible dietary protein and 0.431% per Mcal of digestible energy for greater weight gain and better food conversion in its experiment conditions.

Key Words: Amino acid. Final phase. Protein.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Composição Percentual da Ração Basal	7
Tabela 2. Desempenho de tilápias-do-Nilo de 500 a 600 g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível.....	12
Tabela 3. Composição e rendimento de carcaça e filé de tilápias-do-Nilo de 500 a 600 g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível.....	16
Tabela 4. Composição e rendimento de carcaça e filé de tilápias-do-Nilo de 550 a 600 g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível.....	17
Tabela 5. Taxas de deposição de proteína e gordura e eficiência de retenção de proteína nas duas fases em relação aos valores crescentes de lisina digestível.....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Setor de Piscicultura da UFRRJ.....	5
Figura 2. Peixes sendo colocados nas caixas experimentais.....	6
Figura 3. Ração peletizada a direita e baldes de armazenamento de ração a esquerda.....	8
Figura 4. Peixes sendo mantidos em caixas com o eugenol para a eutanásia à esquerda e filé dos peixes à direita.....	9
Figura 5. Ganho de peso de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível.....	13
Figura 6. Conversão alimentar de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível.....	14
Figura 7. TCE de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível.....	14
Figura 8. EPG de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível.....	15
Figura 9. ELG de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível.....	15
Figura 10. EE da carcaça de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível abatidas após 50 dias de experimento.....	19
Figura 11. Umidade da carcaça de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível abatidas após 50 dias de experimento.....	19

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

BHT	Butil-Hidroxi-Tolueno
CA	Conversão alimentar
CLD	Consumo de lisina digestível
ELG	Eficiência de lisina para ganho
EPG	Eficiência proteica para ganho
ERN	Eficiência de reteno de nitrogênio
ERP	Eficiência de reteno de proteína
GP	Ganho de peso
GPD	Ganho de peso diário
IA	Ingestão alimentar
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
pH	Potencial Hidrogeniônico
TCE	Taxa de crescimento específico
TDG	Taxa de deposio diária de gordura
TDP	Taxa de deposio de proteína
TS	Taxa de sobrevivência.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	1
2.1 Proteína	1
2.2 Lisina	3
2.3 Outros aminoácidos	4
3 MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Peixes e manejo	5
3.2 Dietas experimentais e tratamentos	6
3.3 Parâmetros de desempenho	8
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	11
4.1 Parâmetros da água	11
4.2 Parâmetros de desempenho	12
4.3 Características e composição da carcaça	16
5 CONCLUSÕES	20
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1 INTRODUÇÃO

A produção de tilápias tem crescido no mundo nos últimos anos. Aproximadamente 3.904.071 toneladas de tilápia foram produzidas no mundo em 2014 (FAO, 2016). No Brasil 46% da produção aquícola continental é proveniente da tilapicultura (BOLETIM ESTATISTICO PESCA E AQUICULTURA, 2011). Fatores como adaptabilidade ao clima, precocidade, rusticidade, bom rendimento de filé, possibilidade de cultivo super-intensivo em tanques rede, aceitação do mercado consumidor (BROMAGE & ROBERTS, 1995), aceitação de ração desde as primeiras fases (MEURER et al., 2000) e melhoramento genético realizado na espécie colocam a tilápia em uma posição de destaque na piscicultura brasileira. Para que a tilápia possa expressar esse potencial genético, é necessária a determinação de exigências nutricionais específicas para a espécie (FURUYA et al., 2010) permitindo a formulação de tabelas de nutrição específicas. Dessa forma reduzindo o excesso de nutrientes na ração, consequentemente reduzindo a excreção de nutrientes não utilizados pelas tilápias, possibilitando a sustentabilidade no cultivo de tilápias.

A proteína é o principal componente estrutural e visceral do organismo animal, sendo necessário seu continuo suprimento alimentar para atender às exigências de manutenção e produção (FURUYA et al., 2010). As exigências de proteína bruta na dieta para tilápias podem variar de 26,8 a 41,3%, segundo a fase de desenvolvimento (NOVOA e NERY, 2012). A porcentagem de proteína da ração influencia no valor adequado de lisina no perfil de aminoácidos da ração da tilápia-do-Nilo. A lisina é um aminoácido essencial presente em elevada proporção no tecido muscular, dessa forma o uso de valores adequados desse aminoácido podem resultar em aumento do ganho de peso e melhoria da conversão alimentar (FURUYA et al., 2013). A lisina é o aminoácido referência nos estudos de proteína ideal, um conceito relevante atualmente, uma vez que permite a redução na quantidade de proteína da ração sem comprometimento do desempenho, diminuindo ainda a excreção de nitrogênio para a água e o risco de eutrofização.

O presente trabalho objetivou determinar a exigência em lisina digestível para a tilápia-do-Nilo de 500 a 600 g de peso vivo

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Proteína

Os peixes necessitam de quantidades adequadas de aminoácidos essenciais e não essenciais na ração para a deposição de proteína muscular e outras proteínas corporais (WILSON, 2002). Embora o hábito alimentar fitoplânctofago e onívoro da tilápia-do-Nilo, as rações comerciais para esta espécie dispõem de elevados teores de proteína (FURUYA, 2010). Em função disso, tem se utilizado como fonte padrão de proteína para essas rações a farinha de peixe, devido ao seu elevado teor de proteína com adequado balanço de aminoácidos, sendo também considerado alimento com elevada aceitabilidade com quantidades adequadas de energia, ácidos graxos essenciais, minerais e vitaminas (FURUYA, 2010). No entanto, Furuya et al. (2004b), observaram que dietas com fontes proteicas vegetais, suplementadas com aminoácidos essenciais, baseado no perfil de aminoácidos dos tecidos corporais, podem substituir totalmente a farinha de peixe em dietas para a tilápia-do-Nilo, sem efeitos adversos no crescimento, performance, composição e rendimento de carcaça.

A proteína da dieta pode influenciar na regulação da ingestão de alimento pela tilápia-do-Nilo, quando realizado previamente um período de adaptação às fontes alimentares fornecidas (BORDINHON, 2008). Segundo Bordinhon. (2008) a idade dos peixes interfere no autobalanceamento de proteína e energia pela tilapia-do-Nilo, não está elucidado se o peso dos peixes exerce influencia sobre este aspecto, este autor observou uma redução do consumo relativo de proteína e aumento do consumo de energia, quando estudado o comportamento alimentar da tilápia-do-Nilo.

Vários trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de se determinar as exigências de proteína bruta e proteína digestível para a tilápia-do-Nilo.

Pós larvas na fase de reversão sexual aos 28 dias de desenvolvimento inicial apresentaram a exigência de proteína digestível de 38,6% para se obter o maior ganho de peso (0,243g, valor calculado) (HAYASHI et al., 2002). Alevinos revertidos de tilápia-do-Nilo com 0,44 g a 13,00 g de peso vivo têm a exigência de proteína bruta de 32% (FURUYA et al., 2000). Alevinos de peso inicial de 0,80 g à 15,30 g, apresentaram exigência de proteína bruta em 28% (BOMFIM et al., 2008c). A redução no nível de proteína bruta para 28%, para alevinos de 1,83g à 14 g, não comprometeu o desempenho dos animais, desde que seja corrigida as deficiências de aminoácidos com aminoácidos sintéticos e purificados (QUADROS et al., 2009).

Alevinos de tilápia-do-Nilo de 5 a 125 g recebendo ração com 27,5% de proteína apresentaram uma redução no diâmetro das fibras musculares brancas e vermelhas, no entanto não houve comprometimento sobre o crescimento, composição química e o rendimento de carcaça (FURUYA et al., 2005). Gonçalves et al. (2009) determinaram a exigência de proteína digestível de 26% para alevinos de tilápia-do-Nilo de 11 g á 100 g para o melhor desempenho. Já alevinos de 34,63 à 261 g, criados em tanque rede, apresentaram a exigência em proteína digestível de 24,3% (BOTARO et al., 2007).

Os valores de proteína na ração para peixes possuem papel fundamental não somente para o bom desenvolvimento do peixe, mas também para a sustentabilidade da criação, uma

vez que a redução dos valores de proteína nessas rações contribuem para a redução de nitrogênio excretado pelos peixes na água, este fato tem sua importância mais evidenciado em cultivos de alta densidade de peixes, onde a única fonte de alimento é a ração (FURUYA et al., 2005), além de não gerar prejuízos ao crescimento, ao rendimento e à composição da carcaça (BOTARO et al., 2007).

O conceito de proteína ideal pode ser definido como o balanço exato dos aminoácidos de forma a atender as exigências do animal sem excessos ou deficiências (WANG e FULLER, 1989; EMMENT e BAKER, 1997). A utilização de aminoácidos industriais, segundo o conceito de proteína ideal, permite a redução de proteína na ração de tilápias-do-Nilo sem o comprometimento do desempenho dos peixes (BOTARO et al., 2007; QUADROS et al., 2009). Segundo o NRC. (2011) no conceito de proteína ideal os aminoácidos são apresentados em uma relação com a lisina, onde esta recebe o valor arbitrário de 100. Dessa forma primeiramente é necessário determinar as exigências em lisina para os diferentes tamanhos de peixes e em variadas condições de cultivo para posteriormente determinar as exigências dos outros aminoácidos essenciais (NRC, 2011).

2.2 Lisina

A lisina (Lys ou K) ou ácido 2,6-diaminocaprílico é um aminoácido básico, em relação ao seu grupamento R, cetogênico e carregado positivamente (CHAMPE et al., 2009). Este aminoácido é utilizado no “cross-linking” proteico, principalmente no colágeno, tem sua participação no crescimento e manutenção do balanço nitrogenado positivo, além de estar presente em elevada proporção no tecido muscular (FURUYA et al., 2013).

A determinação da exigência de lisina pela tilápia-do-Nilo é importante para a aplicação do conceito de proteína ideal na elaboração de rações com adequado balanceamento de aminoácidos, com a diminuição da quantidade de proteína da ração e a excreção de nitrogênio para a água (SILVA et al., 2002; FURUYA et al., 2004a).

Muitos fatores podem influenciar a exigência nutricional, entre eles, a linhagem, a fase de crescimento, o manejo, o estado fisiológico, os parâmetros físico-químicos da água, os métodos de determinação e o tipo de alimento utilizado na composição das dietas (GONÇALVES et al., 2009). O tipo de processamento utilizado para a produção de ração e a composição em aminoácidos dos ingredientes utilizados afetam o coeficiente de digestibilidade da lisina (FURUYA et al., 2006).

O uso de suplementação de lisina em dietas para peixes pode resultar em aumento no ganho de peso, melhoria na conversão alimentar, aumento na retenção de nitrogênio e redução no conteúdo corporal de lipídios (BERGE; SVEIER; LIED, 1998). O aminoácido lisina está presente em elevada proporção no corpo da tilápia-do-Nilo, representando 3,39% na matéria seca (TEIXEIRA et al., 2008).

A utilização de rações com 26,0% de proteína digestível e relação de 6,0% de lisina digestível: proteína digestível em rações para a tilápia-do-Nilo na faixa de peso de 11 a 87g promoveram, de acordo com Gonçalves et al. (2009), melhores respostas de desempenho, já quando utilizado o valor proteico de 30,0% de proteína digestível, a melhor relação foi de 7,5% de lisina digestível: proteína.

A exigência de lisina foi de 1,44% de lisina digestível para a fase inicial, 5 a 30 g de peso vivo, para a obtenção de melhor desempenho, maior rendimento e aumento linear da

proteína bruta da carcaça (FURUYA et al., 2006). Já para peixes com o peso de 117 g, o valor de 1,42% de lisina digestível promoveu o melhor desempenho (FURUYA et al., 2004a). Utilizando o conceito de proteína ideal na formulação das rações experimentais, Takishita et al. (2009) concluíram que as exigências de lisina digestível e total para tilápia-do-Nilo com peso inicial de 0,98 g foram de 2,17 e 2,32%, respectivamente, correspondendo a consumos diários de 6,67 mg de lisina digestível e 7,21 mg de lisina total.

O valor de 1,80% de lisina total (0,600% Mcal de ED) e o de 1,70% de lisina digestível (0,567% Mcal de ED) proporcionam, de acordo com Bomfim et al. (2010), os melhores resultados de desempenho e características de carcaça de alevinos de tilápia-do-Nilo de 1,12 à 13 g, quando se utilizou o conceito de proteína ideal na formulação de rações.

Trabalhando com tilápias de peso inicial médio de 87 g e abatendo os peixes aos 226 g de peso vivo FURUYA et al. (2013) concluíram que a exigência de lisina foi de 1,13%, quando corrigida a proporção arginina: lisina (1,43:1 proporção de arginina:lisina digestível) em dietas contendo 28% de proteína digestível.

A exigência em lisina digestível nas Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias (FURUYA, 2010) difere entre as fases de desenvolvimento da tilápia-do-Nilo, sendo 2,20% na fase de reversão sexual, 1,53% pós reversão até 100 g de peso vivo, e 1,38% quando os peixes estão acima de 100 g de peso vivo. O NRC (2011) cita como exigência o valor de 1,6% de lisina digestível na dieta para tilápia-do-Nilo sem referência ao peso dos peixes.

2.3 Outros aminoácidos

A limitação ou excesso de aminoácidos essenciais da ração pode limitar o desempenho da tilápia-do-Nilo (GONÇALVES et al., 2009). Alevinos revertidos de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) apresentam exigência de 1,11 e 1,00% de metionina + cistina total e digestível, respectivamente, correspondente a uma relação metionina + cistina digestível/lisina digestível de aproximadamente 61% (FURUYA et al., 2001).

A utilização de 1,00% de metionina + cistina, correspondente a 3,54% da proteína bruta proporcionou, de acordo com FURUYA et al. (2004c), melhores resultados de desempenho para juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Os mesmos autores demonstraram que a adequada suplementação de metionina em rações contendo o farelo de soja como principal fonte protéica resultou em aumento no crescimento, eficiência na utilização da proteína e rendimento de carcaça de alevinos de tilápia-do-Nilo. Para BOMFIM et al. (2008a) os valores de 0,91% de aminoácidos sulfurados totais e 0,86% de aminoácidos sulfurados digestíveis foram os que proporcionaram os melhores resultados de desempenho e características de carcaça em alevinos de tilápia-do-Nilo. Para ganho de peso e rendimento de filé a exigência de metionina+cistina digestível para tilápia-do-Nilo foi de 0,90% e 0,99%, respectivamente, na fase de 550 g à 700g de peso vivo (MICHELATO et al., 2013).

Quanto à exigência no aminoácido essencial treonina para a tilápia-do-Nilo em terminação SILVA et al. (2006) concluíram que a exigência de treonina é de 1,35%, correspondente a 74% de lisina da ração (com base no conceito de proteína ideal).

Os valores de treonina digestível que proporcionaram as melhores respostas de desempenho e de deposição de proteína corporal em alevinos de tilápia-do-Nilo foram, respectivamente, 0,99% e 1,28% (BOMFIM et al., 2008b). Alevinos de tilápia-do-Nilo apresentaram as exigências em metionina + cistina e em treonina digestível de 60% e 69%

respectivamente, em relação à lisina, com o valor de 28% de proteína bruta na ração (QUADROS et al., 2009).

São escassos os trabalhos que utilizaram peixes acima dos 100g de peso vivo, dessa forma com o presente trabalho se objetivou determinar a exigência em lisina digestível para a tilápia-do-Nilo de 500 a 600 g de peso vivo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Piscicultura do Centro Integrado de Produção Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) no município de Seropédica– RJ (figura 1).



Figura 1. Setor de Piscicultura da UFRRJ.

3.1 Peixes e manejo

Foram adquiridas inicialmente 450 tilápias-do-Nilo revertidas sexualmente durante a fase larval com peso médio de 485 g. Quando os peixes atingiram o peso médio de 519 g foram selecionados os 300 mais uniformes, para a distribuição nas caixas d'água, de forma a equalizar o peso médio entre as unidades experimentais.

Os peixes foram distribuídos em 25 caixas d'água de 1000 L, sendo que em cada caixa d'água foram alojados 12 peixes, constituindo assim a unidade experimental (figura 2), os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições para o primeiro período experimental que foi de 28 dias entre o mês de março e abril de 2015. E para o segundo período experimental foram utilizados 6 peixes por unidade experimental, em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições que foi de mais 22 dias de experimento entre os meses de abril e maio de 2015, totalizando 50 dias. Como o número de peixes nessa segunda fase foi menor, somente foram avaliadas as características da carcaça e do filé.



Figura 2. Peixes sendo colocados nas caixas experimentais.

Antes do início do período experimental, os peixes permaneceram durante 14 dias para adaptação ao manejo experimental.

A ração foi fornecida diariamente em porcentagem equivalente a 3% do peso vivo das tilápias em gramas, dividido em três períodos de arraçoamento, às 9h, às 13 e às 17h, sendo recalculada diariamente a quantidade a ser ofertada de acordo com a temperatura da água seguindo tabelas de arraçoamento.

Os parâmetros físico-químicos da água como pH, oxigênio dissolvido, salinidade, condutividade e temperatura foram monitorados diariamente por meio de multiparâmetro digital AK88 da marca AKSO, enquanto que a amônia tóxica foi monitorada semanalmente. O registro de mortalidade foi diário.

Todas as caixas d'água foram munidas de sistema de renovação de água ao nível de 20% ao dia. Foi utilizado um soprador de ar radial para a provisão de oxigênio na água, este era acoplado em sistema de canos distribuídos para todas as caixas e uma mangueira com duas pedras porosas na ponta para cada caixa. As caixas não possuíam um sistema de aquecimento de água, esta permanecendo com a temperatura de acordo com a temperatura ambiente.

Todas as unidades experimentais foram teladas em sua parte superior para evitar eventuais saltos dos peixes. Foi utilizado tela plástica com 80% de bloqueio solar, de forma que todas as caixas permanecessem sobre o mesmo sombreamento.

3.2 Dietas experimentais e tratamentos

As dietas experimentais consistiram em rações isocalóricas, isoproteicas, e com valores crescentes de lisina digestível. A ração basal (Tabela 1) foi suplementada com valores crescentes de L-lisina-HCL 78% (0,000; 0,388; 0,776; 1,164 e 1,552) em substituição ao ingrediente L-glutâmico (99%), perfazendo os tratamentos com 0,932; 1,23; 1,53; 1,83 e 2,13% de lisina digestível. Os valores dos nutrientes na ração basal estavam de acordo com Furuya. (2010), com exceção para lisina total e digestível. As exigências de cloro e o sódio foram retiradas do NRC (2011). Para metionina + cistina foi utilizado o valor estimado por Michelato et al. (2013) que trabalharam com tilápias na faixa de peso de 550 a 700g. A composição centesimal dos nutrientes nos ingredientes foi de acordo com Furuya. (2010), e para os minerais dos ingredientes de acordo com Rostagno et al. (2011). Foram realizadas

análises químicas dos ingredientes e das dietas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição Animal e Pastagem – IZ/UFRRJ.

Todas as dietas experimentais foram fabricadas na fabrica de ração da Unidade Integrada de Produção da UFRRJ. As rações foram peletizadas para se obter grânulos com diâmetro aproximado de 5,0 mm (figura 3).

Tabela 1. Composição percentual da ração basal.

Ingredientes	Composição (%)
Milho (7,64%)	57,172
Farelo de soja (45,36%)	23,314
Farelo de glúten de milho (60%)	16,381
Fosfato bicálcio	1,702
Ácido glutâmico	1,500
Suplemento mineral e vitamínico ¹	1,400
Calcário	0,859
Sal comum	0,635
Amido	0,500
Óleo de soja	0,500
L-Treonina	0,400
DL-Metionina	0,272
L-Triptofano	0,244
Caulim	0,100
BHT	0,020
L-Lisina HCl	0,000
Total	100,000
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	25,92
Proteína digestível (%)	24,69
Energia digestível (Kcal/kg)	3041,20
Fibra bruta (%)	2,307
Cálcio (%)	0,820
Cloro (%)	0,431
Fósforo disponível (%)	0,450
Sódio (%)	0,270
Lisina total (%)	0,934
Lisina digestível (%)	0,932
Arginina total (%)	1,289
Arginina digestível (%)	1,141
Treonina digestível (%)	1,110
Triptofano digestível (%)	0,380
Metionina total (%)	0,728
Metionina digestível (%)	0,621
Metionina + cistina total (%)	1,149
Metionina + cistina digestível (%)	0,900

¹Vitamina A (min) 860.000UI/kg; Vitamina D3 (min) 240.00UI/kg; Vitamina E (min) 10.500UI/kg; Vitamina K3 (min) 1.400mg/kg; Vitamina B1 (min) 2.100mg/kg; Vitamina B2 (min) 2.150mg/kg; Vitamina B6 (min) 2.100mg/kg; Vitamina B12 (min) 2.200mcg/kg; Vitamina C (min) 25g/kg; Niacina (min) 10g/kg; Pantotenato de Cálcio (min) 5.600mg/kg; Ácido Fólico (min) 580mg/kg; Biotina (min) 17mg/kg; Cloreto de Colina (min) 60g/kg; Inositol (min) 3.570mg/kg; Cobre (min) 1.800mg/kg; Manganês (min) 5.000mg/kg; Zinco (min) 8.000mg/kg; Iodo (min) 90mg/kg; Selênio (min) 36mg/kg; Cobalto (min) 55mg/kg.



Figura 3. Ração peletizada a direita e baldes de armazenamento de ração a esquerda.

3.3 Parâmetros de desempenho

Foram avaliados os seguintes índices zootécnicos: ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), taxa de crescimento específico (TCE), ingestão alimentar (IA), consumo de lisina digestível (CLD), conversão alimentar (CA), eficiência proteica para ganho (EPG), eficiência de lisina para ganho (ELG), eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição diária de gordura (TDG), eficiência de retenção de proteína (ERP) e taxa de sobrevivência (TS).

Todos os peixes foram pesados no início e ao final do experimento. Para o peso inicial foi utilizada uma caixa de plástico e uma rede plástica colocada sobre balança digital (0,001g). Para o peso final foram pesados os peixes individualmente. Logo a média de peso por tratamento foi calculada pela seguinte fórmula.

$$P_i = P_b/12$$

P_i- Peso inicial

P_f- peso final

P_b- peso de 12 tilápias

No início do período experimental, 30 peixes do mesmo lote foram utilizados para a determinação da composição química da carcaça inicial. Ao final do experimento, os peixes permaneceram em jejum por 24 horas, e foram pesados em balança digital (0,001 g). Os peixes foram eutanasiados (figura 4) com 300 mg/L de Eugenol (Vidal et. al., 2008).

Para o GP e o GPD foram utilizadas as seguintes formulas:

$$GP = Pf - Pi$$

$$GPD = \frac{GP}{T}$$

GP- ganho de peso

GPD- ganho de peso diário

Pi- Peso inicial

Pf- peso final

T- período de alimentação



Figura 4. Peixes sendo mantidos em caixas com o eugenol para a eutanásia à esquerda e filé dos peixes à direita.

Para a taxa de crescimento específico foi utilizada a seguinte fórmula utilizando-se transformações logarítmicas:

$$TCE = \frac{\log \text{peso final (g)} - \log \text{peso inicial (g)} \times 100}{\text{período experimental (dias)}}$$

Para calcular a ingestão alimentar (IA) das tilápias, estas receberam as rações até a saciedade aparente dos peixes, quando estes não sobem na lamina d'água para a captura da ração. Foi utilizado um balde de 5 L para armazenamento de uma quantidade controlada de ração por unidade experimental. Ao final do experimento foram considerados os valores de ração adicionada e os valores de sobras em cada balde para o cálculo do consumo de ração. Em caso de registro de mortalidade as sobras eram imediatamente pesadas para a correção do consumo.

Para o cálculo do consumo diário foi dividido a IA pelo número de dias do experimento. Para o cálculo do CLD foi multiplicado a IA pela porcentagem de lisina digestível na ração.

Para o cálculo de conversão alimentar foi utilizada a seguinte fórmula.

$$CA = \frac{IA}{GP}$$

As eficiências de utilização de proteína e lisina para ganho foram calculadas dividindo-se o ganho de peso dos peixes pelo consumo de proteína bruta ou de lisina digestível, respectivamente.

$$EPG = \frac{GP}{CPB}$$

$$ELG = \frac{GP}{CLD}$$

EPG- eficiência proteica para ganho

GP- ganho de peso

CPB- consumo de proteína bruta

ELG- eficiência de lisina para ganho

CLD- consumo de lisina digestível

Para o cálculo da taxa de deposição de proteína corporal (TDP) foram coletados 30 peixes do lote que foi utilizado para a montagem do experimento, comparados com os peixes que foram abatidos ao final do período experimental.

A taxa de deposição de proteína corporal (g) foi calculada segundo a fórmula:

$$TDP = \frac{(QPcf - QPci)}{PE}$$

TDP = (QPcf – QPci)/PE, em que,

QPcf- quantidade de proteína na carcaça final (g)

QPci- quantidade de proteína na carcaça inicial (g)

PE - período experimental (dias)

A taxa de deposição de gordura corporal (TDG) foi calculada segundo a equação:

$$TDG = \frac{(QGcf - QGci)}{PE}$$

TDG = (QGcf – QGci)/PE, em que,

QGcf - quantidade de gordura na carcaça final (g)

QGci - quantidade de gordura na carcaça inicial (g)

PE - período experimental (dias)

A QPcf foi obtida multiplicando-se o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto que a QPci foi obtida pelo peso do respectivo indivíduo, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio de carcaça e pela PBC média de seu grupo ao início do experimento.

A QGcf e QPci foram obtidas de modo similar as QPcf e QPci, utilizando-se os valores de extrato etéreo da carcaça ao invés de proteína bruta da carcaça.

A eficiência de retenção de proteína (ERP) foi calculada por meio da fórmula:

$$ERP = \frac{TDP}{CDL}$$

TDP - taxa de deposição de proteína (g)

CDL - consumo diário de lisina digestível (g)

As amostras destinadas para a composição da carcaça foram autoclavadas a 1 atm a 120 graus Celsius durante 30 minutos e posteriormente secas e moídas até obter-se amostras homogêneas.

Todas as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e moídas em moinho. As análises químicas das amostras da carcaça foram realizadas seguindo-se metodologia citada por AOAC (1995).

O experimento foi aprovado pelo comitê de ética da UFRRJ processo de numero 23083 008011/2014-74.

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância a 5% de probabilidade sendo utilizado o programa SISVAR – Sistema de Análise de Variância - na versão 5.4 (FERREIRA, 2010). Os efeitos das relações com valores crescentes de lisina foram analisados por meio dos modelos de regressão linear ou quadrático, conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Parâmetros da água

As médias dos parâmetros físico químicos da água foram de $24,89 \pm 1,22^\circ\text{C}$ para temperatura, $3,66 \pm 1,23$ mg/L para oxigênio dissolvido, $7,13 \pm 1,4$ para o pH, $611,22 \pm 133,23$ $\mu\text{S/cm}$ para a condutividade e $0,29 \pm 0,06$ ppt para a salinidade. Estes valores estão dentro da faixa para a criação de tilápia-do-Nilo, exceto para temperatura que se manteve abaixo do indicado, sendo que esta temperatura pode ter influenciado no crescimento dos peixes, uma vez que de 27 à 20°C o apetite e o crescimento diminuem de forma linear (KUBITZA, F. 2000).

4.2 Parâmetros de desempenho

No parâmetro ganho de peso (Tabela 2) foi obtida uma resposta quadrática ($P < 0,05$) em função do aumento nos valores de lisina digestível, sendo a exigência estimada para o máximo de ganho de peso de 1,31% (figura 5). Este resultado é menor que a exigência única apresentada pelo NRC (2011) de 1,6%, onde é destacado que as exigências apresentadas podem variar de acordo com o estágio de desenvolvimento e o estado fisiológico dos peixes. O valor de lisina obtido como o melhor neste estudo para ganho de peso foi inferior ao valor de 1,38% estabelecido pelas Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias (2010), entretanto, esse é um valor geral, teoricamente indicado para peixes de qualquer peso corporal acima de 100 gramas. O melhor valor de lisina para o ganho de peso estimada neste trabalho foi menor que o reportado por Bomfim et al. (2010) e Rampe et al. (2014), os quais ao trabalharem com alevinos com peso abaixo de 10 gramas determinaram exigências em lisina de 1,7 e 1,84%, respectivamente. No entanto, o valor de lisina obtido no presente estudo é semelhante a exigência de 1,31% determinada por Furuya et al. (2013) para tilápias-do-Nilo de 87 a 226 gramas. Os menores e os maiores valores de lisina podem ter provocado um desequilíbrio no perfil de aminoácidos, consequentemente limitando a deposição de proteína devido à limitação de retenção dos outros aminoácidos, forçando à desaminação e catabolismo dos mesmos (NRC, 2011).

Tabela 2. Desempenho de tilápias-do-Nilo de 500 a 600 g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível.

Variável	Valores de Lisina					cv
	0,93	1,23	1,53	1,83	2,13	
Peso médio final	608,60	611,80	599,52	566,24	580,56	12,55
Ganho de peso ¹	72,35	107,63	82,52	59,57	46,89	10,68
consumo(g)	235,25	219,50	232,20	225,00	214,00	4,07
CA ²	3,28	2,06	2,82	3,80	4,66	13,17
TCE ³	0,197	0,300	0,230	0,173	0,131	11,40
EPG ⁴	1,19	1,90	1,37	1,02	0,84	11,81
ELG ⁵	33,11	39,98	23,22	14,47	10,23	12,87

CA= conversão alimentar; TCE= taxa de crescimento específico; EPG= eficiência proteica para ganho; ELG= eficiência de lisina para ganho.

¹Ganho de peso: Efeito quadrático (P<0,05): $y = -71,857x^2 + 187,81x - 32,192$; $R^2=74,01$

²CA: Efeito quadrático (P<0,05): $y = 3,3586x^2 - 8,8169x + 8,337$; $R^2=87,21$

³TCE: Efeito quadrático (P<0,05): $y = -0,2142x^2 + 0,5716x - 0,1279$; $R^2=74,50$

⁴EPG: Efeito quadrático (P<0,05): $y = -1,2183x^2 + 3,2206x - 0,5878$; $R^2=66,03$

⁵ELG: Efeito linear (P<0,02): $y = -23,643x + 60,434$; $R^2=82,09$

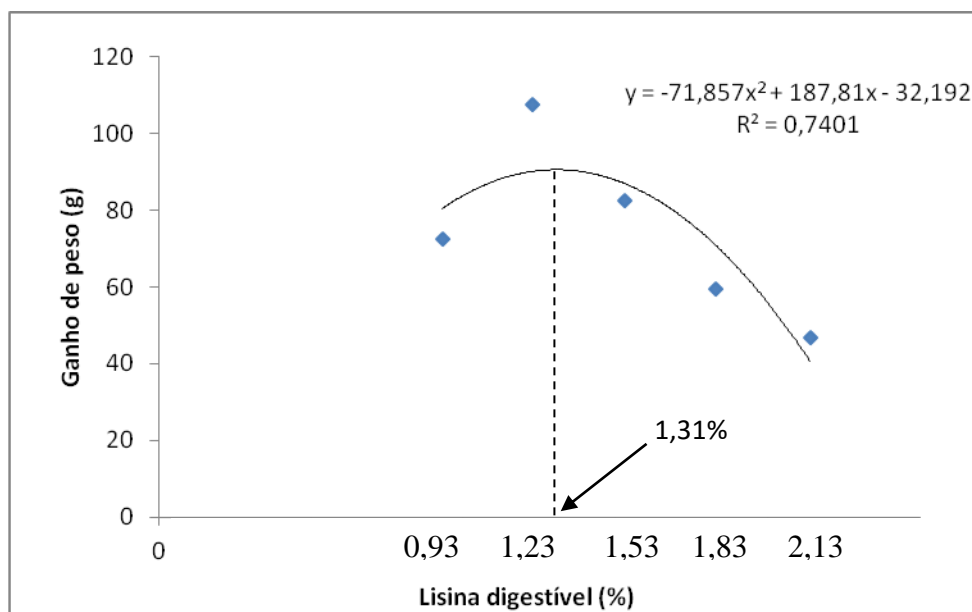


Figura 5. Ganho de peso de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível

Para a conversão alimentar a resposta foi quadrática (P<0,05), sendo a exigência estimada em 1,31% para a melhor CA (Figura 6), valor igual ao estimado para maior ganho de peso. Os resultados observados na CA foram devidos principalmente às variações no ganho de peso, uma vez que não foi observada uma resposta significativa no consumo de ração (Tabela 2) em função das variações no percentual de lisina digestível das rações experimentais. O valor de lisina estimado neste trabalho é menor do que o estimado por Furuya et al. (2012) para a melhor CA, de 1,64% de lisina digestível, trabalhando com peixes de 1,44 g. No entanto Furuya et al. (2013) observaram uma exigência de 1,03% de lisina digestível para a melhor CA ao trabalharem com peixes de 87g de peso vivo inicial e abatidos com aproximadamente 226g. Outros autores observaram melhoria linear na conversão alimentar em função do aumento nos valores de lisina digestível das rações (TAKISHITA et al., 2009; GONÇALVES et al., 2009; BOMFIM et al., 2010), no entanto estes autores trabalharam com alevinos, sendo necessários mais trabalhos com peixes em uma fase de terminação, visto que nesta fase o consumo e a utilização de ração são maiores.

O consumo de ração não foi afetado pelos valores de lisina, corroborando com Gonçalves et al. (2009) que ao trabalharem com a relação lisina:proteína digestível para tilápias-do-Nilo ($11,0 \pm 0,43$ g) não observaram efeito sobre o consumo. O aumento de consumo de lisina quando não há diferença no consumo de ração pode ser atribuído, exclusivamente, ao acréscimo dos valores de lisina nas dietas experimentais (RAMPE et al., 2014). Os resultados observados no presente estudo deferem daqueles reportados por

Taikishita et al (2009) que observaram aumento linear no consumo de ração ao trabalharem com alevinos de tilápia ($0,98 \pm 0,03$ g) com seis valores de lisina digestível (1,50; 1,66; 1,82; 1,98; 2,14; 2,30%), assim como Bomfim et al. (2010) que ao trabalharem com alevinos de tilápia com peso inicial próximo ($1,12 \pm 0,02$ g) observaram efeito linear no consumo de ração.

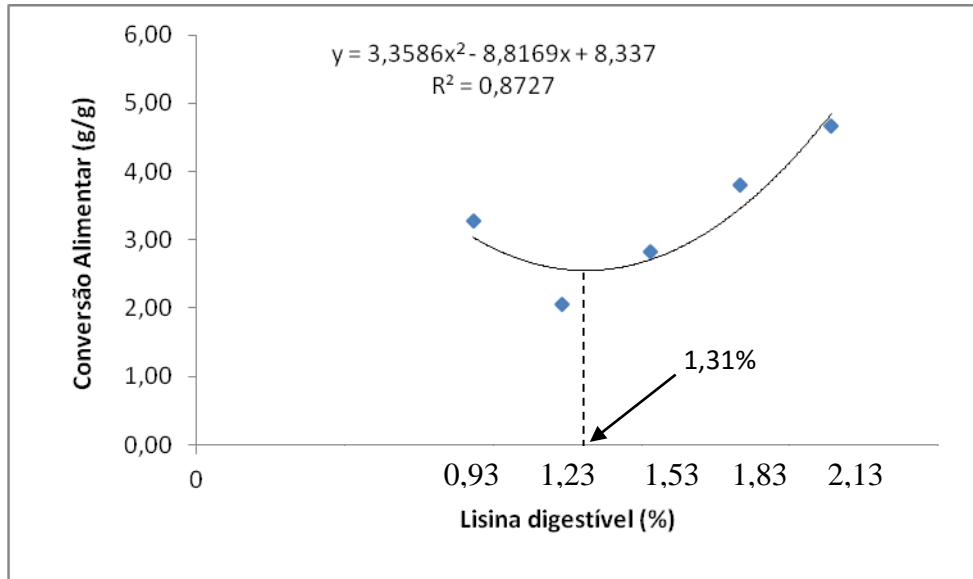


Figura 6. Conversão alimentar de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível

A taxa de crescimento específico, eficiência de proteína para o ganho e eficiência de lisina para o ganho obtiveram resposta quadrática e são apresentados nas figuras 7, 8 e 9.

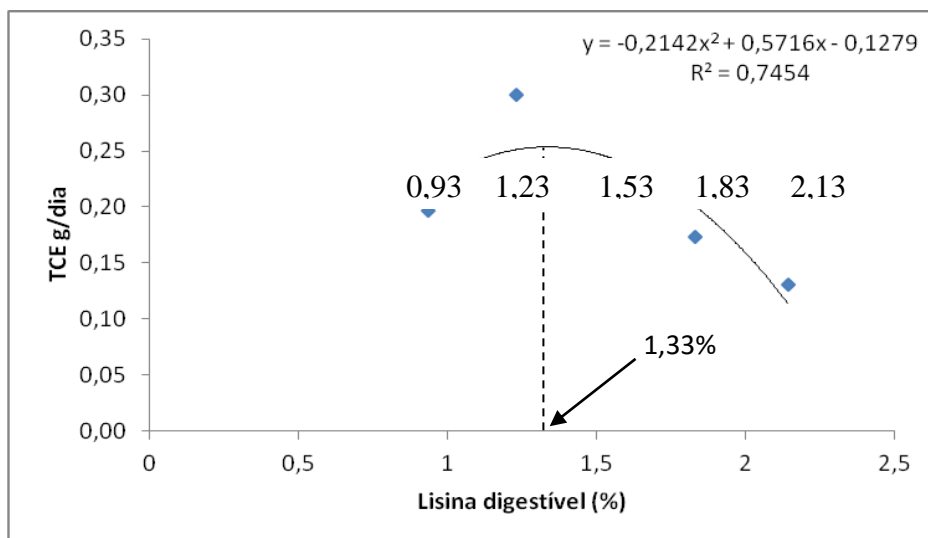


Figura 7. TCE de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível

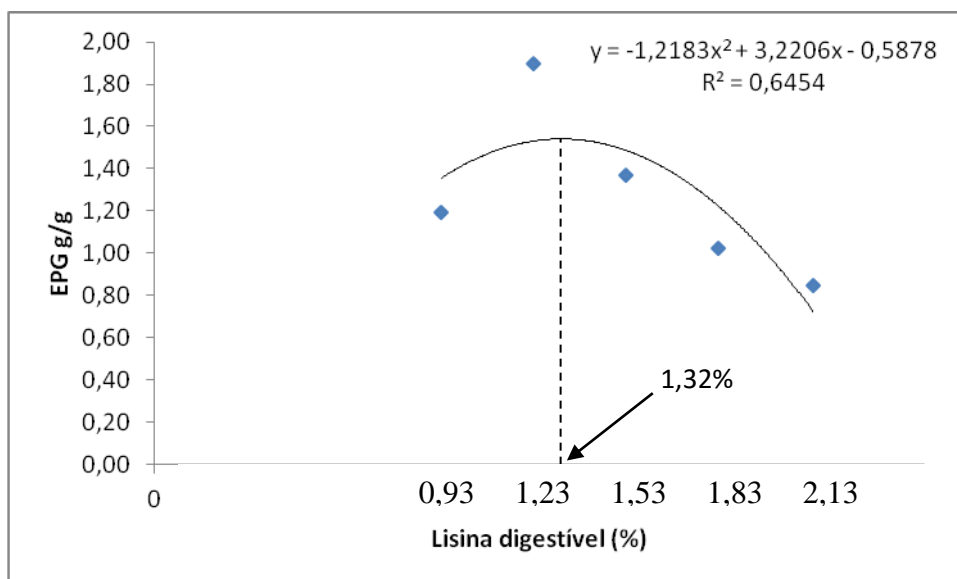


Figura 8. EPG de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível

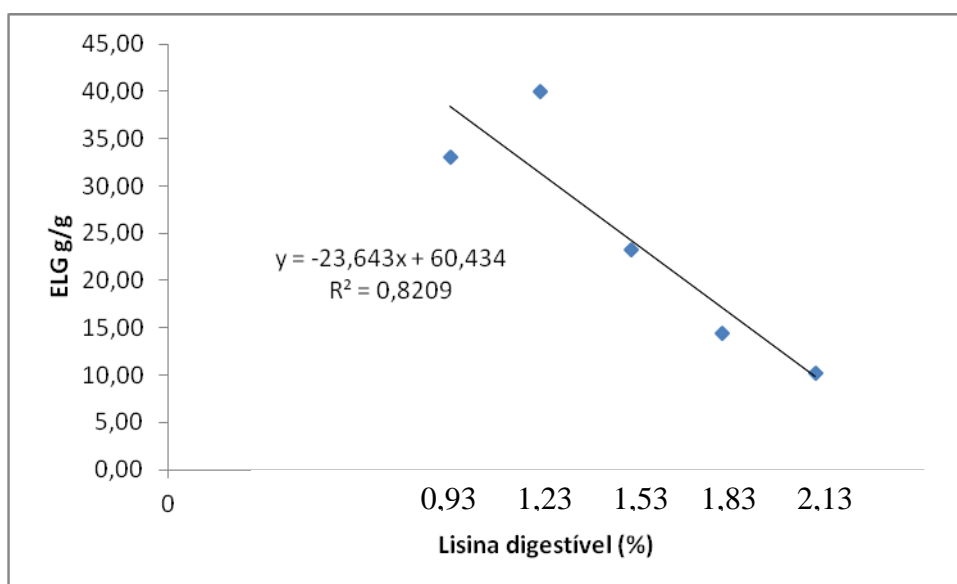


Figura 9. ELG de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível

Os valores encontrados neste estudo para a TCE ($P < 0,05$), correspondentes a 1,33% de lisina digestível e uma TCE de 0,25%, podem estar relacionados à idade e tamanho dos peixes, que nessa fase a taxa de crescimento é menor em relação aos peixes abaixo dos 100 g de peso vivo. Os resultados encontrados neste estudo são inferiores aos encontrados por Bomfim et al. (2010), que observaram um valor médio de 7,9%, sendo que este mesmo autor descreve que peixes na fase inicial apresentam elevada TCE, devido à deposição de tecido muscular. Rampe et al. (2014) encontraram uma máxima TCE de 2,59% com o valor de lisina digestível de 1,85% trabalhando com peixes de peso vivo inicial de $7,30 \pm 0,11$ g.

A maior eficiência proteica para o ganho foi estimada em 1,32 % de lisina digestível para 1,54 de EPG ($P < 0,05$). Para a ELG foi observado uma piora linear ($P < 0,02$). Diferente do observado neste estudo Bomfim et al. (2010), trabalhando com peixes de 1,12 g de peso

vivo inicial, observaram um aumento linear para a EPG e um efeito quadrático para a ELG com uma piora até o valor de 1,696 % de lisina digestível. Uma possível causa para essa piora pode estar relacionada a alguma relação aminoácido:lisina ter sido super ou subestimada (BOMFIM et al., 2010). A falta de uma padronização nos dados analisados em nutrição de peixes dificulta as comparações entre autores, é necessário eleger parâmetros indispensáveis em trabalhos de nutrição de peixes, para que se possa comparar o máximo de parâmetros encontrados.

4.3 Características e composição da carcaça

Os resultados obtidos nos dois períodos experimentais, de 28 dias e de 50 dias de experimento, para os rendimentos e qualidades do corpo inteiro e do filé são apresentados nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3. Composição e rendimento de carcaça e filé de tilápias-do-Nilo de 500 a 600 g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível.

Variável	Valores de Lisina					cv	Desvio padrão
	0,93	1,23	1,53	1,83	2,13		
Rend. Carc.	83,87	84,48	83,39	84,80	85,23	2,00	1,64
Umidade da carc.	69,65	68,71	68,19	68,60	69,94	5,95	1,65
Proteína da carc.	16,21	17,33	16,64	16,69	16,39	4,50	0,76
EE da carc.	7,23	8,09	8,87	7,92	7,91	20,01	1,42
Cinzas da car.	6,65	5,34	5,17	6,46	4,68	12,38	0,93
Rend. Filé	30,39	30,74	30,98	30,95	30,56	3,46	1,05
Umidade do filé	79,27	79,04	78,93	79,10	78,45	1,65	4,14
Proteína do filé	18,15	19,25	18,46	18,48	18,95	5,39	0,98
EE do filé	1,66	1,30	1,92	1,90	1,77	27,62	0,31
Cinzas do Filé	1,16	1,14	1,16	1,13	1,14	4,99	0,05
IHS	2,37	2,08	2,23	2,27	1,99	13,00	0,31

TDP= Taxa de deposição de proteína; TDG= Taxa de deposição de gordura; ERP= eficiência de retenção de proteína; EE= estrato etéreo; IHS= índice hepato-somático.

No primeiro abate, não houve diferença significativa para o rendimento de carcaça e para o rendimento de filé, embora tenha sido observado um aumento no ganho de peso, como citado anteriormente. Esse resultado se deve em parte ao fato do ganho ter sido proporcional em todo o corpo do peixe. Outros autores não observaram diferença no rendimento de carcaça (FURUYA et al., 2004a; FURUYA et al., 2013; RAMPE et al., 2014). Muitos trabalhos encontrados na literatura não avaliam o rendimento de carcaça, isso dificulta as comparações, pois mesmo se os peixes avaliados são alevinos esse parâmetro é relevante para acompanhar o desenvolvimento das partes comestíveis do peixe e avaliar a exigência para se obter o melhor rendimento de carcaça desde as fases iniciais até o abate. Furuya et al. (2013) observaram efeito linear no rendimento do filé em resposta ao aumento dos valores de lisina mantendo uma relação de arginina:lisina de 1,43:1, utilizando peixes de 87 a 226g, sendo o maior rendimento de 32,80% para o maior valor de lisina digestível de 1,83%. Da mesma forma Michelato et al. (2013) ao trabalharem com a exigência dos aminoácidos metionina + cistina observaram aumento linear (LRP) do rendimento de filé ao trabalharem com peixes em fase de terminação ($563,40 \pm 10,50$ g) sendo a exigência de metionina + cistina digestível de 0,99%.

Tabela 4. Composição e rendimento de carcaça e filé de tilápias-do-Nilo de 550 a 600 g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível.

Variável	Valores de Lisina					cv	Desvio padrão
	0,93	1,23	1,53	1,83	2,13		
Rend. Carc.	83,67	85,22	82,55	81,87	84,43	2,56	2,27
Umidade da carc. ¹	70,68	70,38	69,29	70,31	71,69	1,66	1,21
Proteína da carc.	16,92	16,17	16,82	16,8	15,95	4,96	0,78
EE da carc. ²	6,36	7	7,42	6,98	5,49	15,15	1,13
Cinzas da car.	5,42	5,59	5,63	5,42	5,27	13,18	0,65
Rend. Filé	30,22	30,32	29,58	30,32	30,97	4,85	1,38
Umidade do filé	79,95	79,51	80,38	79,32	79,79	0,47	0,62
Proteína do filé	18,13	18,09	17,85	17,78	18,56	4,39	0,68
EE do filé	0,93	0,89	0,58	0,84	0,25	36,12	0,37
Cinzas do Filé	1,18	1,12	1,14	1,16	1,17	4,84	0,06
IHS	2,46	2,46	3,05	2,72	2,03	23,03	0,78

EE= estrato etéreo; IHS= índice hepato-somático.

¹ Umidade da carcaça: Efeito quadrático (P<0,05): $y = 4,2712x^2 - 12,467x + 78,765$; $R^2=85,35$

² Extrato etéreo da carcaça: Efeito quadrático (P<0,05): $y = -3,9886x^2 + 11,658x - 1,1199$; $R^2=97,26$

Não houve diferença significativa para o índice hepato-somático, semelhante ao descrito por Furuya et al. (2006) que atribuiu a ausência de diferença ao elevado desvio entre os dados.

Tabela 5. Taxas de deposição de proteína e gordura e eficiência de retenção de proteína nas duas fases em relação aos valores crescentes de lisina digestível.

Variável	Valores de Lisina					Desvio padrão
	0,93	1,23	1,53	1,83	2,13	
Primeira fase - 28 dias						
TDP	0,63	0,72	0,46	0,40	0,36	0,34
TDG	-0,21	-0,11	0,03	-0,20	-0,22	0,35
ERP	0,08	0,07	0,04	0,03	0,02	0,04
Segunda fase - 50 dias						
TDP	0,33	0,32	0,31	0,39	0,15	0,18
TDG	-0,27	-0,16	-0,15	-0,18	-0,30	0,12
ERP	0,038	0,029	0,022	0,023	0,007	0,02

TDP= Taxa de deposição de proteína; TDG= Taxa de deposição de gordura; ERP= eficiência de retenção de proteína.

Em relação á qualidade do filé, não houve diferença significativa para umidade do filé, proteína bruta do filé, extrato etéreo, cinzas do filé, TDP, TDG e ERP (tabela 5) para ambos

os abates. Michelato et al. (2013), trabalhado com a exigência de metionina + cistina também não observaram diferenças significativas nesses parâmetros do filé.

Diferente do observado no primeiro abate, nos peixes abatidos aos 50 dias de experimento foi observado efeito quadrático para a umidade da carcaça ($P < 0,05$) e para o extrato etéreo da carcaça ($P < 0,05$) sendo os valores de lisina digestível para o menor e maior valor dessas variáveis de 1,45 e 1,46 % de lisina digestível respectivamente (figuras 10 e 11). Aparentemente o Omega 6 é predominante nas gorduras de peixes de água doce (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994), dessa forma peixes com os maiores teores de gordura corporal podem conter maiores valores desse ácido graxo poliinsaturado. Os menores valores de lisina podem ter influenciado negativamente na formação dos músculos vermelhos, estes possuem maior quantidade de lipídios que os outros (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Os maiores valores de lisina podem ter causado um desequilíbrio no perfil de aminoácidos, sendo a arginina o aminoácido mais afetado devido ao antagonismo entre lisina e a arginina (FURUYA et al., 2006).

Em filés de tilápia-do-Nilo os menores valores de umidade possuem uma relação com a menor perda de peso por descongelamento e cocção (FABRICIO, 2013). Os resultados de umidade e extrato etéreo da carcaça podem estar correlacionados com o fato de que a deposição de gordura corporal foi inversamente proporcional à umidade da carcaça, uma vez que não houve diferença significativa para a proteína e cinzas da carcaça. Como não houve diferenças na umidade e extrato etéreo do filé, estas diferenças observadas na carcaça podem ser devidas ao resíduo de filetagem e a pele dos peixes. Segundo Boscolo et al. (2003) estes resíduos podem ser melhor aproveitados pelas indústrias de filetagem. O resíduo de filetagem da tilápia é o que apresenta o maior teor de gordura, esta proveniente principalmente das vísceras (BOSCOLO et al., 2008). Furuya et al. (2006) trabalhando com alevinos de $5,72 \pm 10$ g de peso vivo inicial, observaram efeito linear na proteína bruta da carcaça isenta de vísceras sendo o maior valor de PB de 16,57% para o maior valor de lisina digestível de 1,74%, assim como Takishita et al. (2009) que também observaram efeito linear na PB corporal, que aumentava conforme o aumento dos valores de lisina. Furuya et al. (2012) observaram efeito quadrático para umidade e extrato etéreo corporal de tilápias de 1,44 g de peso vivo, onde os menores valores dessas variáveis foram de 1,621% e 1,629% de lisina digestível respectivamente. Rampe et al. (2014) observaram um valor de 1,76% de lisina digestível para obter 6,27% de gordura corporal em peixes.

As variações nos valores determinados podem estar relacionados à espécie (linhagem), os peixes estudados, fase de crescimento, composição da ração basal, manejo alimentar, os parâmetros físico-químicos da água (ENCARNAÇÃO et al., 2004; FURUYA et al., 2004a; FURUYA et al., 2006; TAKISHITA et al., 2009; BOMFIM et al., 2010; RAMPE et al., 2014), os métodos de determinação, o tipo de alimento utilizado na composição das dietas (GONÇALVES et al., 2009). Dessa forma estes fatores interferem nos resultados obtidos em cada estudo tornando necessária a interpretação biológica para cada caso (GONÇALVES et al., 2009).

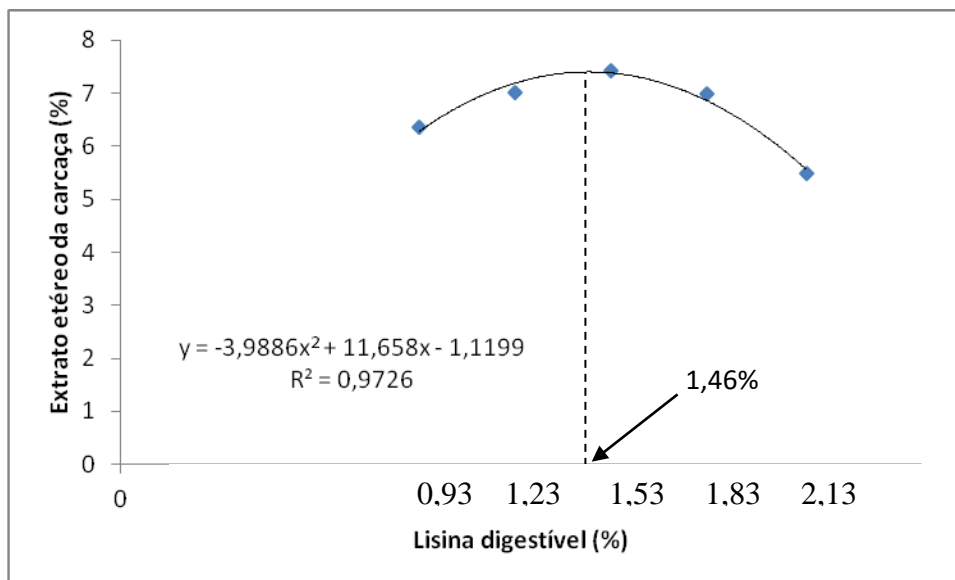


Figura 10. EE da carcaça de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível abatidas após 50 dias de experimento.

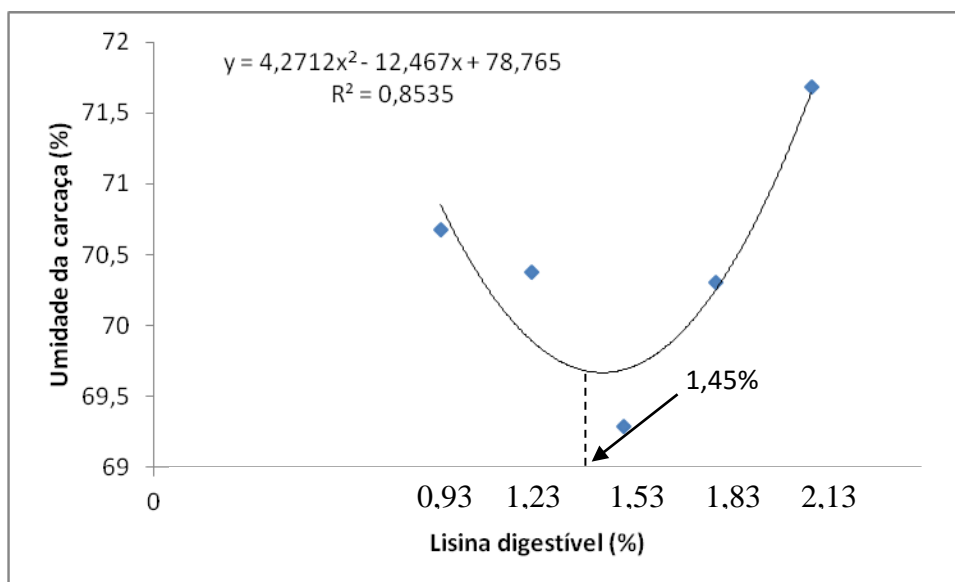


Figura 11. Umidade da carcaça de tilápias-do-Nilo de 500g alimentadas com valores crescentes de lisina digestível abatidas após 50 dias de experimento.

Após duas semanas do início do experimento foram observados confrontos entre os peixes, esse fato pode ser devido a não realização do manejo de repicagem nas caixas d'água, prática de manejo que, de acordo com VOLPATO E FERNANDES (1994) evita que os peixes que se desenvolvem mais rápido apresentassem comportamento de dominância hierárquica. Camargo e Zanatta. (2010) observaram que lotes de tilápias mais heterogêneos tinham quase a metade do tamanho dos lotes dos peixes maiores separados durante a fase de juvenil, e que a cada manejo de repicagem e redução populacional o ganho de peso era maior.

Foi observado que os peixes que ficavam mais próximos do monge possuíam cores mais escuras e ficavam na parte superior da água com a nadadeira traseira parcialmente fora d'água. Esse comportamento, segundo Volpato et al. (1989) os peixes submissos ocupam com

maior frequência a região superior da coluna d'água e, após encontros agonísticos adquirem coloração escura.

A falta de trabalhos com peixes acima dos 500 g de peso vivo dificulta as comparações, e é nesta fase que ocorrem os maiores gastos com ração. Uma vez determinada a exigência é possível a diminuição da poluição ambiental pelos nutrientes não utilizados e excretados pelos peixes.

5 CONCLUSÕES

A tilápia-do-Nilo na faixa de peso de 500 a 600 gramas de peso vivo, apresenta uma exigência de 1,31% de lisina digestível para o maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, valor esse que corresponde a 5,31% da proteína digestível da dieta e a 0,431%/Mcal de energia digestível.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Official Methods of Analysis, 16th ed. **AOAC International**, Washington, DC, 1995.

BERGE, G. E.; SVEIER, H.; LIED, E. Nutrition of Atlantic salmon (*Salmo salar*); the requirement and metabolic effect of lysine. **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v. 120a, n. 3, p. 477-485, 1998.

BOLETIM ESTATÍSTICO PESCA E AQUICULTURA, Brasil. 2010.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; RIBEIRO, F. B.; QUADROS, M. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nylo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.10, p.1713-1720, 2008c.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; RIBEIRO, F. B.; SOUSA, M. P. TAKISHITA, S. S. Exigência de metionina mais cistina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nylo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.5, p.783-790, 2008a.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; QUADROS, M.; RIBEIRO, F. B.; SOUSA, M. P. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nylo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 39, n. 1, p. 1-8, 2010.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; QUADROS, M.; RIBEIRO, F. B.; ARAÚJO, W. A. G. Exigência de treonina, com base no conceito de proteína ideal, de alevinos de tilápia-do-nylo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.12, p.2077-2084, 2008b.

BORDINHON, A. M. **Auto balanceamento da energia e da proteína da dieta pela tilápia do Nilo por meio dos isótopos estáveis de carbono e do consumo de matéria seca**. Tese de Doutorado. Programa de pós graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP, Botucatu, SP, Brasil, 2008. 63p.

BOTARO, D.; FURUYA, W. M.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; SILVA, T. S. C.; SANTOS, V. G. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.3, p.517-525, 2007.

BROMAGE, N. Broodstock management and seed quality – general considerations. In: BROMAGE, N.R.; ROBERTS, R.J. (Ed.) Broodstock management and egg and larval quality. **London: Blackwell Science Ltd**, p.1–25. 1995.

BOSCOLO, W. R. **Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2003. 83p.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A. A. 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**, Santa Maria, v.38, n.9, p.2579-2586, dez, 2008.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A; FERRIER, D. R. **Bioquímica ilustrada**. 4 ed. – Porto Alegre: Artmed, 2009.

CONTRERAS-GUZMÁN, G.E. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994. 409p.

EMMERT, J. L.; BAKER, D. H. **Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets**. J. Appl. Poultry Res. 6:462-470, 1997.

CARVALHO, E. D.; CAMARGO, A. L. S.; ZANATTA, A. S. Desempenho produtivo da tilápia do nilo em tanques-rede numa represa pública: modelo empírico de classificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.7, p.1616-1622, jul, 2010.

FAO - **Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Branch** – Acessado em 16/06/2016

FABRICIO, L. F. F. **Desempenho e qualidade da carcaça e do filé de tilápias (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dietas contendo ractopamina**. Dissertação de mestrado. Programa de pós graduação em Ciências Veterinárias, UFLA, Lavras, MG, 2013. 66p.

FERREIRA, D. F. SISVAR - **Sistema de análise de variância**. Versão 5.4. UFLA, Lavras, 2010.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B.; SOARES, C. M. Exigência de Proteína para Alevino Revertido de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. 29(6):1912-1917, 2000.

FURUYA, W.M. HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B.; BOTARO, D.; SILVA, L. C.; NEVES, P. R. 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**. Maringá, v. 23, n. 4, p. 885-889, 2001.

FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; NEVES, P. R.; SILVA, L. C. R.; HAYASHI, C. Exigência de lisina pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase de terminação. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.34, n.5, p.1571-1577, 2004a.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. B.; PEZZATO, A. C.; FURUYA, V. R. B.; MIRANDA, E. Use of ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in fish-meal-free diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**. 35,p. 1110-1116. 2004b.

FURUYA, W.M.; SILVA, L. C. R.; NEVES, P. R.; BOTARO, D.; HAYASHI, C.; SAKAGUTI, E. S.; FURUYA, V. R. B. Exigência de metionina + cistina para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**. Santa Maria, v.34, n.6, p.1933-1937, 2004c.

FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R. M. G.; SANTOS, V. G.; SILVA, L. C. R.; SILVA, T. C.; FURUYA, V. R. B.; SALES, P. J. P. Aplicação do Conceito de Proteína Ideal

para Redução dos Níveis de Proteína em Dietas para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p. 1433-1441. 2005.

FURUYA, W.M.; SANTOS, V. G.; SILVA, L. C. R.; FURUYA, V. R. B.; SAKAGUTI, E. S. Exigências de lisina digestível para juvenis de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.937-942. 2006.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010.

FURUYA, W.M.; MICHELATO, M.; GRACIANO, T. S.; VIDAL, L. V. O.; XAVIER, T. O.; FURUYA, V. R. B.; MOURA, L. B. Exigência de lisina digestível para a tilápia-do-Nilo de 87 a 226 g alimentada com dietas balanceadas para a relação arginina:lisina. **Ciências Agrárias**. Londrina, v. 34, n. 4, p. 1945-1954, 2013.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; TACHIBANA, L.; ROSA, M. J. S.; GUIMARÃES, I. G. Relação lisina digestível:proteína digestível em rações para tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.12, p.2299-2305, 2009.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M.; MEURER, F. Exigência de Proteína Digestível para Larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a Reversão Sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.2, p.823-828, 2002.

KUBITZA, F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 285p.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Utilização de levedura spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.479-484, 2000.

MICHELATO, M. FURUYA, W. M.; GRACIANO, T. S.; VIDAL, L. V. O.; XAVIER, T. O.; MOURA, L. B.; FURUYA, V. R. B. Digestible methionine + cystine requirement for Nile tilapia from 550 to 700 g. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.42, n.1, p.7-12, 2013.

NOVOA, D. M. T.; NERY, V. L. H. Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). **ORINOQUIA** - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta. Colombia Vol. 16 - No 1. 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington: National Academy Press, 2011.

QUADROS, M.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; RIBEIRO, F. B.; TAKISHITA, S. S. Crude protein reduction and digestible methionine+cystine and threonine to digestible lysine ratios in diets for Nile tilapia fingerlings. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.8, p.1400-1406, 2009.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, L. C. R.; FURUYA, W.M.; SANTOS, L. D.; SANTOS, V. G.; CASTRO E SILVA, T. S.; PINSETTA, P. J. Níveis de treonina em rações para tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.4, p.1258-1264, 2006.

TAKISHITA, S. S.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; BOMFIM, M. A. D.; QUADROS, M.; SOUZA, M. P. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.11, p.2099-2105, 2009.

TEIXEIRA, E. A.; CREPALDI, D. V.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; EULER, A. C. C. Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis SP.*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.9, n.2, p. 239-246, abr/jun. 2008.

VIDAL, L.V.O.; ALBINATI, R.C.B., ALBINATI, A.C.L. et al. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 43, p. 1069- 1074, 2008.

VOLPATO, G.L.; FRIOLI, P.M.A.; CARRIERI, M.P. Heterogeneous growth in fishes: some new data in the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and a general view about the causal mechanisms. **Boletim of Physiology Animal**, v.13, p.7-22, 1989.

VOLPATO, G. L.; FERNANDES, M. O. Social control of growth in fish. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v.27, p.797-810, 1994.

WANG, T. C.; FULLER, M. F. **The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. I. Experiments by amino acid deletion.** Brit. J. Nutr. 62:77-89. 1989.

WILSON, R. P. Amino acids and proteins. Pages 143-179 in J.E. Halver, and R.W. Hardy, editors. Fish nutrition. **Academic Press**. Amsterdam, AM, The Netherlands. 2002.