

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

RÔMULO BATISTA RODRIGUES

Valina em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Toledo

2016

RÔMULO BATISTA RODRIGUES

Valina em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
Co-orientadora: Profa. Dra. Margarida Maria Barros

Toledo

2016

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

R696v Rodrigues, Rômulo Batista
Valina em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) /
Rômulo Batista Rodrigues. -- Toledo, PR : [s. n.], 2016
65 f. : il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
Coorientadora: Profa. Dra. Margarida Maria Barros
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de
Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de
Toledo. Centro de Engenharias e Ciências Exatas.

1. Aquicultura 2. Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) –
Alimentação e rações 3. Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) –
Nutrição 4. Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) - Desempenho
5. Aminoácidos na nutrição animal 6. Nutrição animal - Peixes 7.
Valina (Aminoácidos) I. Boscolo, Wilson Rogério, orient. II.
Barros, Margarida Maria, coorient. III. T

CDD 20. ed. 639.3758

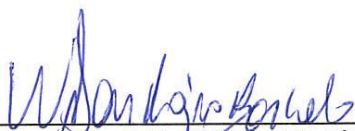
FOLHA DE APROVAÇÃO

RÔMULO BATISTA RODRIGUES

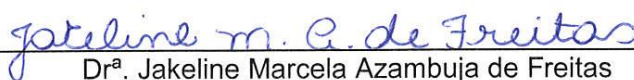
“Valina em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)”.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

COMISSÃO EXAMINADORA



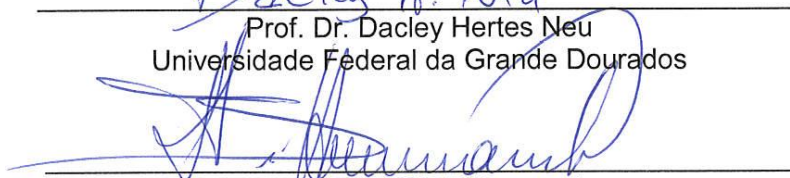
Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)



Drª. Jakeline Marcela Azambuja de Freitas
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Prof. Dr. Dacley Hertez Neu
Universidade Federal da Grande Dourados



Prof. Dr. Fábio Bittencourt
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em: 26 de fevereiro de 2016, 14h.

Local de defesa: Sala 14 – UNIOESTE/Campus de Toledo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Beatriz Batista e Aliomar Pereira Rodrigues, por toda força, incentivo, confiança, ensinamentos e por sempre acreditarem em mim e apoiarem as minhas decisões;

À minha irmã Renata Batista Rodrigues, por todo apoio e companheirismo em todas as etapas da minha vida;

À toda minha família, que sempre me apoiou, me incentivou e acreditou em mim, sendo base para meu crescimento;

À Mariana Uczay, pelo apoio, paciência, companheirismo, carinho, auxílio nos meus trabalhos e estudos, e principalmente pela confiança em mim em todos os momentos;

Ao professor Wilson Rogério Boscolo, pela confiança no meu trabalho, pela orientação, pelas explicações, aconselhamentos e todo conhecimento repassado para mim que contribuíram e muito para minha formação;

Ao Grupo de Estudo de Manejo na Aquicultura (GEMAQ), pela disponibilização das estruturas para realização das pesquisas e formação. Aos professores do GEMAQ, Fábio Bittencourt, Altevir Signor, Aldi Feiden e Wilson Boscolo, pelas oportunidades oferecidas e todo auxílio durante a realização do meu mestrado. Aos colegas e amigos do GEMAQ, os quais tive o prazer de conviver durante esse tempo, pelo auxílio e apoio durante a realização das pesquisas e atividades do grupo e pelo companheirismo em momentos de trabalho ou de lazer;

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca;

A CAPES pelo auxílio da bolsa de estudos;

A todos que de uma maneira me auxiliaram na execução da pesquisa e na minha formação e não foram citados.

MUITO OBRIGADO!

Valina em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

RESUMO

A valina faz parte do grupo de aminoácidos de cadeia ramificada, juntamente com a leucina e isoleucina, e possui importante papel estrutural e anabólico. Foram realizados dois experimentos com o objetivo de determinar a exigência nutricional de valina para alevinos e juvenis de tilápias do Nilo, por meio da avaliação do desempenho zootécnico, e das análises de composição química da carcaça, perfil hematológico e bioquímico do sangue, e da morfometria do músculo esquelético. No primeiro experimento, foram utilizados 270 alevinos de tilápia com peso médio inicial de $1,57 \pm 0,05$ g e comprimento total inicial de $4,16 \pm 0,46$ cm, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso com seis tratamentos e três repetições, utilizando 18 caixas com 250 litros de capacidade, durante período experimental de 79 dias. No segundo experimento, foram utilizados 216 juvenis de tilápia com peso médio inicial de $21,40 \pm 0,42$ g e comprimento total inicial de $10,07 \pm 1,00$ cm, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso com seis tratamentos e três repetições, utilizando 18 caixas com 500 litros de capacidade, durante período experimental de 77 dias. Os tratamentos consistiam em dietas com concentrações crescentes de valina, sendo para alevinos (0,82; 0,86; 0,98; 1,04; 1,10 e 1,26 % de valina na dieta) e para juvenis (0,54; 0,63; 0,72; 0,81; 0,90 e 0,99 % de valina na dieta). A alimentação foi realizada quatro vezes ao dia até a saciedade aparente. Avaliou-se o desempenho zootécnico (ganho em peso, conversão alimentar aparente, ganho em peso diário, taxa de eficiência proteica, fator de condição, sobrevivência, eficiência de retenção proteica, gordura visceral, índice hepatossomático, taxa de crescimento específico e uniformidade do lote) para alevinos e juvenis; a composição centesimal dos peixes (umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas) para alevinos e juvenis; os índices hematológicos e bioquímicos do sangue (taxa de hemoglobina, contagem de eritrócitos, percentual de hematócritos, leucócitos totais, trombócitos totais, proteína plasmática, glicose, triglicerídeos e colesterol) para juvenis e a distribuição das fibras musculares para alevinos e juvenis. Não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para as variáveis de desempenho, composição centesimal e histologia entre os diferentes tratamentos avaliados para alevinos. Para os juvenis de tilápia, no desempenho zootécnico observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos para o ganho em peso, ganho em peso diário e conversão

alimentar aparente. Para os parâmetros hematológicos e bioquímicos do sangue, observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos para taxa de hemoglobina, triglicerídeos totais e colesterol total. Não foram observadas diferenças significativas para a composição centesimal dos peixes e frequência das fibras musculares. Conclui-se que as exigências nutricionais de valina são atendidas com 0,82% de valina na dieta (2,65% de valina da proteína bruta) para alevinos e 0,81% de valina na dieta (2,90% de valina) para juvenis de tilápias do Nilo.

Palavras-chave: Aminoácido essencial. Aquicultura. Desempenho zootécnico. Nutrição.

Valine in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

ABSTRACT

The valine is part of the branched chain amino group together with leucine and isoleucine, and has an important structural role and anabolic. Two experiments were conducted in order to determine the requirement of valine for fingerlings and juveniles of tilapia, by assessing the growth performance, and analysis of chemical composition of housing, hematological and biochemical blood, and white muscle morphometric. In the first experiment were used 270 tilapia fingerlings with initial average weight of 1.57 ± 0.05 g total initial length of 4.16 ± 0.46 cm, distributed in completely randomized design with six treatments and three replications, using 18 boxes with 250 liter of capacity during the experimental period of 79 days. In the second experiment were used 216 tilapia juveniles with initial average weight of 21.40 ± 0.42 g and initial total length of 10.07 ± 1.00 cm, distributed in 18 boxes with 500 liters of capacity during the experimental period of 77 days. The treatments consisted of diets with increasing concentrations of valine, being for fingerlings (0.82, 0.86, 0.98, 1.04, 1.10 and 1.26% valine) and juvenile (0.54, 0.63, 0.72, 0.81, 0.90 and 0.99% valine). Feed has been held four times a day to apparent satiation. Evaluated the growth performance (weight gain, feed conversion, daily weight gain, protein efficiency ratio, condition factor, survival, protein retention efficiency, visceral fat, liver somatic index, specific growth rate and uniformity of the lot) for fingerlings and juveniles; fish proximate composition (moisture, crude protein, lipids and ash) for fingerlings and juveniles; hematological and biochemical indices of the blood (hemoglobin, erythrocytes count, hematocrit percent, total leukocytes, total thrombocytes, plasma protein, glucose, triglyceride and cholesterol) for juvenile and distribution of muscle fibers to fingerlings and juveniles. There was no statistical difference ($P>0.05$) for the performance variables, chemical composition and histology between the different treatments evaluated to fingerlings. For juvenile tilapia, on the performance were observed significant differences ($P<0.05$) between treatments for weight gain, daily weight gain and feed conversion. For hematological and biochemical parameters of blood, there were significant differences ($P<0.05$) between treatments for hemoglobin, total triglycerides and total cholesterol. Significant differences in the chemical composition of fish and frequency of muscle fibers were observed. It is concluded that the nutritional requirements are met with

valine 0.82% valine in the diet (2.65% valine crude protein) for minnows and 0.81% of valine in the diet (2.90% valine crude protein) for juvenile Nile tilapia.

Keywords: Essential amino acid. Aquaculture. Performance. Nutrition.

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Aquaculture* e *Boletim do Instituto de Pesca*. Disponível em: <https://www.elsevier.com/journals/aquaculture/0044-8486?generatepdf=true>>* e <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/NovasInstrucoes aos Autores 19nov15.pdf>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	7
2. OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo geral.....	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.1 Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	9
3.2 Proteína e aminoácidos na nutrição de peixes.....	10
3.3 Valina	11
3.4 Hematologia em peixes	14
3.5 Composição centesimal.....	16
3.6 Fibras musculares	17
3.7 Referências bibliográficas	18
4. CAPÍTULO 1: Valina em dietas para alevinos de tilápia do nilo	27
4.1 Introdução.....	28
4.3 Resultados	32
4.4 Discussão.....	34
4.5 Conclusão	37
4.6 Agradecimentos.....	37
4.7 Referências	37
5. CAPÍTULO 2: Valina em dietas para juvenis de tilápia do Nilo <i>Oreochromis niloticus</i>.....	42
5.1 Introdução:	42
5.2 Material e métodos:	44
5.2.1 Peixes e condições experimentais.....	44
5.2.2 Dietas experimentais e manejo alimentar	44
5.2.3 Coleta de dados e desempenho zootécnico.....	45
5.2.4 Análises hematológicas e bioquímicas	45
5.2.5 Composição centesimal	46
5.2.6 Morfometria da fibra muscular	46
5.2.7 Delineamento experimental e análise estatística:	47
5.3 Resultados:	47
5.4 Discussão:.....	49
5.5 Agradecimentos:.....	54
5.6 Referências:	54
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65

1. INTRODUÇÃO GERAL

O crescimento da população mundial faz com que a demanda pela produção de alimentos aumente proporcionalmente. A aquicultura é o setor de fornecimento de alimentos de origem animal em maior crescimento (FAO, 2014), apresentando um crescimento de produção de doze vezes, no período de 1980-2010, a uma média anual de 8,8%. O Brasil, com uma produção de 479,4 mil toneladas de pescado, é o terceiro maior produtor das Américas, perdendo para os Estados Unidos e Chile (FAO, 2012).

O Brasil apresenta grande potencial para a produção de organismos aquáticos, pois possui 7.367 km de costa, 3,5 milhões de hectares em águas públicas represadas, cinco milhões de hectares em águas privadas represadas, concentrando aproximadamente 12% da água doce disponível do planeta, apresenta clima preponderantemente tropical e é autossuficiente na produção de grãos (Ostrensky et al., 2007).

A piscicultura é uma importante fonte de produção de proteína de origem animal de alto valor biológico, e o interesse pela carne do pescado esta aumentando não apenas pelo aumento da população, como também pelo aumento da renda dos consumidores e o maior conhecimento sobre os benefícios do consumo do pescado (Gupta e Acosta, 2004). O pescado é facilmente digerido, possui alto teor proteico e baixo valor calórico, apresenta ainda quantidade interessante de vitaminas e minerais comparados aos demais alimentos proteicos disponíveis no mercado (Souza, 2001), sendo que a carne do pescado pode ser considerada um alimento funcional, devido ao seu conteúdo de ácidos graxos insaturados (Suárez-Mahecha et al., 2002).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie que vem contribuindo com o desenvolvimento da aquicultura no Brasil, sendo responsável por uma produção de mais de 150 mil toneladas, tornando-se o peixe de água doce mais produzido comercialmente no país (MPA, 2012). É uma das espécies mais promissoras para a piscicultura, pelo rápido crescimento em sistema intensivo, pela rusticidade e por possuir carne com boas características organolépticas e filé sem espinhas intramusculares (Botaro et al., 2007).

A nutrição animal está entre os principais setores investigados pelos pesquisadores na área da aquicultura, pois a alimentação dos animais é responsável por grande parte dos custos em uma produção comercial de organismos aquáticos (Li e Wang, 2004), sendo que a proteína geralmente é o componente de maior custo na formulação das dietas (Wilson et al., 2002). Os peixes não possuem exigência dietética específica para proteína, e sim em aminoácidos em um balanceamento adequado (Bicudo e Cyrino, 2009). Desta forma, a

formulação de dietas levando-se em consideração as exigências nutricionais de aminoácidos e não de proteína bruta, tem sido objetivada na nutrição de peixes.

O grande número de informações fornecidas pelas pesquisas sobre a produção da tilápia oferece maior suporte ao desenvolvimento de diferentes técnicas de manejo e produção, e auxilia no crescimento produtivo observado no Brasil. Entretanto, ainda existe a necessidade de desenvolvimento de pesquisas na área de nutrição para que se esclareçam dúvidas existentes em alguns setores, como a nutrição.

Devido aos poucos estudos relacionados à nutrição de valina para peixes, em especial para tilápias do Nilo e seu efeito sobre a fisiologia dessa espécie, o estudo tem importância, especialmente pela tilápia ser a principal espécie de peixes de cunho comercial no Brasil e por esse aminoácido ainda não ter sua exigência estabelecida, ou ainda pela ausência de informações sobre as respostas fisiológicas da tilápia diante de dietas contendo diferentes concentrações de valina.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Determinar as exigências nutricionais de valina para alevinos e juvenis de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

2.2 Objetivos específicos

Avaliar o desempenho zootécnico de alevinos e juvenis de tilápias, submetidos a dietas contendo diferentes concentrações de valina.

Analisar a composição centesimal de alevinos e juvenis de tilápias, submetidos a dietas contendo diferentes concentrações de valina.

Avaliar as respostas hematológicas e bioquímicas do sangue de juvenis de tilápias, alimentados com dietas contendo concentrações crescentes de valina.

Estudar a contribuição da valina no crescimento muscular de alevinos e juvenis de tilápias, por meio da análise de frequência de distribuição das fibras musculares.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

As tilápias pertencem à família Cichlidae e são nativas do continente africano (El-Sayed, 2006). Encontram-se atualmente difundidas em todo mundo, principalmente nos países de clima subtropical e tropical, passando a ser cultivadas de forma intensiva somente entre a década de 1920 e 1950 (Ribeiro, 2001).

Tilápia é uma denominação para uma diversidade de espécies, entretanto, algumas dessas são mais exploradas no cultivo, como: *Tilapia rendalli*, *Tilapia zilli*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus* e *Oreochromis urolepis hornorum* (Stickney, 1997).

Os primeiros relatos de tilápias no Brasil são da década de 1950 com a *Tilapia rendalli* e o primeiro registro da tilápia do Nilo (variedade Bouaké), foi no ano de 1971, onde alguns exemplares oriundos da Costa do Marfim foram introduzidos no estado do Ceará (Castagnoli, 1992).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies mais cultivadas no mundo por apresentar características altamente desejáveis, tais como, a rusticidade (Meurer et al., 2008), boa adaptação à produção em tanques-rede, viveiros escavados, “raceways” ou tanques circulares (Meurer et al., 2002), aceitação de rações artificiais (Zimmermann e Fitzsimmons, 2004), hábito alimentar onívoro, possuindo adaptações morfológicas e fisiológicas que possibilitam a utilização eficiente de carboidratos como fonte de energia (Tengjaroenkul et al., 2000), o que pode refletir em uma redução no custo com a alimentação, pois abre a possibilidade de inclusão de ingredientes de origem vegetal na dieta (Pezzato et al., 2002).

Além das características benéficas ao cultivo, a tilápia apresenta particularidades interessantes na sua carne, sendo de coloração branca e de textura firme, com um sabor suave e ausência de odor desagradável, apresenta ainda uma filetagem mais fácil que de outras espécies por não possuir espinhas em ‘Y’ (Silva et al., 2009), sendo bem aceita pelos consumidores. Desta maneira, a criação de tilápias vem aumentando significativamente (Appleyard et al., 2001), com potencial para se tornar a espécie mais produzida comercialmente no mundo, o que é realidade no Brasil, pois a partir de 2002, a tilápia tornou-

se a espécie de peixe mais produzida em pisciculturas comerciais, superando as carpas (Boscardin, 2008).

O grande desenvolvimento produtivo da espécie ocorreu devido as suas características extremamente interessantes para a produção e pelo estabelecimento de pacotes zootécnicos formados a partir de pesquisas relacionadas ao cultivo da espécie, como nutrição, reprodução, manejo e sanidade, o que permite excelentes condições de cultivo. Mesmo sendo um dos peixes mais explorados pela pesquisa científica, a intensificação da produção faz com que ainda se tenha a falta de algumas informações sobre assuntos relacionados ao cultivo da espécie, incentivando assim maiores interesses em pesquisas relacionados ao tema.

3.2 Proteína e aminoácidos na nutrição de peixes

As proteínas são os componentes orgânicos mais abundantes nos tecidos dos animais, ocorrendo em todas as células vivas (Lehninger et al., 1995), são formadas por unidades denominadas de aminoácidos (Lovell, 1988). Para peixes, as proteínas constituem aproximadamente 70% do peso seco (Wilson, 2002).

Os aminoácidos são responsáveis pelo desenvolvimento dos peixes, por suas funções dinâmicas e estruturais. Como funções dinâmicas há o transporte de gases e nutrientes, o controle metabólico, a contração muscular, a catálise de transformações químicas e a proteção bacteriana e viral, enquanto as funções estruturais são relativas ao desenvolvimento da matriz óssea e do tecido conjuntivo (Devlin, 1998).

As proteínas e os aminoácidos são componentes essenciais para o organismo animal, sendo exigidas continuamente pelos organismos vivos, devido ao importante papel que exercem (NRC, 2011). Diferente de outros nutrientes, os aminoácidos não são armazenados pelo organismo animal, e quando em excesso na dieta são metabolizados, o que faz com que ocorra a liberação de amônia para excreção e de outros compostos nitrogenados para oxidação e produção de energia (Walton, 1985).

Os peixes não possuem exigência dietética de proteína, mas sim de uma mistura balanceada de aminoácidos na ração (Wilson, 1985). No entanto, as rações de peixes são comercializadas com base em proteína bruta (Pezzato et al., 2004), que varia dependendo da espécie, hábito alimentar e fase de criação. Desta maneira, as dietas comerciais para peixes acabam sendo formuladas sem levar em consideração as exigências nutricionais de aminoácidos, e consequentemente acabam sendo desbalanceadas nutricionalmente.

Os peixes, assim como outros vertebrados e muitos invertebrados, são incapazes de sintetizar certos aminoácidos, os quais devem ser fornecidos por meio da dieta, sendo denominados como essenciais (Guillaume et al., 2001), sendo que aqueles que podem ser sintetizados pelo organismo são denominados como não essenciais (Wu, 2009). Para peixes, são classificados como aminoácidos essenciais: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina (NRC, 2011). Em geral, as exigências de aminoácidos dos peixes, quando expressa como porcentagem da dieta, são maiores que das aves e suínos, mas quando os aminoácidos são expressos como porcentagem da proteína, as exigências são similares (Furuya, 2010).

As deficiências de aminoácidos podem provocar redução na utilização da proteína, acarretando em prejuízos ao crescimento e na saúde do peixe (Pezzato et al., 2004). O excesso de aminoácidos também pode causar prejuízos pelo desequilíbrio na dieta, e por não ser depositado de forma livre, sua excreção torna-se um gasto energético desnecessário ao peixe.

A formulação de dietas com o teor de proteína suficiente para atender as exigências dos animais e balanceamento adequado de aminoácidos essenciais, é fundamental para o crescimento pleno dos animais, com redução de excreção de nitrogênio (Peres e Oliva-Teles, 2009). Assim, diversos estudos têm sido realizados para a determinação das exigências dos aminoácidos na dieta de peixes.

3.3 Valina

A valina (Figura 1) é um aminoácido essencial pertencente ao grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada (*Branched Chain Amino Acids* - BCAA), juntamente com a leucina e isoleucina. Possui funções fisiológicas semelhantes aos dois, como a regulação da tradução e início da síntese de proteína (Shimomura et al., 2006). Este grupo contém aproximadamente 35% dos aminoácidos indispensáveis à proteína muscular (Harper et al., 1984).

Assim como os outros aminoácidos, os de cadeia ramificada não podem ser armazenados de forma livre nos tecidos, sendo oxidados, após serem utilizados para a síntese proteica. No entanto, este grupo de aminoácidos é o único oxidado em sua maior parte no tecido muscular, e não em tecidos hepáticos (Platell et al., 2000), enquanto que os demais são oxidados no fígado.

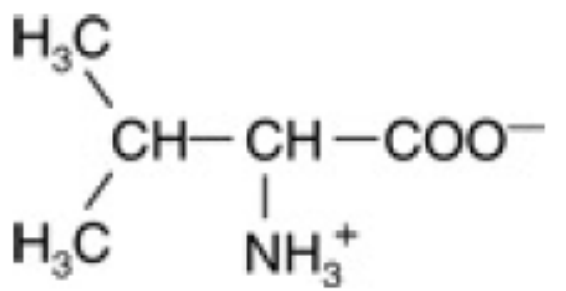


Figura 1. Fórmula estrutural da valina (Murray et al., 2012)

O principal papel da valina é participar da síntese de proteínas corporais. Porém, desempenha outras funções fisiológicas importantes, incluindo a manutenção e crescimento do tecido muscular (Suryawan et al., 2011). Além disso, os aminoácidos de cadeia ramificada estão entre os aminoácidos mais hidrofóbicos, assim, são substratos importantes na formação da estrutura de proteínas da membrana celular (Brosnan e Brosnan, 2006). Portanto, a valina desempenha funções importantes na formação de vários metabólitos e é geralmente concentrada no tecido muscular esquelético (Khan e Abidi, 2007). Diretamente, atua na síntese de glutamina e alanina (Wu, 2009). Desta forma o atendimento das exigências dos aminoácidos de cadeia ramificada é importante, pois auxilia na síntese de outros aminoácidos importantes.

Os aminoácidos de cadeia ramificada participam de diversos processos bioquímicos, como a síntese proteica, produção de energia, a síntese de amina, serotonina e de catecolaminas, dopamina e norepinefrina (Fernstrom, 2005), sendo ainda importantes doadores de nitrogênio para a síntese do neurotransmissor excitatório (glutamato) e o neurotransmissor inibitório (GABA-ácido gama-aminobutírico) (Hutson et al., 2005). Esse grupo de aminoácidos ramificados é necessário para garantir a capacidade de resposta dos linfócitos e exigidos para apoiar outras funções celulares referentes à imunidade (Calder, 2006).

A valina é um aminoácido glicogênico, pois em seu catabolismo forma propionil CoA, que pode ser convertido em succinil-CoA, que é intermediário do processo do ciclo do ácido cítrico (Rogerio e Tirapegui, 2008). As etapas do catabolismo da valina pode ser observado na Figura 2.

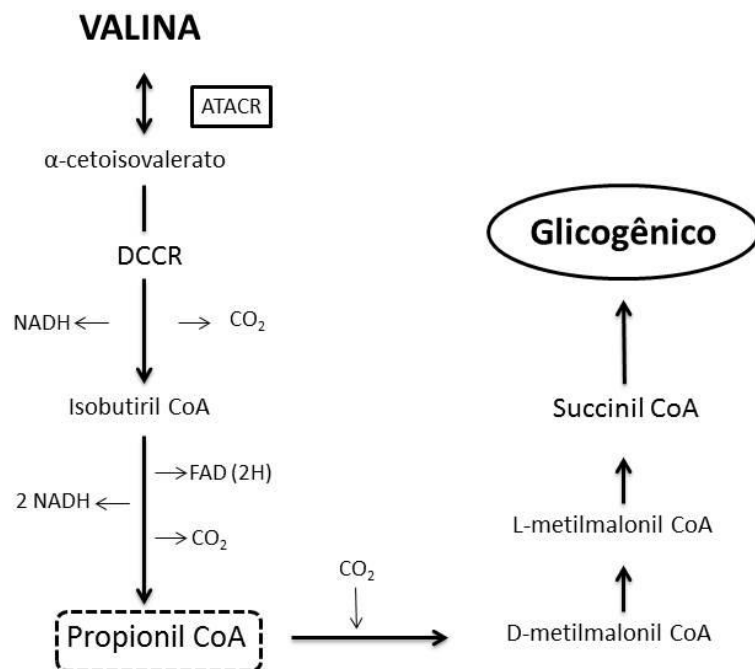


Figura 2. Catabolismo da valina. ATACR = aminotransferase de aminoácidos de cadeia ramificada; DCCR = Regulação do complexo enzimático desidrogenase de α -cetoácidos de cadeia ramificada. Adaptado de Rogero e Tirapegui (2008).

Alguns estudos indicam que o balanço entre os três aminoácidos de cadeia ramificada é essencial, pois pode ocorrer antagonismo entre eles, ou seja, o excesso ou deficiência de um dos aminoácidos pode prejudicar a utilização de outro. Isso ocorre porque os três aminoácidos competem pela mesma via metabólica de absorção e transporte ativo (Hughes et al., 1984).

Na literatura encontram-se poucos trabalhos relacionados à exigência nutricional de valina para peixes, alguns resultados podem ser observados na Tabela 1. Essa ausência de maiores informações sobre a nutrição de valina para peixes indica a necessidade da realização de mais estudos na área.

Tabela 1. Exigências nutricionais de valina para algumas espécies de peixes.

Espécie	Peso (g)	Exigência de valina	Autores
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	0,68	1,30%	Chance et al. (1964)
<i>Ictalurus punctatus</i>	201,0	0,71%	Wilson et al. (1980)
<i>Oreochromis niloticus</i>	0,50	0,78%	Santiago e Lovell (1988)
<i>Catla catla</i>	1,34	1,42%	Ravi e Devaraj (1991)
<i>Cirrhinus mrigala</i>	0,62	1,52%	Ahmed e Khan (2006)
<i>Cyprinus carpio</i> var. Jian.	9,67	1,37%	Dong et al. (2012)
<i>Pagrus major</i>	32,04	0,90%	Rahimnejad e Lee (2013)

Pelas diversas funções desempenhadas pela valina no organismo animal, estudos sobre seu efeito fisiológico no animal e sobre sua exigência para peixes, são necessários, especialmente pelas diferenças observadas nos resultados dos trabalhos disponíveis na literatura, bem como, pelo baixo número de informações disponíveis sobre esse aminoácido.

3.4 Hematologia em peixes

A hematologia estuda as alterações dos padrões e dos distúrbios morfológicos das células do sangue. Os parâmetros hematológicos são fundamentais para diagnosticar doenças e eventuais problemas patológicos, pois qualquer alteração fisiológica é, simultaneamente, refletida no sangue (Hrubec et al., 1996). Assim, a análise sanguínea pode revelar disfunções agudas e crônicas, atribuíveis a diversos fatores inerentes a produção, como a nutrição, qualidade da água, doenças, entre outros (Hrubec et al., 2001). Com isso, as análises sanguíneas tornam-se fundamentais para a avaliação do estado de higidez dos animais.

Apesar da importância da alimentação na manutenção da saúde dos peixes, ainda há ausência de informações sobre o efeito das dietas sobre o perfil hematológico e bioquímico do sangue. O conhecimento das respostas hematológicas para diferentes dietas pode ser usada para viabilizar a formulação de dietas que atendam as necessidades nutricionais dos peixes (Bicudo et al., 2009), e avaliar se as condições estabelecidas estão produzindo espécies saudáveis no cultivo.

Entre os estudos que podem ser realizados a partir de coletas sanguíneas, há muitas variáveis que merecem atenção, segundo Tavares-Dias e Moraes (2004), os parâmetros

relativos à série vermelha identificam os processos anêmicos, e os parâmetros da série branca, podem ser utilizados para realizar um diagnóstico dos processos infecciosos.

Os leucócitos são células de defesa e representam os principais componentes do sistema imunológico de peixes (Tort et al., 1998) e os trombócitos possuem papel importante no processo de coagulação sanguínea (Correa Negrete et al., 2009). Os eritrócitos são as células mais abundantes e são responsáveis pelo transporte de oxigênio e gás carbônico (Ranzani-Paiva, 2007).

Linfócitos, neutrófilos, monócitos, eosinófilos e basófilos são os leucócitos usualmente observados na circulação dos peixes. De acordo com Vosylienė (1999) a variação do número de leucócitos circulantes pode ser atribuída a uma resposta generalizada do sistema imune, acionado pelo estresse e consequente prejuízo ao estado de saúde do animal.

Os trombócitos diferem claramente de todas as outras populações de leucócitos porque possuem estruturas vesiculares e microtubulares em seu citoplasma (Tavares-Dias et al., 2007), auxiliam na coagulação sanguínea, e possuem função de defesa do organismo através da atividade fagocítica (Tavares-Dias et al., 2002).

As células vermelhas do sangue transportam oxigênio e gás carbônico por meio do ferro presente na hemoglobina (Tavares-Dias e Moraes, 2004). De acordo com Vosylienė (1999) a contagem de hemácias e o hematócrito quando decrescem são indicativos de anemia e de problemas relacionados à saúde do peixe e a taxa de hemoglobina diminui podendo ser ocasionada por intoxicações que afetam as lamelas branquiais, podendo diminuir desta maneira a absorção de oxigênio tendo em vista o menor valor de hemoglobina.

A análise dos parâmetros bioquímicos pode ajudar a explicar o quadro geral de saúde dos animais (Agrahari et al., 2007), que pode ser afetado por adversidades ambientais ou distúrbios patológicos. Da mesma forma, as variáveis bioquímicas do sangue podem sofrer alterações instantâneas devido às manipulações sofridas pelos peixes (Velisek et al., 2011).

Todos esses parâmetros auxiliam na compreensão do estado fisiológico do animal. Entretanto, mais informações são necessárias para que se possam determinar valores de referência de diferentes compostos no sangue de peixes, sobretudo, mais informações sobre as influências das dietas sobre os parâmetros sanguíneos são necessárias, para que esses parâmetros sirvam como informações auxiliares para a formulação de dietas.

3.5 Composição centesimal

Produtos oriundos da pesca constituem importantes fontes de alimentos para a dieta humana, pois a carne do pescado apresenta importante teor de proteínas, lipídeos e ácidos graxos (Memon et al., 2011), além de vitaminas, minerais e ômega 3 (Jabeen e Chaudhry, 2011).

O valor nutritivo e os preços do pescado dependem da textura da carne, da composição química, do rendimento e do processo de captura e beneficiamento do produto (Simões et al., 2007). Desta maneira, estudos sobre as características da carne do pescado são de grande relevância, pois, os dados relacionados à composição química do pescado são importantes para o processo de conservação e elaboração de produtos comestíveis, enquanto os dados referentes ao rendimento de carcaça são importantes, pois identificam a quantidade de parte comestível do animal (Santos et al., 2001).

A determinação da composição centesimal do pescado é variável, possuindo como principais compostos as proteínas (15 a 24%), lipídeos (0,1 a 22%), minerais (0,8 a 2,2%) e água (66 a 84%), além de vitaminas (Silva, 2001). Segundo Jacquot (1961), diversos fatores podem influenciar na composição química do pescado, como os fatores genéticos, morfológicos, fisiológicos, as condições de criação, o sistema de cultivo, entre outros. A composição da dieta tem influência sobre a composição química dos tecidos dos peixes (Morris, 2001).

Desta forma, a composição centesimal do pescado pode influenciar no preço de venda, no tempo de prateleira e processamento do produto, sendo assim, importante a avaliação da influência da dieta sobre a composição do pescado para que as formulações das rações não visem apenas o crescimento do animal, mas também a qualidade do pescado, objetivando uma agregação de valor ao produto.

Tendo em vista que a valina é um aminoácido essencialmente anabólico, sua concentração na dieta pode resultar em influência na composição química da carcaça, pois a deposição muscular está diretamente relacionada com o teor proteico da carcaça do animal, sendo desta maneira, importante a avaliação da composição centesimal das carcaças das tilápias alimentadas com diferentes concentrações de valina na dieta.

3.6 Fibras musculares

O tecido muscular estriado esquelético é formado por células especializadas, as fibras musculares, localizadas abaixo da membrana plasmática (Dal Pai-Silva et al., 2005). Na maioria das espécies de peixes, a musculatura estriada esquelética está organizada em unidades morfofuncionais, os miômeros e os miosseptos (Alexander, 1969).

O crescimento muscular pode ocorrer por mecanismos de hiperplasia e hipertrofia das fibras musculares. Para os peixes, a hiperplasia e a hipertrofia contribuem de maneira variável para o crescimento muscular, sendo influenciado pela fase de desenvolvimento e pela espécie. O crescimento muscular pode ser influenciado por vários fatores externos, um deles é a nutrição (Koumans e Akster, 1995).

Os aminoácidos de cadeia ramificada servem como blocos de construção das proteínas nos tecidos (Rogerio e Tirapegui, 2008) e durante períodos de baixa ingestão de proteína, as menores disponibilidades desses aminoácidos podem limitar a síntese proteica celular, pois estão contidos em quase todas as proteínas do corpo (Shimomura e Harris, 2006).

Níveis adequados de aminoácidos de cadeia ramificada no tecido muscular esquelético são primordiais para o crescimento das fibras musculares, sendo que a concentração desses aminoácidos dentro do tecido muscular varia conforme o tipo de fibra, sendo de 20 á 30% maior nas fibras vermelhas em comparação as fibras brancas (Rogerio e Tirapegui, 2008).

O crescimento dos animais é acompanhado por mudanças no tamanho e na proporção das fibras musculares (Ashmore et al., 1972). Nos peixes, a taxa de crescimento está diretamente relacionada com o crescimento da musculatura estriada esquelética (Almeida, 2011). Levando em consideração as funções dos aminoácidos de cadeia ramificada como fontes de substrato para a síntese proteica muscular e o seu metabolismo, que ocorre em sua maior parte no musculo esquelético do animal, sua inclusão na dieta pode influenciar o crescimento muscular. Desta maneira, o estudo sobre a frequência de distribuição das fibras musculares torna-se interessante quando se trata da avaliação das exigências nutricionais de um aminoácido de cadeia ramificada, como a valina.

3.7 Referências bibliográficas

AGRAHARI, S.; PANDEY, K.C.; GOPAL, K. Biochemical alteration induced by monocrotophos in the blood plasma of fish, *Channa punctatus* (Bloch). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 88, n. 3, p. 268-272, 2007.

AHMED, I.; KHAN, M.A. Dietary branched-chain amino acid valine, isoleucine and leucine requirements of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). **British Journal of Nutrition**, v. 96, p. 450-460, 2006.

ALEXANDER, R. The orientation of muscle in the myomers of fishes. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 49, n. 2, p. 263-290, 1969.

ALMEIDA, F.L.A. **Expressão gênica de fatores que controlam o crescimento muscular do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia - UNICAMP. Tese de doutorado (Biologia celular e estrutural). 2011, 127p.

APPLEYARD, S.A.; RENWICK, J.M.; MATHER, P.B. Individual heterozygosis levels and relative growth performance in *Oreochromis niloticus* (L.) cultured under Fijian conditions. **Aquaculture Research**, v. 32, n. 4, p. 287-296, 2001.

ASHMORE, C.R.; TOMPKINS, G.; DOERR, L. Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. **Journal of Animal Science**, v. 34, n. 1, p. 37-41, 1972.

BICUDO, A.J.A.; CYRINO, J.E.P. Estimating amino acid requirement of Brazilian freshwater fish from muscle amino acid profile. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 40, p. 318-823, 2009.

BICUDO, I.J.; SADO, R.Y.; CYRINO, J.E.P. Growth and hematology of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fed diets with varying protein to energy ratio. **Aquaculture Research**, v. 40, n. 4, p. 486-495, 2009.

BOSCARDIN, N.R. A produção aquícola brasileira. In: OSTRENSKY, A.; BORGUETTI, J.R.; SOTO, D. (Eds.). **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 2008, p. 27-72.

BOTARO, D.; FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; DOS SANTOS, L.D.; SILVA, T.S. DE C.; DOS SANTOS, V.G. 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**, v. 36, p. 517-525, 2007.

BROSNAN, J.T.; BROSNAN, M.E. Branched-chain amino acids: enzyme and substrate regulation. **The Journal of Nutrition**, v. 136, n. 1, p. 207-211, 2006.

CALDER, P.C. Branched-chain amino acids and immunity. **The Journal of Nutrition**, v. 136, n. 1, p. 288-293, 2006.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189p.

CASTELL, L.M.; BEVAN, S.J.; CALDER, P.; NEWSHOLME, E.A. The role of glutamine in the immune system and in intestinal function in catabolic states. **Amino Acids**, v. 7, n. 3, p. 231-43, 1994.

CHANCE, R.E.; MERTZ, E.T.; HALVER, J.E. Nutrition of salmonoid fishes. XII. Isoleucine, leucine, valine and phenylalanine requirements of chinook salmon and interrelations between isoleucine and leucine for growth. **The Journal of Nutrition**, v. 83, p. 177-185, 1964.

CORREA NEGRETE, J.C.; GARRIDO CORREA, A.A.; PRIETO GUEVARA, M.J.; ATENCIO GARCÍA, V.J.; PARDO CARRASCO, S.C. Caracterización de células sanguíneas y parâmetros hematológicos em blanquillo *Sorubim cuspicaudus*. **Zootecnia Tropical**, v. 27, n. 4, p. 393-405, 2009.

DAL PAI-SILVA, M.; DAL PAI, V.; CARVALHO, R.F. Célula Muscular Estriada Esquelética. In: CARVALHO, H.F.; COLLARES-BUZATO, C.B (Eds.). **Células: uma abordagem multidisciplinar**. São Paulo: Manole. 2005, p. 83-94.

DEVLIN, T.M. **Manual de bioquímica com correlações químicas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1998. 1007p.

EL-SAYED, A.F.M. **Tilapia Culture**. Massachusetts, USA: CABI Publishing, 2006. 277p.

FAO – Food and Agriculture Organization. **The State of the World Fisheries and Aquaculture 2012**. Rome: FAO, 2012. 209p.

FAO – Food and Agriculture Organization. **The State of Food and Agriculture 2013: Food systems for better nutrition**. Rome: FAO, 2014. 112p.

FERNSTROM, J.D. Branched-chain amino acids and brain function. **The Journal of Nutrition**, v. 135, p. 1539-1546, 2005.

FURUYA, W.M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.

GUILLAUME, J.; KAUSHIK, S.; BERGOT, P.; MÉTAILLER, R. **Nutrition and feeding of fish and crustaceans**. Cornwall: Praxis Publishing Ltd. 2001. 408p.

GUPTA, M.V.; ACOSTA, B.O. From drawing board to dining table: the success story of the GIFT project. **Naga: World Fish Center Quarterly**, v. 27, n. 3-4, p. 4-14, 2004.

HARPER, A.E.; MILLER, R.H.; BLOCK, K.P. Branched-chain amino acid metabolism. **Annual Review of Nutrition**, v. 4, p. 409-454, 1984.

HRUBEC, T.C.; SMITH, S.A.; ROBERTSON, J.L.; FELDMAN, B.; VEIT, H.P.; LIBEY, G.; TINKER, M.K. Blood biochemical reference intervals for sunshine bass (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*) in three culture systems. **American Journal of Veterinary Research**, v. 57, n. 5, p. 624-627, 1996.

HRUBEC, T.C.; SMITH, S.A.; ROBERTSON, J.L. Age-related changes in hematology and plasma chemistry values of Hybrid Striped Bass (*Morone chrysops* X *Morone saxatilis*). **Veterinary Clinical Pathology**, v. 30, n. 1, p. 8-15, 2001.

HUGHES, S.G.; RUMSEY, L.J.; NESHEIM, M.C. Effects of dietary excesses of branched-chain amino acids on the metabolism and tissue composition of lake trout (*Salvelinus namaycush*). **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A: Physiology**, v. 78, n. 3, p. 413-418, 1984.

HUTSON, S.M.; SWEATT, A.J.; LANOUE, K.F. Branched-chain amino acid metabolism: implications for establishing safe intakes. **The Journal of Nutrition**, v. 135, n. 6, p. 1557-1564, 2005.

JABEEN, F.; CHAUDHRY, A.S. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. **Food Chemistry**, v. 125, n. 3, p. 991-996, 2011.

JACQUOT, R. Organic constituents of fish and other aquatic foods. In: BORGSTROM, G. (Ed.). **Fish Food**. London: Academic Press. 1961, p. 145-210.

KHAN, M.A.; ABIDI, S.F. Dietary isoleucine requirement of fingerling Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton). **Aquaculture Nutrition**, v. 13, p. 424-430, 2007.

KOUMANS, J.T.M.; AKSTER, H.A.; WITKAM, A.; OSSE, J.W.M. Numbers of muscle nuclei and myosatellite cell nuclei in red and white axial muscle during growth of the carp (*Cyprinus carpio*). **Journal of Fish Biology**, v. 44, p. 391-408, 1994.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios da bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1995. 1124p.

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold. 1988. 260p.

MEMON, N.N.; TALPUR, F.N.; BHANGER, M.I.; BALOUCH, A. Changes in fatty acid composition in muscle of three farmed carp fish species (*Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala*, *Catla catla*) raised under the same conditions. **Food Chemistry**, v. 126, n. 2, p. 405-410, 2011.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 566-573, 2002.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BARBERO, L.M.; SANTOS, L.D.; BOMBARDELLI, R.A.; COLPINI, L.M. Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 791-794, 2008.

MORRIS, P.C. The effect of nutrition on the composition of farmed fish. In: KESTIN, S.C.; WARRISS, P.D. (Eds.). **Farmed fish quality**. London, UK: Fishing News Books, 2001, p. 161-179.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA - MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasília, 2012. 60p.

MURRAY, R.K.; BENDER, D.A.; BOTHAM, K.M.; KENNELLY, P.J.; RODWELL, V.W.; WEIL, P.A. **Harper's Illustrated Biochemistry**. New York: McGraw-Hill Companies. 2012. 1125P.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2011. 376p.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, E.D. **Estudo setorial para consolidação de uma aquicultura sustentável no Brasil**. Curitiba. Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, 2007. 279p.

PERES, H.; OLIVA-TELES, A. The optimum dietary amino acid profile for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. **Aquaculture**, v. 296, p. 81-86, 2009.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1595-1604, 2002.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSS, D.M.; CYRINO, J.E.P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSS, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Tecart, 2004, p. 75-169.

RAHIMNEJAD, S.; LEE, K.J. Dietary valine requirement of juvenile red sea bream *Pagrus major*. **Aquaculture**, v. 416-417, p. 212–218, 2013.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. Hematologia como ferramenta para avaliação da saúde de peixes. In: 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, 2007. **Anais... 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes**. Botucatu, São Paulo. Universidade Estadual Paulista, 74p. 2007.

RAVI, J.; DEVARAJ, K.V. Quantitative essential amino acid requirements for growth of catla, *Catla catla* (Hamilton). **Aquaculture**, v. 96, p. 281-291, 1991.

RIBEIRO, R.P. Espécies exóticas. In: MOREIRA, H.L.M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; ZIMMERMANN, S. (Eds.). **Fundamentos da moderna aquicultura**. Canoas: Ulbra, 2001, p. 91-121.

ROGERO, M.M.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 563-575, 2008.

SANTIAGO, C.B.; LOVELL, R.T. Amino acid requirement for growth of Nile tilapia. **The Journal of Nutrition**, v. 118, p. 1540-1546, 1988.

SANTOS, A.B.; MELO, J.F.B.; LOPES, P.R.S.; MALGARIM, M.B. Composição química e rendimento do filé de traíra (*Hoplias malabaricus*). **Revista da FZVA**, v. 7/8, p. 140-150, 2001.

SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G.S. Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. **The Journal of Nutrition**, v. 136, p. 529-53, 2006.

SHIMOMURA, Y.; HARRIS, R.A. Metabolism and physiological function of branched-chain amino acids: discussion of session 1. **The Journal of Nutrition**, v. 136, p. 232-233, 2006.

SILVA, F.V.; ALMEIDA, N.L.S.; VIEIRA, J.S.; TESSITORE, A.J.A.; OLIVEIRA, L.L.S.; SARAIVA, E.P. Características morfométricas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias do nilo em diferentes faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1407-1412, 2009.

SIMÕES, M.R.; RIBEIRO, C.F.A.; RIBEIRO, S.C.A.; PARK, K.J.; MURR, F.E.X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 608-613, 2007.

SOUZA, M.L.R. Industrialização, comercialização, e perspectivas. In: MOREIRA, H.L.M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; ZIMMERMANN, S (Eds.). **Fundamentos da moderna Aquicultura**. Canoas: ULBRA, 2001, p. 149-190.

STICKNEY, R.R. Tilapia update 1996. **World Aquaculture Society**, v. 28, p. 20-25, 1997.

SUÁREZ-MAHECHA, H.; FRANCISCO, A.; BEIRÃO, L.H.; BLOCK, J.M.; SACCOL, A.; PARDO-CARRASCO, S. A importância de ácidos graxos poli-insaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 28, n. 1, p. 101-110, 2002.

SURYAWAN, A.; ORELLANA, R.A.; FIOROTTO, M.L.; DAVIS, T.A. Leucine acts as a nutrient signal to stimulate protein synthesis in neonatal pigs. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 7, p. 2004-2016, 2011.

TAVARES-DIAS, M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G.; MORAES, F.R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Variáveis do Jundiá (*Rhamdia quelen*) (Pimelodidae). **Ciência Rural**, v. 32, n. 4, p. 693-698, 2002.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: Ed. Eletrônica e Arte Final, 2004. 144p.

TAVARES-DIAS, M.; ONO, E.A.; PILARSKI, F.; MORAES, F.R. Can thrombocytes participate in the removal of cellular debris in the blood circulation of teleost fish? A cytochemical study and ultrastructural analysis. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 23, n. 6, p. 709-712, 2007.

TENGJAROENKUL, B.; SMITH, B.J.; CACECI, T.; SMITH, S.A. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture**, v. 182, p. 317-327, 2000.

TORT, L.; PADROS, F.; ROTLANT, J.; CRESPO, S. Winter syndrome in the gilthead sea bream *Sparus aurata*. Immunological and histopathological features. **Fish Shellfish Immunol**, v. 8, p. 37-47, 1998.

VELISEK, J.; STARA, A.; LI, Z.H.; SILOVSKA, S.; TUREK, J. Comparison of the effects of four anesthetics on blood biochemical profiles and oxidative stress biomarkers in rainbow trout. **Aquaculture**, v. 310, p. 369-375, 2011.

VOSYLIENĖ, M.Z. The effects of heavy metals on hematological indices of fish (Survey). **Acta Zoologica Lituanica**, v. 9, p. 76-82, 1999.

WALTON, M.J. Aspects of amino acid metabolism in teleost fish. In: COWEY, C.B., MACKIE, A.M., BELL, J.G. (Eds.). **Nutrition and feeding fish**. London: Academic Press, 1985, p. 47-67.

WILSON, R.P.; POE, W.E.; ROBINSON, E.H. Leucine, Isoleucine, Valine and Histidine Requirements of Fingerling Channel Catfish. **The Journal of Nutrition**, v. 110, p. 627-633, 1980.

WILSON, R.P. Amino acid and protein requirements of fish. In: COWEY, C.B., MACKIE, A.M., BELL, J.G. (Eds.). **Nutrition and feeding fish**. London: Academic Press, 1985, p. 1-16.

WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E. (Ed.). **Fish Nutrition**. London: Academic Press, 2002, p. 8-24.

WU, G. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. **Amino Acids**, v. 37, p. 1-17, 2009.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Eds.). **Tópicos Especiais em Piscicultura de água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: Aquabio, 2004, p. 239-266.

4. CAPITULO 1: Valina em dietas para alevinos de tilápia do nilo¹

RESUMO

A valina é um aminoácido essencial, pertencente ao grupo de aminoácidos de cadeia ramificada, juntamente com a leucina e a isoleucina, e apresenta papel fundamental para a síntese proteica do organismo. O estudo foi realizado com o objetivo de determinar a exigência em valina para alevinos de tilápia do Nilo. Foram utilizados 270 alevinos com peso médio inicial de $1,57 \pm 0,05$ g e comprimento total inicial de $4,16 \pm 0,46$ cm, distribuídos em 18 caixas com capacidade de 250 litros, em delineamento inteiramente ao acaso com seis tratamentos e três repetições. Foram formuladas seis dietas contendo 26,81% de proteína digestível, 3200,00 kcal de energia digestível e níveis crescentes de valina (0,82; 0,86; 0,98; 1,04; 1,10 e 1,26 % da dieta). Avaliou-se o desempenho produtivo, composição centesimal dos peixes e a distribuição das fibras musculares. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos para o desempenho produtivo, composição centesimal e frequência de distribuição das fibras musculares. Conclui-se que a dieta com 0,82% de valina (2,65% de valina da proteína bruta) atende as exigências de alevinos de tilápia do Nilo.

Palavras-chave: Aminoácido essencial. Aquicultura. Exigências nutricionais. *Oreochromis niloticus*.

Valine in diets for fingerlings Nile tilapia

ABSTRACT:

Valine is an essential amino acid belonging to the branched chain amino group together with leucine and isoleucine, and presents fundamental role for protein synthesis of the organism. The study was conducted in order to determine the requirement of valine for tilapia Nile. Were used 270 fingerlings with initial average weight of 1.57 ± 0.05 g and initial total length of 4.16 ± 0.46 cm, over 18 boxes with 250 liter capacity, in a completely randomized design with six treatments and three replications. Were formulated six diets containing 26.81% of digestible protein, 3,200 kcal kg⁻¹ digestible energy and increasing levels of valine concentration (0.82, 0.86, 0.98, 1.04, 1.10 e 1.26 % in diets). Evaluated the growth performance, chemical composition and the distribution of muscle fibers. Differences ($P>0.05$) between treatments for the growth performance, chemical composition and frequency

¹ Artigo redigido de acordo com as normas do periódico científico Boletim do Instituto de Pesca.

distribution of muscle fibers were observed. It is concluded that the diet with 0.82% valine (2,65% valine of the crude protein) meets the requirements of Nile tilapia fingerlings.

Key-words: Essential amino acid. Aquaculture. Nutritional requirements. *Oreochromis niloticus*.

4.1 Introdução

Dentre as diversas espécies de peixes com potencial de produção aquícola no Brasil, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é destaque (FURUYA e FURUYA, 2010), devido a sua elevada taxa de crescimento (DA SILVA *et al.*, 2010), por sua resistência ao manejo, e boa adaptação as variáveis ambientais e altas densidades de criação (FERREIRA *et al.*, 2011), hábito alimentar onívoro com bom aproveitamento de alimentos de origem vegetal (TAKISHITA *et al.*, 2009) e carne de boa qualidade (FURUYA *et al.*, 2008), com seu filé não apresentando espinhas em “Y” (VIEIRA-e-SILVA *et al.*, 2009).

A alimentação é o maior custo na produção intensiva de peixes, sendo responsável por mais de 60% das despesas operacionais (TEIXEIRA, 2008), e em uma dieta balanceada, os alimentos proteicos são geralmente os mais onerosos e de maior importância para o crescimento dos organismos (AHMED e KHAN, 2006; ABIMORAD e CASTELLANI, 2011). As proteínas e os aminoácidos são indispensáveis na nutrição animal, pois possuem importante papel estrutural e metabólico (NRC, 2011), sendo constituintes fisiológicos em todas as etapas de desenvolvimento, além de serem responsáveis pela formação de enzimas e hormônios (PEZZATO *et al.*, 2004).

Os peixes não possuem exigência nutricional específica para proteína, mas sim, por um adequado balanceamento de aminoácidos (BICUDO e CYRINO, 2009), pois são incapazes de sintetizar tais moléculas, em quantidade e velocidade que devem ser fornecidos através da dieta e desta maneira são classificados como essenciais (GUILLAUME *et al.*, 2001).

Um desses aminoácidos essenciais na nutrição de peixes é a valina, que é caracterizada como hidrofóbica e pertencente ao grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada junto com a leucina e a isoleucina (NRC, 2011). Esse grupo de aminoácidos é responsável pelo desenvolvimento dos tecidos esqueléticos (KHAN e ABIDI, 2007) e pela manutenção dos parâmetros imunológicos nos animais, pois auxiliam na capacidade de resposta dos linfócitos e em outras funções celulares referentes à homeostase (CALDER, 2006) e pela síntese de aminoácidos não essenciais, em especial a glutamina e alanina (WU, 2009).

A formulação de dietas com adequado perfil de aminoácidos e teor ideal de proteína é indispensável para a melhor utilização dos aminoácidos para crescimento e para a diminuição da excreção de nitrogênio no ambiente de cultivo (PERES e OLIVA-TELES, 2009). Entretanto, ainda são poucos os estudos realizados visando à determinação da concentração ideal de valina em dietas para peixes, sendo necessária a realização de pesquisas sobre o nível ideal deste aminoácido e seu efeito no organismo sobre o desempenho zootécnico e respostas fisiológicas dos animais.

Desta maneira, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de concentrações crescentes de valina em dietas para alevinos de tilápias do Nilo, analisando as respostas de desempenho zootécnico, composição centesimal dos animais e frequência de distribuição de fibras musculares.

4.2 Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura (GEMaQ), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *Campus* de Toledo-PR, Brasil. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, sob o protocolo N°11/2015 de julho de 2015.

Foram utilizados 270 alevinos de tilápias do Nilo com peso médio inicial de $1,57 \pm 0,05$ g e comprimento total inicial de $4,16 \pm 0,46$ cm. Os animais foram distribuídos em 18 caixas de fibra de vidro com capacidade de 250 litros, totalizando 15 peixes por unidade experimental. Utilizou-se um sistema de recirculação da água, sendo a entrada e saída de água de cada caixa individual, com filtro biológico central, aeração constante por meio de soprador central e controle de temperatura através de um termostato.

Diariamente foi realizada a limpeza dos tanques de criação por meio de sifonagem de sobras de ração e excretas dos peixes, sendo concomitantemente realizado o monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água, como a temperatura ($28,5 \pm 0,03$ °C), oxigênio dissolvido ($5,28 \pm 0,10$ mg.L⁻¹), pH ($6,95 \pm 0,15$) e condutividade elétrica ($115,55 \pm 1,75$ µS.cm⁻¹), com auxílio do aparelho *YSI Professional Plus Multiparameter Water Quality Meter* (YSI, Pro Plus, Yellow Springs-Ohio, USA).

As dietas experimentais (Tabelas 1 e 2) foram formuladas para serem isoproteicas (26,81 % de proteína digestível) e isoenergéticas (3200,00 Kcal de energia digestível), atendendo as exigências nutricionais para tilápias do Nilo recomendadas por FURUYA (2010), contendo concentrações crescentes de valina (0,82; 0,86; 0,98; 1,04; 1,10 e 1,26 % da

dieta). Os ingredientes foram triturados em moinho do tipo martelo (Vieira, MCS 280, Tatuí – São Paulo, Brasil) com peneira de 0,3 milímetros de diâmetro e a ração foi processada de maneira extrusada (Extec®, Ex-Micro, Ribeirão Preto – São Paulo, Brasil). A alimentação dos peixes foi realizada até a saciedade aparente quatro vezes ao dia (8h00, 11h00, 14h00 e 17h00), por um período de 79 dias.

Tabela 1. Ingredientes (g/kg) e composição proximal calculada (%) das dietas experimentais

Alimento	Níveis valina (%)					
	0,82	0,86	0,98	1,04	1,10	1,26
Trigo, farelo	320,00	320,00	320,00	320,00	320,00	320,00
Milho, grão	244,10	243,70	243,30	242,90	242,50	242,10
Milho, glúten 60	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Carne e ossos, farinha	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Peixe, farinha	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Vísceras de aves, farinha	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,0
Óleo de soja	40,70	40,40	40,10	39,80	39,40	39,10
Ácido glutâmico	65,70	66,60	67,40	68,30	69,10	70,00
L-alanina	55,00	53,80	52,60	51,40	50,30	49,10
L-lisina	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60
L-treonina	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50
Isoleucina	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
L-arginina	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60
DL-metionina	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70
L-triptofano	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Histidina	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Valina	0,00	1,00	2,10	3,10	4,10	5,20
Suplemento mineral e vitamínico ¹	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Fosfato bicálcico	13,40	13,40	13,40	13,40	13,40	13,40
Calcário	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Sal	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Antifúngico	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
BHT	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Composição proximal (%)						
Energia digestível (Kcal)	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00
Proteína bruta	30,88	30,88	30,88	30,88	30,88	30,88
Proteína digestível	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81
Cálcio	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fibra bruta	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54
Fósforo total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fósforo disponível	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Gordura	7,16	7,13	7,10	7,06	7,03	7,00

¹Níveis de garantia por kg do produto - Premix (DSM-Roche®): Vit. A, 24.000 UI; Vit. D3, 6.000 UI; Vit. E, 300 mg; Vit. K3, 30 mg; Vit. B1, 40 mg; Vit. B2, 40 mg; Vit. B6, 35 mg; Vit. B12, 80 mg; Ác. fólico, 12 mg; Pantotenato Ca, 100 mg; Vit. C, 600 mg; Biotina, 2 mg; Colina, 1.000 mg; Niacina; Ferro, 200 mg; Cobre, 35 mg; Manganês, 100 mg; Zinco, 240 mg; Iodo, 1,6 mg; Cobalto, 0,8 mg.

Tabela 2. Análise de composição de aminoácidos das dietas experimentais

Aminoácidos totais (%) ¹	Níveis valina (%)					
	0,82	0,86	0,98	1,04	1,10	1,26
Lisina	1,58	1,59	1,57	1,59	1,54	1,50
Treonina	1,48	1,51	1,50	1,48	1,53	1,51
Metionina	0,68	0,72	0,68	0,70	0,69	0,63
Cistina	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25
Metionina+Cistina	0,92	0,97	0,93	0,94	0,94	0,88
Alanina	6,62	7,01	6,94	6,50	6,30	6,04
Arginina	1,46	1,40	1,42	1,39	1,37	1,38
Acido Aspártico	1,28	1,26	1,25	1,23	1,22	1,18
Acido Glutâmico	10,09	10,50	10,55	10,30	10,02	9,81
Glicina	1,01	1,03	1,02	1,01	1,05	1,00
Histidina	0,56	0,64	0,59	0,60	0,57	0,52
Isoleucina	1,21	1,20	1,25	1,21	1,27	1,25
Leucina	1,93	1,87	1,90	1,84	1,89	1,85
Fenilalanina	0,89	0,87	0,93	0,88	0,89	0,90
Serina	0,80	0,82	0,79	0,82	0,85	0,84
Tirosina	0,70	0,67	0,67	0,65	0,70	0,66
Valina	0,82	0,86	0,98	1,04	1,10	1,26
Triptofano	0,47	0,48	0,48	0,47	0,47	0,47

¹Análises realizadas pela *Ajinomoto Animal Nutrition*

Ao final do período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas para o esvaziamento do trato gastrointestinal e, posteriormente foram insensibilizados em eugenol, na dose de 80,0 mg.L⁻¹; (DERIGGI *et al.*, 2006) para realização das medidas individuais de peso (g) e comprimento total (cm). Três peixes de cada tanque foram eutanasiados em eugenol na dose de 300 mg.L⁻¹ e, posteriormente acondicionados em gelo para retirada da gordura visceral e do fígado. Três peixes de cada unidade experimental foram encaminhados ao Laboratório de Controle de Qualidade do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura - GEMaQ e acondicionados em freezer, para realização de análises centesimais.

Os dados de desempenho produtivo avaliados foram: ganho em peso (g) (peso corporal final - peso corporal inicial); ganho em peso diário (g) (ganho em peso / dias de experimento); conversão alimentar aparente (dieta consumida / ganho em peso); gordura visceral (%) [peso da gordura visceral (g) *100/peso final (g)]; índice hepatossomático (%) [peso do fígado (g) *100/peso final (g)]; fator de condição (%) ((peso final / comprimento total final³)X 100); taxa de crescimento específico (% dia⁻¹) [(ln (peso final) - ln (peso inicial)) / dias de experimento] *100; taxa de eficiência proteica [ganho em peso (g) / consumo de proteína bruta na matéria seca (g)]; eficiência de retenção de proteína (%) (((conteúdo final de proteína da carcaça X biomassa final) - (conteúdo inicial proteína da carcaça X biomassa

inicial)) / proteína consumida); sobrevivência (%) [(número de peixes final/número de peixes inicial)] *100 e uniformidade do lote (%) (Quantidade de peixes com peso corporal dentro da média + ou - desvio padrão / (número total de peixes X 100).

Três peixes de cada unidade experimental foram utilizados para a avaliação da composição corporal, que foi determinado segundo metodologia proposta pela AOAC (1995) para análises de umidade (pré-secagem a 55°C por 72 horas seguidas de secagem a 105°C por oito horas), proteínas (método de Kjeldhal; Modle MA-036, Piracicaba - São Paulo, Brasil), extrato etéreo (extrator de Soxhlet com éter como solvente; Model TE-0,44, Piracicaba - São Paulo, Brasil), e matéria mineral (calcinação das amostras a 550°C por 6 horas; Modle 2000B, Belo Horizonte - Minas Gerais, Brasil).

Para a coleta da amostra do músculo para histologia, três peixes de cada unidade experimental foram induzidos à anestesia profunda até a perda de todas as reações, e com auxílio de uma lâmina foi retirada uma amostra de músculo branco dorsal, acima da linha lateral. Essas amostras foram acondicionadas em formol tamponado 10% por 24 horas, e posteriormente preservadas em álcool 70% até o momento da realização das análises. As amostras passaram pelo processo de inclusão em parafina e posteriormente foram realizados os cortes dos blocos de parafina por meio de um micrótomo (MICROM, International GmbH 69190, Walldorf, Alemanha). Cortes transversais (5 µm) foram obtidos e submetidos à coloração hematoxilina-eosina. Para a morfometria, utilizou-se um sistema de análise de imagens, e foi determinado o menor diâmetro de 200 fibras musculares, por animal, que foram agrupadas em classes de diâmetros (< 20 µm, 20-50 µm e > 50 µm) para avaliar a contribuição da hiperplasia e hipertrofia para o crescimento muscular (ALMEIDA *et al.*, 2008).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com seis tratamentos e três repetições. Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância (ANOVA) e quando observada diferenças significativas, aplicou-se teste de Tukey ao nível de 5% de significância. As análises foram realizadas por meio do programa computacional Statistica 7.1.

4.3 Resultados

Os peixes alimentados com dietas contendo níveis crescentes de valina apresentaram resultado semelhante ($P>0,05$) para o peso final, ganho em peso diário, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, fator de condição, gordura visceral, índice

hepatossomático, taxa de eficiência proteica, eficiência de retenção proteica, sobrevivência e uniformidade do lote (Tabela 3).

Tabela 3. Médias e desvio padrão das variáveis de desempenho zootécnico de alevinos de tilápias do Nilo alimentados com níveis crescentes de valina na dieta

Variáveis*	Níveis Valina %						Valor P
	0,82	0,86	0,98	1,04	1,10	1,26	
PI (g)	1,56±0,01	1,58±0,06	1,60±0,08	1,57±0,10	1,60±0,06	1,55±0,03	0,89
GP (g)	20,25±0,90	21,00±1,39	22,59±2,73	23,67±1,35	21,68±1,87	21,47±2,54	0,20
CAA	1,54±0,08	1,80±0,21	1,60±0,06	1,55±0,04	1,59±0,22	1,80±0,32	0,34
GPD (g/dia)	0,26±0,01	0,26±0,02	0,29±0,03	0,30±0,02	0,27±0,02	0,27±0,03	0,20
TEP	1,56±0,07	1,33±0,14	1,45±0,05	1,53±0,04	1,51±0,20	1,36±0,23	0,30
FC (%)	1,85±0,08	2,05±0,10	1,94±0,18	1,99±0,06	2,04±0,01	2,17±0,18	0,09
SOB (%)	97,67±4,04	86,67±6,51	89,00±3,46	84,67±4,04	95,67±7,51	84,33±7,51	0,06
ERP (%)	25,65±0,71	20,27±3,03	24,80±0,81	25,51±2,08	24,18±2,97	21,78±3,78	0,11
GV (%)	1,46±0,45	1,93±1,45	1,93±0,68	1,21±0,41	1,90±1,11	2,20±0,92	0,78
ÍHS (%)	1,96±0,36	2,44±0,68	1,48±0,97	2,05±0,88	2,57±1,07	2,10±1,27	0,75
UNI (%)	72,86±5,96	66,54±4,95	62,82±11,10	76,28±1,11	62,74±10,05	59,92±10,80	0,17
TCE(%/dia)	3,29±0,09	3,37±0,10	3,39±0,10	3,54±0,02	3,39±0,09	3,41±0,12	0,11

PI = Peso inicial (g); GP = Ganho em peso (g); CAA = Conversão Alimentar Aparente; GPD = Ganho em peso diário (g/dia); TEP = Taxa de eficiência proteica; FC = Fator de condição (%); SOB = Sobrevivência (%); ERP = Eficiência de retenção proteica (%); GV = Gordura visceral (%); IHS = Índice hepatossomático (%); UNI = Uniformidade (%); TCE = Taxa de crescimento específico(%/dia); Val = Valina;

*Não significativo (P>0,05)

Para os dados de composição centesimal dos peixes, não foram observadas diferenças significativas (P>0,05) para as variáveis de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral (Tabela 4).

Tabela 4. Médias e desvio padrão das variáveis de composição centesimal de alevinos de tilápias do Nilo alimentados com níveis crescentes de valina na dieta

Variáveis*	Níveis Valina %						Valor P
	0,82	0,86	0,98	1,04	1,10	1,26	
UMI (%)	71,29±0,35	71,20±0,60	70,90±0,67	71,38±1,18	71,61±0,95	70,13±1,07	0,39
PB (%)	16,13±0,25	14,96±0,77	16,74±0,90	16,36±0,99	15,75±0,19	15,78±0,18	0,07
EE (%)	9,61±0,83	10,59±0,52	9,75±0,41	9,87±0,96	9,71±1,08	10,58±1,54	0,67
MM (%)	4,15±0,18	4,30±0,28	4,04±0,23	4,14±0,07	4,36±0,17	4,68±0,41	0,08

UMI = Umidade (%); PB = Proteína Bruta (%); Extrato Etéreo (%); MM = Matéria Mineral (%);

*Não significativo (P>0,05)

Não houve diferenças significativas (P<0,05) para a frequência de distribuição de fibras musculares nas três classes de diâmetros avaliadas, entre os diferentes tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5. Médias e desvio padrão da frequência de distribuição das fibras musculares em três classes de diâmetros (<20 µm, entre 20 e 50 µm e >50 µm) em alevinos de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de valina nas dietas

Variáveis*	Níveis Valina %						Valor P
	0,82	0,86	0,98	1,04	1,10	1,26	
<20	29±13,05	22,22±13,15	23,55±9,43	18,33±6,79	24±8,58	18,66±9,33	0,27
20-50	70±11,93	72,05±10,29	72,44±6,73	77,33±6,62	71,72±8,10	76,83±9,42	0,44
>50	1±2,09	5,72±6,74	4±3,96	4,33±4,34	4,27±3,17	4,5±2,13	0,25

*Não significativo (P>0,05)

4.4 Discussão

No presente estudo, as diferentes concentrações de valina nas dietas experimentais avaliadas não influenciaram nos parâmetros de desempenho zootécnico dos animais, indicando que a concentração de valina de 0,82% na dieta supriu as necessidades nutricionais dos alevinos de tilápia do Nilo para o desempenho produtivo.

Em estudo conduzido por SANTIAGO e LOVELL (1988), trabalhando com larvas de tilápias do Nilo e ração purificada, as exigências nutricionais de valina determinadas foram de 0,78%, semelhante ao observado no estudo atual (0,82%), sendo que a pequena diferença observada pode estar relacionada à composição das dietas, pois de acordo com GRIFFIN *et al.* (1992), as rações purificadas tem reconhecidamente menor aceitabilidade pelos peixes por serem menos palatáveis em comparação as rações práticas, o que ocasiona menores ganhos em peso e eficiência alimentar.

A exigência nutricional de valina no presente estudo difere dos valores observados na literatura, sendo superior ao encontrado por SANTIAGO e LOVELL (1988), trabalhando com *Oreochromis niloticus* e WILSON *et al.* (1980), trabalhando com *Ictalurus punctatus*, que determinaram exigências de 0,78% e 0,71% de valina na dieta, respectivamente. Contudo, algumas pesquisas mostram valores de exigência de valina superiores ao do presente estudo, como os trabalhos de CHANCE *et al.* (1964) que encontraram uma exigência de valina de 1,30% para *Oncorhynchus tshawytscha*; RAVI e DEVARAJ (1991), determinaram uma exigência de 1,42% de valina para *Catla catla*; AHMED e KHAN (2006), determinaram uma exigência de 1,52% de valina para *Cirrhinus mrigala*, RAHIMNEJAD e LEE (2013), que determinaram uma exigência de 0,90% de valina para *Pagrus major* e DONG *et al.* (2012), determinaram uma exigência de 1,37% de valina para *Cyprinus carpio* var. Jian.

As diferenças observadas na literatura em relação às exigências nutricionais de valina podem ser justificadas, pois diversos fatores podem influenciar nos resultados, como: o modelo matemático aplicado (ABIDI e KHAN, 2004), a espécie estudada (COWEY, 1994), o

estado fisiológico dos animais, as condições ambientais, o tamanho e idade dos animais (WILSON, 2002), as diferenças nas metodologias utilizadas, pelas condições de cultivo e natureza da fonte proteica (BENAKAPPA e VARGHESE, 2003). Além disso, outro fator importante que pode afetar as exigências de valina para os peixes, é a composição da dieta teste em relação à presença, ausência e quantidade de outro aminoácido de cadeia ramificada (AHMED e KHAN, 2006), levando-se em consideração a presença de antagonismo ou sinergismo entre esse grupo de aminoácidos.

Desta forma, o balanço nutricional dos aminoácidos de cadeia ramificada pode ter influenciado para que o desempenho produtivo dos animais de todos os tratamentos fosse semelhante, já que WU (2009) destaca que a suplementação dos três aminoácidos de cadeia ramificada é necessária para potencializar a ação da leucina no crescimento muscular. Desta maneira, pode-se inferir que as dietas de todos os tratamentos não apresentaram desbalanço de aminoácidos de cadeia ramificada já que o crescimento dos animais e retenção de proteína foi semelhante.

Segundo LUO *et al.* (2014), dietas não balanceadas em valina (com deficiência ou excesso) podem acarretar em problemas na mucosa intestinal dos animais, com a diminuição da síntese de lisozima e da atividade de fosfatase ácida, prejudicando assim o crescimento das células imunes. Da mesma forma, D'MELLO (2003), descreve que a deficiência de valina traz prejuízos como a redução do crescimento e diminuição dos níveis de proteínas essenciais no sangue. No entanto, DONG *et al.* (2012), constataram que o incremento de valina na dieta aumenta a atividade das enzimas digestivas, o que oferece ao animal uma digestão mais eficiente dos alimentos, e maior aproveitamento dos nutrientes pelo organismo. No presente estudo não foi verificado os efeitos relacionados anteriormente pois se acredita que as dietas utilizadas não apresentaram deficiência em valina, já que o tratamento com menor concentração do aminoácido (0,82%), já foi suficiente para o crescimento dos animais.

A composição centesimal dos animais não foi diferente entre os tratamentos ($P > 0,05$), este resultado está de acordo com aqueles obtidos por HAN *et al.* (2014) em trabalho com *Paralichthys olivaceus*. No entanto, AHMED e KHAN (2006) encontraram diferenças na composição centesimal de *Cirrhinus mrigala* alimentados com diferentes concentrações de valina na dieta, onde a umidade e matéria mineral diminuíram com o aumento do teor de valina e a proteína e gordura corporal aumentaram com o aumento do teor de valina. DONG *et al.* (2012) encontraram diferenças na composição corporal de *Cyprinus carpio* var. Jian, onde a proteína corporal aumentou e a gordura e matéria mineral diminuiu, com o

aumento do teor de valina na dieta. Em concordância, HUGHES *et al.* (1984), verificaram influência da inclusão de valina na dieta de *Salvelinus namaycush* e RAHIMNEJAD e LEE (2013) em *Pagrus major*, sobre a composição corporal.

Contudo os resultados obtidos no estudo atual podem ser explicados porque as dietas foram elaboradas para manterem-se isoproteicas e isoenergéticas, evitando desta forma a ocorrência de modificações na composição centesimal dos animais. Embora a valina participe na síntese proteica (SHIMOMURA *et al.*, 2006) e na produção de energia (FERNSTROM, 2005), por meio de seu catabolismo que gera produtos para o ciclo do ácido cítrico (ROGERO e TIRAGUEPI, 2008), as concentrações de valina nas dietas fornecida aos peixes de todos os tratamentos não foram suficientes para alterar o teor proteico da carcaça do animal e nem a retenção de proteína e taxa de eficiência proteica, e também não foi capaz de alterar a retenção de gordura tendo em vista que a composição de extrato etéreo da carcaça e a gordura visceral dos animais foram semelhantes.

O crescimento muscular pode ser influenciado por diversos fatores, entre eles a nutrição (KOUMANS e AKSTER, 1995). Os aminoácidos de cadeia ramificada são essencialmente anabólicos, auxiliando na regulação da tradução e início da síntese de proteína em vários tecidos, sendo assim essenciais para a síntese de proteína (SHIMOMURA *et al.*, 2006). A frequência de distribuição das fibras musculares nas classes de diâmetros avaliadas (menor que 20 µm, entre 20 e 50 µm e maiores que 50 µm) não foi diferente entre os tratamentos ($P>0,05$), indicando que as distintas concentrações de valina nas dietas experimentais proporcionaram aporte semelhante no desenvolvimento das fibras musculares.

Segundo SURYAWAN *et al.* (2011), a valina apresenta funções fisiológicas importantes no crescimento do tecido muscular e na síntese proteica no organismo. CHUNG e BAKER (1992) descrevem que a deficiência de valina reduz a utilização de outros aminoácidos limitantes para a deposição proteica, sendo desta forma essencial. Sua presença de valina em quantidade requerida pelo animal para que se tenha uma síntese proteica normal. Sugere-se que as concentrações de valina nas dietas experimentais foram suficientes para o crescimento muscular normal, sendo assim, os peixes de todos os tratamentos apresentaram os efeitos de hiperplasia e hipertrofia em conjunto, sem maior destaque para um determinado tratamento.

Contudo, foi verificado maior presença de fibras pequenas e intermediárias, o que é característico da fase de alevinos, já que nessa fase de desenvolvimento dos animais, há uma maior presença do efeito de hiperplasia. Contudo, há a necessidade de mais investigações

sobre a relação da nutrição ao crescimento muscular, principalmente aos estudos ligados aos aminoácidos, pois estes contribuem de maneira singular no desenvolvimento das miofibrilas e são peças-chave para a deposição de músculo nos peixes.

4.5 Conclusão

Com os resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que dietas contendo 0,82% de valina na dieta (2,65% de valina da proteína bruta), foram suficientes para atender as exigências nutricionais de alevinos de tilápia do Nilo.

4.6 Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação Araucária e a CAPES pelo auxílio financeiro disponibilizado por meio do edital 12/2013. A Ajinomoto Animal Nutrition pela análise dos aminoácidos e ao CNPq através do processo no 457.186/2014-3.

4.7 Referências

- ABIDI, S.F. and KHAN, M.A. 2004 Dietary valine requirement of Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton). *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 118-122.
- ABIMORAD, E.G. e CASTELLANI, D. 2011 Exigências nutricionais de aminoácidos para o lambari-do-rabo-amarelo baseadas na composição da carcaça e do músculo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37: 31-38.
- AHMED, I. and KHAN, M.A. 2006 Dietary branched-chain amino acid valine, isoleucine and leucine requirements of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *British Journal of Nutrition*, 96: 450-460.
- ALMEIDA, F.L.A.; CARVALHO, R.F.; PINHAL D.; PADOVANI, C.R.; MARTINS, C.; DAL PAI-SILVA, M. 2008 Differential expression of myogenic regulatory factor MyoD in pacu skeletal muscle (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887: Serrasalminae, Characidae, Teleostei) during juvenile and adult growth phases. *Micron*, 39: 1306-1311.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1995 *Official methods of analysis*. 16^o ed. Arlington: AOAC International.

BENAKAPPA, S. and VARGHESE T.J. 2003 Isoleucine, leucine, and valine requirement of juvenile Indian major carp, *Cirrhinus cirrhosus* (Bloch, 1795). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 33: 161-172.

BICUDO, A.J.A. and CYRINO, J.E.P. 2009 Estimating amino acid requirement of Brazilian freshwater fish from muscle amino acid profile. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40: 318-323.

CALDER, P.C. 2006 Branched-chain amino acids and immunity. *Journal of Nutrition*, 136: 288-293.

CHANCE, R.E.; MERTZ, E.T.; HALVER, J.E. 1964 Nutrition of salmonoid fishes. XII. Isoleucine, leucine, valine and phenylalanine requirements of chinook salmon and interrelations between isoleucine and leucine for growth. *Journal of Nutrition*, 83: 177-185.

CHUNG, T.K. and BAKER, D.H. 1992 Ideal amino acid pattern for 10 kilogram pigs. *Journal of Animal Science*, 70: 3102-3111.

COWEY C. B. 1994 Review – Amino acid requirements of fish: a critical appraisal of present values. *Aquaculture*, 124: 1-11.

DA SILVA, L.C.R.; FURUYA, W.M.; NATALI, M.R.M.; SCHAMBER, C.R.; DOS SANTOS, L.D.; VIDAL, L.V.O. 2010 Desempenho e morfometria intestinal de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas suplementadas com L-glutamina e L-glutamato. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 1175-1179.

DERIGGI, G.F.; INOUE, L.A.K.A.; MORAES, G. 2006 Stress responses to handling in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus): assessment of eugenol as an alternative anesthetic. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 28: 269-274.

D'MELLO, J.P.F. 2003 Conclusions. In: D'MELLO, J.P.F. *Amino acids in animal nutrition*. Cabi Publishing, London, p. 485-501.

DONG, M.; FENG, L.; KUANG, S.Y.; LIU, Y.; JIANG, J.; HU, K.; JIANG, W.D.; LI, S.H.; TANG, L.; ZHOU, X.Q. 2012 Growth, body composition, intestinal enzyme activities and microflora of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian) fed graded levels of dietary valine. *Aquaculture Nutrition*, 19: 1-14.

FERNSTROM, J.D. 2005 Branched-chain amino acids and brain function. *The Journal of Nutrition*, 135: 1539-1546.

FERREIRA, P.M.F.; BARBOSA, J.M.; SANTOS, E.L.; SOUZA, R.N.; SOUZA, S.R. 2011 Avaliação do consumo de oxigênio da tilápia do Nilo submetidas a diferentes estressores. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 6: 56-62.

FURUYA, W.M.; FUJII, K.M.; DOS SANTOS, L.D.; SILVA, T.S.DE C.; DA SILVA, L.C.R.; SALES, P.J.P. 2008 Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37: 1517-1522.

FURUYA, W.M. 2010. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. GFM., Toledo, Paraná. 100 p.

FURUYA, W.M. and FURUYA, V.R.B. 2010 Nutritional innovation on amino acids supplementation in Nile tilapia diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 88-94.

GUILLAUME, J.; KAUSHIK, S.; BERGOT, P.; MÉTAILLER, R. 2001 *Nutrition and feeding of fish and crustaceans*. Praxis Publishing Ltd., Cornwall. 408 p.

GRIFFIN, M.E.; BROWN, P.B.; GRANT, A.L. 1992 The dietary lysine requirement of juvenile hybrid striped bass. *Journal of Nutrition*, 22: 1332-1337.

HAN, Y.; HAN, R.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M.; YOKOYAMA, S.; GAO, J. 2014 Interactive effects of dietary: valine and leucine on two sizes of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 432: 130-138.

HUGHES, S.G.; RUMSEY, L.J.; NESHEIM, M.C. 1984 Effects of dietary excesses of branched-chain amino acids on the metabolism and tissue composition of lake trout (*Salvelinus namaycush*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 78: 413-418.

KHAN, M.A. and ABIDI, S.F. 2007 Dietary isoleucine requirement of fingerling Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton). *Aquaculture Nutrition*, 13: 424-430.

KOUMANS, J.T.M. and AKSTER, H.A, 1995 Myogenic cells in development and growth of fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 110: 3-20.

LUO, J.-B.; FENG, L.; JIANG, W.-D.; LIU, Y.; WU, P.; JIANG, J.; KUANG, S.-Y.; TANG, L.; ZHANG, Y.-A.; ZHOU, X.-Q, 2014 The impaired intestinal mucosal immune system by valine deficiency for young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) is associated with decreasing immune status and regulating tight junction proteins transcript abundance in the intestine. *Fish and Shellfish Immunology*, 40: 197-207.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. 2011 *Nutrient requirements of fish and shrimp*. Washington, D.C.: National Academy Press. 392p.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. 2004 Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. São Paulo, Tecart. p. 75-169.

PERES, H. and OLIVA-TELES, A. 2009 The optimum dietary amino acid profile for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture*, 296: 81-86.

RAVI, J. and DEVARAJ, K.V. 1991 Quantitative essential amino acid requirements for growth of catla, *Catla catla* (Hamilton). *Aquaculture*, 96: 281-291.

RAHIMNEJAD, S. and LEE, K.J. 2013 Dietary valine requirement of juvenile red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture*, 416-417: 212-218.

ROGERO, M.M.; TIRAPEGUI, J. 2008 Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 44: 563-575.

SANTIAGO, C.B. and LOVELL, R.T. 1988 Amino acid requirement for growth of Nile tilapia. *Journal of Nutrition*, 118: 1540-1546.

SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G.S. 2006 Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. *Journal of Nutrition*, 136: 529-53.

SURYAWAN, A.; ORELLANA, R.A.; FIOROTTO, M.L.; DAVIS, T.A. 2011 Leucine acts as a nutrient signal to stimulate protein synthesis in neonatal pigs. *Journal of Animal Science*, 89: 2004-2016.

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

TEIXEIRA, E.A.; CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; RIBEIRO, L.P.; MELO, D.C.; CASTRO, A.C. 2008 Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis sp.*). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9: 239-246.

VIEIRA-E-SILVA, F.; SARMENTO, N.L.A.F.; VIEIRA, J.S.; TESSITORE, A.J.A.; SANTOS OLIVEIRA, L.L.; SARAIVA, E.P. 2009 Características morfométricas, rendimento de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias-do-nilo em diferentes faixas de peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38: 1407-1412.

WILSON, R.P.; POE, W.E.; ROBINSON, E.H. 1980 Leucine, Isoleucine, Valine and Histidine Requirements of Fingerling Channel Catfish. *Journal of Nutrition*, 110: 627-633.

WILSON, R.P. 2002 Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E. and HARDY, R.W. *Fish Nutrition*. New York, Academic Press. p.143-179.

WU, G. 2009 Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids*, 37: 1-17.

5. CAPITULO 2: Valina em dietas para juvenis de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*²

Resumo: O objetivo do presente estudo foi determinar a exigência de valina para juvenis de tilápia do Nilo. 216 juvenis com peso médio inicial de $21,40 \pm 0,42$ g e comprimento total inicial de $10,07 \pm 1,00$ cm, foram distribuídos em 18 caixas (500 L) em delineamento inteiramente ao acaso com seis tratamentos e três repetições. Seis dietas contendo 24,30% de proteína digestível, $3,100 \text{ kcal kg}^{-1}$ de energia digestível e níveis crescentes de concentração de valina (0,54; 0,63; 0,72; 0,81; 0,90 e 0,99 % da dieta) foram confeccionadas. A alimentação foi realizada quatro vezes ao dia até a saciedade aparente, durante 77 dias. Avaliou-se o desempenho zootécnico (ganho em peso, conversão alimentar aparente, ganho em peso diário, taxa de eficiência proteica, fator de condição, sobrevivência, eficiência de retenção proteica, gordura visceral, índice hepatossomático, taxa de crescimento específico e uniformidade do lote), a composição centesimal dos peixes (umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas), os índices hematológicos e bioquímicos do sangue (taxa de hemoglobina, contagem de eritrócitos, percentual de hematócrito, leucócitos totais, trombócitos totais, proteína plasmática, glicose, triglicerídeos e colesterol) e a distribuição das fibras musculares. No desempenho zootécnico observaram-se diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos para ganho em peso, ganho em peso diário, conversão alimentar aparente, fator de condição e taxa de crescimento específico. Para os parâmetros hematológicos e bioquímicos do sangue, observaram-se diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos para taxa de hemoglobina, triglicerídeos totais e colesterol total. Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para a composição centesimal dos peixes e frequência das fibras musculares. Conclui-se que a dieta com 0,81% de valina (2,90% de valina da proteína bruta) atende as exigências de juvenis de tilápia do Nilo.

Palavras-chave: Aminoácidos. Aquicultura. Nutrição de peixes. Proteína.

5.1 Introdução:

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies mais utilizadas para criação intensiva, pois apresenta características interessantes, como: elevada taxa de crescimento (Da Silva et al., 2010), rusticidade (Meurer et al., 2008), facilidade na obtenção de larvas e hábito alimentar onívoro (Ribeiro et al., 2006), carne de boa qualidade (Furuya et al., 2008) e filés sem espinhas intramusculares (Botaro et al., 2007).

O sucesso da produção intensiva de peixes depende em grande parte, da eficiência da alimentação exógena (Ahmed e Khan, 2006). A alimentação dos animais constitui o maior custo de produção na aquicultura comercial (Li e Wang, 2004), sendo responsável por mais de 60% das despesas operacionais (Teixeira, 2008). Segundo Wilson et al. (2002), a proteína é o componente principal e geralmente o mais oneroso na formulação de dietas para animais

² Artigo redigido de acordo com as normas do periódico científico *Aquaculture*.

aquáticos. Assim é fundamental maximizar a eficiência de utilização da proteína dietética pelos peixes (Verstegen e Jongbloed, 2003), e para tanto, os aminoácidos devem estar presentes em quantidades balanceadas (Wilson, 1985).

Isso porque os peixes não possuem exigência nutricional específica para proteína, mas sim, por uma adequada quantidade de aminoácidos (Bicudo e Cyrino, 2009). A determinação das exigências em aminoácidos possibilita a formulação de dietas criteriosamente balanceadas. Desta maneira, favorece o desempenho produtivo dos animais, e evita o fornecimento em excesso de determinados aminoácidos, refletindo, conseqüentemente, em posterior degradação da qualidade de água decorrente do metabolismo proteico e aporte de excretas nitrogenadas (Peres e Oliva-Teles, 2009; Portz e Furuya, 2013).

Os peixes são incapazes de sintetizar em quantidade e velocidade determinados aminoácidos, os quais devem ser fornecidos através da dieta, portanto são designados como essenciais (Guillaume et al., 2001). Os 10 aminoácidos essenciais para peixes são os mesmos para animais não ruminantes, que são: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina (NRC, 2011).

A valina é caracterizada como hidrofóbica e pertencente ao grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada (*BCAA – branched-chain amino acid*), junto com a leucina e a isoleucina (NRC, 2011). Este grupo representa cerca de 35% dos aminoácidos indispensáveis à proteína muscular e 40% dos aminoácidos exigidos para os mamíferos (Harper et al., 1984), estão envolvidos na síntese de neurotransmissores e produção de energia (Fernstrom, 2005), sendo essenciais na síntese de glutamina e alanina (Wu, 2009), e na manutenção dos parâmetros imunológicos (Calder, 2006).

Há poucos estudos sobre as exigências nutricionais de valina para peixes. Para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Santiago e Lovell (1988), determinaram uma exigência de 0,78% de valina na dieta. Contudo, novos estudos sobre a nutrição de valina para tilápia são relevantes, pela importância comercial da espécie, pela ausência de informações sobre as respostas fisiológicas de tilápias em relação à nutrição de valina e pela falta de informações sobre as exigências deste aminoácido para as diferentes fases de criação.

Sendo assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a exigência nutricional de valina para juvenis de tilápia do Nilo, avaliando as respostas de desempenho zootécnico, composição corporal, perfil hematológico e bioquímico do sangue, e a distribuição das fibras musculares.

5.2 Material e métodos:

5.2.1 Peixes e condições experimentais

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, sob o protocolo N°11/2015 de julho de 2015. Foram utilizados 216 juvenis de tilápias do Nilo com peso médio inicial de $21,40 \pm 0,42$ g e comprimento total inicial de $10,07 \pm 1,00$ cm. Os peixes foram distribuídos em 18 caixas de fibra de vidro com capacidade de 500 litros, sendo uma unidade experimental composta por uma caixa contendo 12 peixes. As caixas eram dotadas de um sistema de recirculação de água com filtro biológico central, aeração constante por meio de soprador de ar central e controle de temperatura por meio de termostato.

O controle da qualidade da água foi realizado com o monitoramento da temperatura ($27,5 \pm 0,08^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido ($5,85 \pm 0,15 \text{ mg.L}^{-1}$), pH ($7,05 \pm 0,22$) e condutividade ($110,05 \pm 1,85 \text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$), com auxílio do aparelho YSI Professional *Plus Multiparameter Water Quality Meter* (YSI, Pro Plus, Yellow Springs-Ohio, USA).

5.2.2 Dietas experimentais e manejo alimentar

Foram elaboradas seis rações (Tabela 1) isoproteicas (24,30% de proteína digestível) e isoenergéticas (3100,00 Kcal de energia digestível), obedecendo às recomendações propostas por Furuya (2010) para o atendimento das exigências nutricionais para juvenis de tilápia do Nilo, contendo níveis crescentes de valina (0,54; 0,63; 0,72; 0,81; 0,90 e 0,99% da dieta). Os ingredientes foram moídos em moinhos do tipo martelo (Vieira, MCS 280, Tatuí-São Paulo, Brasil) com peneira de 0,3 milímetros de diâmetro e a ração foi processada de maneira extrusada (Extec, Ex-Micro, Ribeirão Preto-São Paulo, Brasil) com dois milímetros de diâmetro. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia (8h00, 11h00, 14h00 e 17h00), até a saciedade aparente, por período de 77 dias.

(Tabela 1)

5.2.3 Coleta de dados e desempenho zootécnico

Após o período experimental de 11 semanas, os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas para o esvaziamento do trato gastrointestinal e, posteriormente os animais foram insensibilizados em eugenol, na dose de $80,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (Deriggi et al., 2006) para realização das medidas individuais de peso (g), comprimento total (cm) e análises sanguíneas. Três peixes de cada tanque foram eutanasiados em eugenol na dose de 300 mg.L^{-1} e, posteriormente acondicionados em gelo para retirada da gordura visceral e do fígado. Esses mesmos animais foram encaminhados ao Laboratório de Controle de Qualidade do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMAQ e acondicionados em freezer, para realização de análises centesimais.

Os dados de desempenho produtivo avaliados foram: ganho em peso (g) (peso corporal final – peso corporal inicial); ganho em peso diário (g) (ganho em peso / dias de experimento); conversão alimentar aparente (dieta consumida / ganho em peso); gordura visceral (%) [peso da gordura visceral (g) * 100 / peso final (g)]; índice hepatossomático (%) [peso do fígado (g) * 100 / peso final (g)]; fator de condição (%) ((peso final / comprimento total final³) * 100); taxa de crescimento específico (% dia⁻¹) [$(\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})) / \text{dias de experimento} \times 100$]; taxa de eficiência proteica [ganho em peso (g) / consumo de proteína bruta na matéria seca (g)]; eficiência de retenção de proteína (%) (((conteúdo final de proteína da carcaça X biomassa final) – (conteúdo inicial proteína da carcaça X biomassa inicial)) / proteína consumida); sobrevivência (%) [(número de peixes final / número de peixes inicial) * 100] e uniformidade do lote (%) (Quantidade de peixes com peso corporal dentro da média + ou - desvio padrão / (número total de peixes X 100)).

5.2.4 Análises hematológicas e bioquímicas

Para as coletas sanguíneas foram capturados três peixes de cada unidade experimental, aleatoriamente, insensibilizados em eugenol, na dose de $80,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (Deriggi et al., 2006), para a retirada de uma alíquota de 2,0 mL, por punção caudal, com auxílio de uma seringa contendo EDTA 10%. Dessa alíquota, 0,5 mL foram destinadas as análises do hemograma e 1,5 mL para às análises bioquímicas.

No sangue total, foram avaliados a contagem total de eritrócitos com utilização de câmara de Neubauer, taxa de hemoglobina realizada por meio da metodologia descrita por

Collier (1944) e, percentual de hematócrito seguindo a metodologia de Goldenfarb et al. (1971).

Foram feitas extensões sanguíneas em lâminas de vidro com extremidades foscas, secas ao ar e coradas pelo método de Rosenfeld (1947). A leitura foi realizada em microscópio óptico com aumento de 100x, utilizando óleo de imersão. A contagem total de leucócitos e trombócitos foram realizadas pelo método indireto (Ranzani-Paiva et al., 2013).

A contagem do diferencial de leucócitos consistiu em determinar a proporção existente entre as distintas variedades de leucócitos: linfócitos, neutrófilos e monócitos. Em microscópio de luz comum, com objetiva de imersão 100 vezes, foram contados 100 leucócitos. A contagem foi realizada no corpo da extensão, percorrendo-se todo o material, movimentando-se a lâmina em “zig-zag”. O número de cada elemento foi expresso em porcentagem. Posteriormente, realizaram-se as análises bioquímicas de proteínas plasmáticas totais (g.dL^{-1}), triglicerídeos (mg.dL^{-1}), colesterol total (mg.dL^{-1}) e glicose plasmática (mg.dL^{-1}). As amostras foram centrifugadas a 2.500 rpm por cinco minutos, com auxílio de centrífuga (Quimis, T2, Diadema – São Paulo, Brasil). As análises foram realizadas com o uso de “kits” específicos (Gold Analisa Diagnóstica, Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil) e procedidas conforme instruções do fabricante, sendo a leitura processada em espectrofotômetro.

5.2.5 Composição centesimal

Três peixes de cada unidade experimental foram utilizados para a determinação da composição corporal. A composição centesimal dos animais seguiu o método preconizado pela AOAC (1995) para análises de umidade (pré-secagem a 55°C por 72 horas seguida de secagem a 105°C por oito horas), proteínas (método de Kjeldhal; Modle MA-036, Piracicaba - São Paulo, Brasil), extrato etéreo (extrator de Soxhlet com éter como solvente; Model TE-0,44, Piracicaba – São Paulo, Brasil), e matéria mineral (calcinação das amostras a 550°C por 6 horas; Modle 2000B, Belo Horizonte - Minas Gerais, Brasil).

5.2.6 Morfometria da fibra muscular

Para a coleta de músculo, três peixes de cada unidade experimental foram capturados, induzidos à anestesia profunda em solução de eugenol, até a perda de todas as reações, e com auxílio de uma lâmina foi retirada uma amostra de músculo branco dorsal, acima da linha lateral. Essas amostras foram acondicionadas em formol tamponado 10% por 24 horas, e posteriormente preservadas em álcool 70% até o momento da realização das análises. As amostras passaram pelo processo de inclusão em parafina e posteriormente foram realizados os cortes dos blocos de parafina por meio de um micrótomo (MICROM, International GmbH 69190, Walldorf, Alemanha). Cortes transversais (5 μm) foram obtidos e submetidos à coloração hematoxilina-eosina. Para a morfometria, utilizou-se um sistema de análise de imagens, e foi determinado o menor diâmetro de 200 fibras musculares, por animal, que foram agrupadas em classes de diâmetros (< 20 μm , 20-50 μm e > 50 μm) para avaliar a contribuição da hiperplasia e hipertrofia para o crescimento muscular (Almeida et al. 2008).

5.2.7 Delineamento experimental e análise estatística:

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com seis tratamentos e três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando observadas diferenças significativas, aplicou-se o teste de comparação de médias de Duncan, ao nível de 5% de significância. As análises foram realizadas por meio do programa computacional Statistic 7.1 (2005).

5.3 Resultados:

Observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) para as variáveis de ganho em peso, ganho em peso diário e conversão alimentar aparente. Para os parâmetros de fator de condição, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica, sobrevivência, eficiência de retenção proteica, gordura visceral, índice hepatossomático e uniformidade, não foram observados diferenças ($P > 0,05$) (Tabela 2).

(Tabela 2)

O ganho em peso e o ganho em peso diário apresentaram-se maiores nos peixes alimentados com dietas contendo 0,81% de valina (2,90% de valina da proteína bruta), entretanto, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com 0,90% e 0,99% de valina.. Os peixes alimentados com dietas contendo 0,54% de valina obtiveram os piores índices de ganho em peso e ganho em peso diário, porém, não diferindo estatisticamente dos peixes alimentados com dietas contendo 0,63% e 0,72% de valina (Tabela 2).

Observou-se melhor conversão alimentar aparente nos peixes dos tratamentos com 0,54%, 0,81%, 0,90% e 0,99% de valina na dieta, porém não diferindo do tratamento com 0,63% de valina, que por sua vez não diferiu do tratamento com 0,72% de valina na dieta (Tabela 2).

Observou-se diferença estatística ($P < 0,05$) para a taxa de hemoglobina (g/dL), onde o maior valor observado foi de 12,3 g/dL no tratamento contendo 0,54% de valina na dieta, entretanto, não diferindo ($P > 0,05$) estatisticamente dos tratamentos com 0,81%, 0,90% e 0,99% de valina, que, por sua vez foi semelhante à dieta contendo 0,72% de valina. A menor taxa de hemoglobina observada foi de 9,69 g/dL nos peixes alimentados com 0,63% de valina na dieta (Tabela 3).

(Tabela 3)

Observou-se diferença significativa para as variáveis de triglicerídeos (mg.dL^{-1}) e colesterol total no sangue (mg.dL^{-1}). Os peixes alimentados com 0,81 e 0,99% de valina na dieta apresentaram maior taxa de triglicerídeos no sangue, com valores de 171,71 e 170,25 mg.dL^{-1} , respectivamente, no entanto, não diferiram dos tratamentos contendo 0,63% e 0,90% de valina. Os peixes do tratamento com 0,54% e 0,72% de valina apresentaram as menores taxas de triglicerídeos, 111,28 e 119,74 mg.dL^{-1} , respectivamente (Tabela 4).

Observaram-se maiores valores de colesterol total no sangue das tilápias alimentadas com dieta contendo 0,81% e 0,90 % de valina, que não diferiram dos peixes do tratamento com 0,63% de valina, porém, diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos (Tabela 4).

(Tabela 4)

Não foram observadas diferenças estatísticas ($P > 0,05$) para as variáveis de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral (Tabela 5).

(Tabela 5)

Não houve diferenças estatísticas ($P>0,05$) para a frequência de distribuição de fibras musculares entre os diferentes tratamentos (Tabela 6).

(Tabela 6)

5.4 Discussão:

As informações a respeito das exigências nutricionais dos peixes com relação à valina são extremamente escassas, embora esse aminoácido mereça grande atenção por estar envolvido em diversos processos metabólicos e ser considerado essencial para o adequado desempenho produtivo dos animais. Assim sendo, um estudo foi encontrado pelos autores para tilápia do Nilo e foi conduzido por Santiago e Lovell (1988), onde foi encontrado valores de exigência em valina (0,78% da dieta) para larvas de tilápia do Nilo através do fornecimento de ração purificada, sendo essa exigência de 0,78% de valina semelhante à encontrada no presente estudo de 0,81% de valina para tilápias do Nilo. De acordo com Griffin et al. (1992), as rações purificadas tem reconhecidamente menor aceitabilidade pelos peixes por serem menos palatáveis em comparação as rações práticas, o que pode influenciar no desempenho dos animais. Em suma, é importante frisar que tanto a fase de desenvolvimento dos peixes quanto à elaboração das rações são diferentes a corrente pesquisa.

Os resultados observados de desempenho zootécnico das tilápias alimentadas com crescentes concentrações de valina na dieta demonstram que o aumento no nível de inclusão do aminoácido proporcionou melhor desempenho até o nível de 0,81%, sendo que o ganho em peso, ganho em peso diário e conversão alimentar aparente, apresentaram melhores resultados nos animais alimentados com a dieta contendo 0,81% de valina. Segundo D'Mello (2003), a deficiência moderada de valina pode reduzir a taxa de crescimento, piorar a conversão alimentar e reduzir os níveis de proteínas essenciais no sangue.

Luo et al. (2014) sugerem que a deficiência e o excesso de valina na dieta tem consequências negativas sobre o estado imunológico da mucosa intestinal pela diminuição da síntese de lisozima e da atividade da fosfatase ácida, causando diminuição do crescimento de

células imunes. Além disso, Dong et al. (2012) constataram que o incremento de valina (1,37%) na dieta de *Cyprinus carpio* variedade Jian, aumenta a atividade das enzimas digestivas, como tripsina, quimiotripsina, lipase e amilase, proporcionando desta maneira, melhor digestão do alimento e consequentemente aproveitamento pelo organismo. Possivelmente, o nível de 0,81% de valina na dieta no presente estudo, proporcionou maior ganho em peso dos peixes devido a maior atividade das enzimas digestivas, o que pode ter favorecido a degradação das macromoléculas e, consequentemente, a absorção dos nutrientes.

As concentrações de valina na dieta não influenciaram significativamente ($P>0,05$) nos parâmetros, como: fator de condição, taxa de crescimento específico, taxa eficiência proteica, eficiência de retenção proteica, gordura visceral, índice hepatossomático, sobrevivência e uniformidade do lote. Acredita-se que a dieta com menor concentração de valina (0,54%) tenha sido suficiente para atender as exigências da tilápia para essas variáveis.

Ao contrário do que foi relatado no presente estudo, acreditava-se que a taxa de eficiência proteica e a eficiência de retenção proteica pudessem ser influenciadas pelas diferentes concentrações de valina na dieta, pois os aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina), são essencialmente anabólicos, e apresentam como principal função no organismo a regulação da tradução e início da síntese de proteína em diversos tecidos (Shimomura et al., 2006). Contudo, o que pode ter ocorrido é que, o balanço dos aminoácidos de cadeia ramificada das diferentes dietas, tenham oferecidos uma taxa de eficiência proteica e eficiência de retenção proteica semelhantes.

A exigência sugerida no atual experimento (0,81%) é superior às exigências encontradas por Wilson et al. (1980), que determinaram uma exigência de 0,71% de valina na dieta de *Ictalurus punctatus*. Entretanto, Rahimnejad e Lee (2013), estudando a exigência de valina para *Pagrus major*, Ravi e Devaraj (1991) trabalhando com *Catla catla*, Chance et al. (1964) estudando a nutrição de *Oncorhynchus tshawytscha* e Ahmed e Khan (2006) pesquisando *Cirrhinus mrigala* determinaram valores de 0,90, 1,42, 1,30 e 1,52%, respectivamente, de valina na dieta, sendo elevados quando comparados ao encontrado para juvenis de *O. niloticus*. Sabe-se que a exigência nutricional dos peixes é afetada por diversos fatores, entre eles o estado fisiológico dos animais, as condições ambientais e o tamanho e idade dos animais (Wilson, 2002).

As variações observadas em relação ao nível de exigência de valina entre as espécies podem ser devido a diferenças nas metodologias utilizadas, pela natureza das fontes proteicas da dieta, às condições de cultivo (Benakappa e Varghese, 2003) e o modelo matemático aplicado (Abidi e Khan, 2004).

A análise hematológica dos peixes é de grande importância, pois, oferece indicativos do estado de higidez e de normalidade fisiológica dos animais. As variáveis relativas ao eritrograma podem auxiliar como indicativos de processos anêmicos e o leucograma pode auxiliar na identificação de processos infecciosos e de desequilíbrio fisiológicos dos animais (Barton e Iwama, 1991). Há pouca informação na literatura disponível a respeito dos efeitos da valina sobre os parâmetros hematológicos dos peixes (Rahimnejad e Lee, 2013). No presente estudo, apenas a taxa de hemoglobina apresentou diferença estatística ($P < 0,05$) entre os tratamentos, sendo que os peixes que receberam ração contendo 0,54% de valina apresentaram os maiores valores de taxa de hemoglobina (12,3 g/dL). Abidi e Khan (2007) relatam que os aminoácidos de cadeia ramificada são importantes para a produção de hemoglobina, assim como para regulação de glicose no sangue e resistência ao estresse.

Apesar dos aminoácidos de cadeia ramificada serem considerados importantes para o estado de saúde dos animais, atuando no sistema imunológico, as taxas de hemoglobina observadas no presente estudo estão acima do que é considerado normal para tilápias (Hrubec e Smith, 2010), no entanto a variação dos valores fora da faixa de conforto eram pequenas, e os peixes se apresentavam saudáveis, além de não ter sido observado taxa de mortalidade anormal.

As células brancas do sangue dos juvenis de tilápias do Nilo não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos diferentes níveis de valina na dieta. Os resultados indicam que os diferentes tratamentos não alteraram o estado de higidez dos animais, pois essas células atuam em seu sistema imune (Vosylienė, 1999). Os leucócitos participam do sistema de defesa do organismo e os trombócitos do processo de coagulação sanguínea (Correa-Negrete et al., 2009). Os valores de leucócitos encontrados estão dentro da faixa considerada normal para tilápia do Nilo. De acordo com a literatura, as médias de leucócitos totais para tilápias sadias variam de 21600 a 154700 μL^{-1} no sangue (Hrubec et al., 2000). Da mesma forma, o número de trombócitos totais permaneceu dentro da faixa considerada adequada para peixes hígidos. De acordo com Tavares-Dias e Moraes (2004) o número médio de trombócitos em teleósteos de água doce pode variar de 2000 a 68400 μL^{-1} .

As análises dos parâmetros bioquímicos do sangue podem auxiliar no diagnóstico da saúde dos animais (Agrahari et al., 2007). Os valores bioquímicos do sangue das tilápias alimentadas com níveis crescentes de valina na dieta diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) para triglicerídeos e colesterol total, porém, esses valores estão dentro da faixa considerada normal para a espécie (Hrubec et al., 2000). Para a proteína plasmática total e a glicose plasmática não foi observado diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Os peixes alimentados com dietas

contendo 0,81% e 0,99% de valina nas dietas apresentaram os maiores ($P < 0,05$) teores de triglicerídeos, $171,71 \pm 34,65 \text{ mg.dL}^{-1}$ e $170,25 \pm 56,04 \text{ mg.dL}^{-1}$, respectivamente (Tabela 4). Acredita-se que o teor de triglicerídeo sanguíneo pode estar relacionado ao peso dos animais, pois os peixes que apresentaram maior ganho em peso foram os mesmos que apresentaram maior teor de triglicerídeos no sangue, além disso, os menores valores de triglicerídeos observado nos peixes alimentados com as menores concentrações de valina na dieta pode estar relacionado às necessidades energéticas dos animais, que precisaram usar a reserva energética, diferente dos animais alimentados com maiores concentrações de valina, tendo em vista que a valina é importante para na produção de energia (Fernstrom, 2005), por meio de seu catabolismo que gera produtos para o ciclo do ácido cítrico (Rogerio e Tiraguepi, 2008).

As proteínas plasmáticas são compostas por albuminas, globulinas e fibrinogênio, as quais por meio de diminuição de sua concentração podem indicar alteração hepática ou que a ração não é balanceada. Portanto, ela pode ser utilizada para avaliar a condição de saúde dos peixes. A concentração de proteínas plasmáticas totais neste estudo variou ($P > 0,05$) de 2,96 a $3,30 \text{ g dL}^{-1}$, sendo, esses valores, considerados normais para tilápias saudáveis, de acordo com Chen et al. (2003) e Mauel et al. (2007). Em contrapartida, Rahimnejad e Lee (2013) observaram que o incremento em valina (1,22 a 2,04%) na dieta aumentou o nível de proteína plasmática e colesterol total no sangue de *Pagrus major* e justificaram essa resposta baseados no efeito de hipercolesterolêmica conferido a esse aminoácido. Essa última afirmação corrobora com a observada na presente pesquisa, pois as dietas contendo 0,81% e 0,90% de valina proporcionaram elevados ($P < 0,05$) valores de colesterol sanguíneo.

A composição corporal dos peixes não foi influenciada pelos diferentes níveis de valina nas dietas, corroborando com os resultados obtidos por Han et al. (2014) em trabalho com *Paralichthys olivaceus*. Em contrapartida, Dong et al. (2012) encontraram diferenças na composição corporal de *Cyprinus carpio* var. Jian, bem como Hughes et al. (1984), verificaram influência da inclusão de valina na dieta de *Salvelinus namaycush* e Rahimnejad e Lee (2013) em *Pagrus major*. No atual estudo, as dietas foram elaboradas para manterem-se isoproteicas e isoenergéticas, evitando a ocorrência de modificações na composição centesimal dos animais.

Apesar de não ter apresentado diferenças estatísticas, numericamente o valor de proteína bruta dos animais alimentados com o menor nível de concentração de valina na dieta (0,54%) eram menores do que dos peixes alimentados com maior nível de valina na dieta, isso pode estar relacionado à menor taxa de síntese proteica realizada pelos aminoácidos de cadeia ramificada. A mesma tendência foi observada para o teor de gordura dos animais,

onde os peixes alimentados com menor concentração de valina apresentaram menor teor de gordura, e pode estar relacionado a uma possível deficiência de valina que resultou em uma maior necessidade de se utilizar essa reserva energética.

Considerando que as fibras musculares com diâmetros menores que 20 μm sugerem ocorrência de hiperplasia e fibras musculares com diâmetros maiores que 50 μm indicam a presença de hipertrofia (Valente et al. 1999; Rowleron e Veggetti, 2001), no presente estudo observou-se que o crescimento muscular ocorreu por hipertrofia e hiperplasia em todos os tratamentos. As classes de diâmetro menor que 20, entre 20 e 50 μm e maiores que 50 μm não diferiram entre os tratamentos ($P>0,05$), indicando que as diferentes concentrações de valina na dieta proporcionaram contribuição semelhante no desenvolvimento destas classes de tamanho das fibras musculares. O crescimento muscular pode ser influenciado por diversos fatores, entre eles a nutrição (Koumans e Akster, 1995), embora a valina faça parte dos aminoácidos de cadeia ramificada e desempenham funções fisiológicas importantes, incluindo a manutenção e crescimento do tecido muscular e a regulação da síntese de proteínas (Suryawan et al., 2011), aparentemente os níveis incluídos nas dietas foram suficientes para o crescimento muscular normal, logo, os peixes de todos os tratamentos apresentaram os efeitos de hiperplasia e hipertrofia em conjunto, sem maior destaque para um determinado tratamento.

A maior parte das fibras musculares já tinham $>20 \mu\text{m}$ o que é um indicativo dessa fase de crescimento (Valente et al. 1999; Rowleron e Veggetti, 2001), contribuindo com as informações a respeito dos aminoácidos de cadeia ramificada de tradução e síntese proteica.

Os aminoácidos de cadeia ramificada são essencialmente anabólicos, principalmente a leucina, auxiliando na regulação da tradução e início da síntese de proteína em vários tecidos, sendo assim essenciais para a síntese de proteína (Shimomura et al., 2006). Chung e Baker (1992) relatam que a valina é essencial para a deposição proteica, e que sua deficiência reduz a eficácia de utilização de outros aminoácidos limitantes para deposição de proteína no corpo.

Mais estudos acerca da nutrição relacionados ao crescimento muscular são necessários principalmente àqueles atrelados aos aminoácidos, pois estes contribuem de maneira singular no desenvolvimento das miofibrilas e são peças-chave para a deposição de músculo nos peixes.

Com base nas informações obtidas no presente estudo, conclui-se que dietas contendo 0,81% (2,90% de valina da proteína bruta) de valina para juvenis de tilápia do Nilo proporcionaram melhores resultados de desempenho zootécnico, atendendo as exigências da

espécie. Contudo, estudos adicionais devem ser conduzidos com o intuito de obter mais informações e entendimento dos efeitos desse aminoácido na fisiologia dos peixes.

5.5 Agradecimentos:

Os autores agradecem a Fundação Araucária e a CAPES pelo auxílio financeiro disponibilizado por meio do edital 12/2013. Ao CNPq através do processo nº 457.186/2014-3.

5.6 Referências:

Abidi, S.F., Khan, M.A., 2004. Dietary valine requirement of Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton). J. Appl. Ichthyol. 20, 118–122.

Abidi, S.F., Khan, M.A., 2007. Dietary leucine requirement of fingerling Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton). Aquac. Res. 38, 478–486.

Agrahari, S., Pandey, K.C., Gopal, K., 2007. Biochemical alteration induced by monocrotophos in the blood plasma of fish, *Channa punctatus* (Bloch). Pestic. Biochem. Physiol. 88, 268–272.

Ahmed, I., Khan, M.A., 2006. Dietary branched-chain amino acid valine, isoleucine and leucine requirements of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). Br. J. Nutr. 96, 450–460.

Almeida, F.L.A., Carvalho, R.F., Pinhal D., Padovani, C.R., Martins, C., Dal Pai-Silva, M., 2008. Differential expression of myogenic regulatory factor MyoD in pacu skeletal muscle (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887: Serrasalminae, Characidae, Teleostei) during juvenile and adult growth phases. Micron. 39, 1306–1311.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1995. Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists International, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.

Barton, B., Iwama, G., 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. Annu. Ver. Fish. Dis. 1, 3–26.

Benakappa, S., Varghese T.J., 2003. Isoleucine, leucine, and valine requirement of juvenile Indian major carp, *Cirrhinus cirrhosus* (Bloch, 1795). Acta Ichthyol. Piscat. 33, 161–172.

Bicudo, A.J.A., Cyrino, J.E.P., 2009. Estimating amino acid requirement of Brazilian freshwater fish from muscle amino acid profile. J. World Aquacult. Soc. 40, 318–823.

Botaro, D., Furuya, W.M., Silva, L.C.R., dos Santos, L.D., Silva, T.S. de C., Dos Santos, V.G., 2007. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. R. Bras. Zootec. 36, 517-525.

Calder, P.C., 2006. Branched-chain amino acids and immunity. J. Nutr., 136: 288-293.

Chance, R.E., Mertz, E.T., Halver, J.E., 1964. Nutrition of salmonoid fishes. XII. Isoleucine, leucine, valine and phenylalanine requirements of chinook salmon and interrelations between isoleucine and leucine for growth. J. Nutr. 83, 177-185.

Chen, C.Y., Wooster, G.A., Getchell, R.G., Bowser, P.R., Timmons, M.B., 2003. Blood chemistry of healthy, nephrocalcinosis-affected and ozone-treated tilapia in a recirculation system, with application of discriminant analysis. Aquaculture, 218, 89-102.

Chung, T.K., Baker, D.H., 1992. Ideal amino acid pattern for 10 kilogram pigs. J. Anim. Sci. 70, 3102-3111.

Collier, H.B., 1944. The standardization of blood hemoglobin determinations. Can. Med. Assoc. J. 50, 550-552.

Correa-Negrete, J.C., Garrido-Correa, A.A., Prieto-Guevara, M.J., Atencio-García, V.J., Pardo-Carrasco, S.C., 2009. Caracterización de células sanguíneas y parâmetros hematológicos em blanquillo *Sorubim cuspicaudus*. Zootec. Trop. 27, 393-405.

Da Silva, L.C.R., Furuya, W.M., Natali, M.R.M., Schamber, C.R., dos Santos, L.D., Vidal, L.V.O., 2010. Desempenho e morfometria intestinal de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas suplementadas com L-glutamina e L-glutamato. R. Bras. Zootec. 39, 1175-1179.

Deriggi, G.F., Inoue, L.A.K.A., Moraes, G., 2006. Stress responses to handling in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus): assessment of eugenol as an alternative anesthetic. Acta Sci. Biol. Sci. 28, 269-274.

D'Mello, J.P.F., 2003. Conclusions, in: D'Mello, J.P.F. (Ed.), Amino acids in animal nutrition. Cabi Publishing., London, pp. 485-501.

Dong, M., Feng, L., Kuang, S.Y., Liu, Y., Jiang, J., Hu, K., Jiang, W.D., Li, S.H., Tang, L., Zhou, X.Q., 2012. Growth, body composition, intestinal enzyme activities and microflora of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian) fed graded levels of dietary valine. Aquac. Nutr. 19, 1-14.

Fernstrom, J.D., 2005. 4th amino acid assessment workshop: Branched chain amino acids and brain function. J. Nutr. 135, 1539-1546.

Furuya, W.M., Fuji, K.M., dos Santos, L.D., Silva, T.S.de C., da Silva, L.C.R., Sales, P.J.P., 2008. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-do-nilo. R. Bras. Zootec. 37, 1517-1522.

Furuya, W.M., 2010. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. GFM, Toledo, Paraná.

- Goldenfarb, P.B., Bowyer, F.P., Hall, E., Brosius, E., 1971. Reproducibility in the hematology laboratory: the micro hematocrit determinations. *Am. J. Clin. Path.* 56, 35-39.
- Griffin, M.E., Brown, P.B., Grant, A.L., 1992. The dietary lysine requirement of juvenile hybrid striped bass. *J. Nutr.* 22, 1332-1337.
- Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P., Métailler, R., 2001. Nutrition and feeding of fish and crustaceans. Praxis Publishing Ltd., Cornwall.
- Han, Y., Han, R., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Gao, J., 2014. Interactive effects of dietary valine and leucine on two sizes of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 432, 130-138.
- Harper, A.E., Miller, R.H., Block, K.P., 1984. Branched-chain amino acid metabolism. *Annu. Ver. Nutr.* 4, 409-454.
- Hughes, S.G., Rumsey, L.J., Nesheim, M.C., 1984. Effects of dietary excesses of branched-chain amino acids on the metabolism and tissue composition of lake trout (*Salvelinus namaycush*). *Comp. Biochem. Physiol. A Comp. Physiol.* 78, 413-418.
- Hrubec, T.C., Cardinale, J.L., Smith, S.A., 2000. Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). *Vet. Clin. Pathol.* 29, 7-12.
- Hrubec, T.C., Smith, S., 2010. Hematology of fishes, in: Weiss, D.J., Wardrop, K.J. (Ed). *Schalm's veterinary hematology*. USA: Wiley-Blackwell, p. 994-1003.
- Koumans, J.T.M., Akster, H.A., 1995. Myogenic cells in development and growth of fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 110, 3-20.
- Li, P., Wang, X., 2004. Nutritional value of fisheries by-catch and byproduct meals in the diet of red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 236, 485-496.
- Luo, J.-B., Feng, L., Jiang, W.-D., Liu, Y., Wu, P., Jiang, J., Kuang, S.-Y., Tang, L., Zhang, Y.-A., Zhou, X.-Q., 2014. The impaired intestinal mucosal immune system by valine deficiency for young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) is associated with decreasing immune status and regulating tight junction proteins transcript abundance in the intestine. *Fish Shellfish Immun.* 40, 197-207.
- Mauel, M.J., Miller, D.L., Merrill, A.L., 2007. Hematologic and plasma biochemical values of health hybrid tilapia (*Oreochromis aureus* x *Oreochromis niloticus*) maintained in a recirculating system. *J. Zoo. Wildlife Med.* 38, 420-424.
- Meurer, F., Hayashi, C., Barbero, L.M., Santos, L.D., Bombardelli, R.A., Colpini, L.M., 2008. Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual. *R. Bras. Zootec.* 37, 791-794.
- National Research Council-NRC., 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academy Press, Washington, D.C.

Peres, H., Oliva-Teles, A., 2009. The optimum dietary amino acid profile for gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture*, 296, 81-86.

Portz, L., Furuya, W.M., 2013. Energia, proteína e aminoácidos, in: Fracalossi, D.M., Cyrino, J.E.P. (Eds.), *Nutriaqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira*, Aquabio, Florianópolis, Santa Catarina, pp.65-77.

Rahimnejad, S., Lee, K.J., 2013. Dietary valine requirement of juvenile red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture*, 416-417, 212-218.

Ranzani-Paiva, M.J.T., Benites de Pádua, S., Tavares-Dias, M., Egami, M.I. 2013. Métodos para análise hematológica em peixes. Eduem, Maringá.

Ravi, J., Devaraj, K.V., 1991. Quantitative essential amino acid requirements for growth of catla, *Catla catla* (Hamilton). *Aquaculture*, 96, 281-291.

Ribeiro, F.B., Lanna, E.A.T., Bomfim, M.A.D., Donzele, J.L., de Freitas, A.S., de Sousa, M.P., Quadros, M., 2006. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. *R. Bras. Zootec.* 35, 1588-1593.

Rogero, M.M., Tirapegui, J., 2008. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. *R. Bras. Ciênc. Farm.* 44, 563-575.

Rosenfeld, G., 1947. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica. Nova combinação dos componentes do May-Grünwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. *Mem. Inst. Butantan*, 20, 329-334.

Rowlerson, A., Veggetti, A., 2001. Cellular mechanisms of post-embryonic muscle growth in aquaculture species, in: Johnston, I.A. (Ed.), *Muscle development and growth*, Academic Press., London, pp.103-139.

Santiago, C.B., Lovell, R.T., 1988. Amino acid requirement for growth of Nile tilapia. *J. Nutr.* 118, 1540-1546.

Shimomura, Y., Yamamoto, Y., Bajotto, G.S., 2006. Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. *J. Nutr.* 136, 529-53.

STATSOFT, Inc. (2005). *STATISTICA* (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.

Suryawan, A., Orellana, R.A., Fiorotto, M.L., Davis, T.A., 2011. Leucine acts as a nutrient signal to stimulate protein synthesis in neonatal pigs. *J. Anim. Sci.* 89, 2004-2016.

Tavares-Dias, M., Moraes, F.R., 2004. *Hematologia de peixes teleósteos*, ed. Eletrônica e Arte Final. Ribeirão Preto.

- Teixeira, E.A., Crepaldi, D.V., Faria, P.M.C., Ribeiro, L.P., Melo, D.C., Castro, A.C., 2008. Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis sp.*). Rev. Bras. Saúde Prod. An. 9, 239-246.
- Valente, L.M.P., Rocha, E., Gomes, E.F.S., Silva, M.W., Oliveira, M.H., Monteiro, R.A.F., Fauconneau, B., 1999. Growth and dynamics of white and red muscle fibers in fast- and slow-growing strains of rainbow trout. J. Fish Biol. 55, 675-691.
- Verstegen, M.W.A., Jongbloed, A.W., 2003. Crystalline amino acids and nitrogen emission, in: D'Mello, J.P.F. (Ed.), Amino acids in animal nutrition. Cabi Publishing., London, pp.449-48.
- Vosyliénė, M.Z., 1999. The effects of heavy metals on hematological indices of fish (Survey). Acta Zool. Lituanica. 9, 76-82.
- Wilson, R.P., Poe, W.E., Robinson, E.H., 1980. Leucine, Isoleucine, Valine and Histidine Requirements of Fingerling Channel Catfish. J. Nutr. 110, 627-633.
- Wilson, R.P., 1985. Amino acid and protein requirements of fish, in: Cowey, C.B., Mackie, A.M., Bell, J.G. (Eds.), Nutrition and feeding fish. Academic Press., London, pp.1-16.
- Wilson, R.P., 2002. Amino acids and proteins, in: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), Fish Nutrition. Academic Press., New York, pp.143-179.
- Wu, G., 2009. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. Amino Acids. 37, 1-17.

Tabela 1. Ingredientes (g/kg) e composição proximal calculada (%) das dietas experimentais

Alimento	Níveis valina (%)					
	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99
Milho, grão	399,50	398,50	397,50	396,50	395,50	394,50
Trigo, farelo	224,60	225,00	225,40	225,70	226,10	226,50
Milho, glúten 60	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
Carne e ossos, farinha	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Óleo de soja	23,20	22,90	22,70	22,40	22,10	21,80
Peixe, farinha	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Vísceras de aves, farinha	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Ácido glutâmico	61,00	62,40	63,80	65,10	66,50	67,90
L-alanina	47,00	45,60	44,20	42,80	41,40	40,00
Histidina	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
L-lisina	10,90	10,90	10,90	10,90	10,90	10,90
Valina	0,00	0,90	1,90	2,80	3,70	4,60
L-treonina	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Isoleucina	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
L-arginina	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30
DL-metionina	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
L-triptofano	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
Suplemento mineral e vitamínico ¹	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Fosfato bicálcico	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50
Calcário	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60
Sal	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Antifúngico	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
BHT	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Composição proximal calculada (%)						
Energia digestível (Kcal)	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00
Proteína bruta	27,86	27,86	27,86	27,86	27,86	27,86
Proteína digestível	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30
Cálcio	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Fibra bruta	2,96	2,96	2,96	2,97	2,97	2,97
Fósforo total	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo disponível	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Gordura	5,45	5,43	5,40	5,37	5,34	5,31
Ácido glutâmico	5,98	6,11	6,25	6,38	6,52	6,65
Arginina	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
Histidina	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Isoleucina	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Leucina	1,49	1,49	1,49	1,48	1,48	1,48
Lisina	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
Metionina	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Treonina	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Triptofano	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Valina	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99

¹Níveis de garantia por kg do produto - Premix (DSM-Roche®): Vit. A, 24.000 UI; Vit. D3, 6.000 UI; Vit. E, 300 mg; Vit. K3, 30 mg; Vit. B1, 40 mg; Vit. B2, 40 mg; Vit. B6, 35 mg; Vit. B12, 80 mg; Ác. fólico, 12 mg; Pantotenato Ca, 100 mg; Vit. C, 600 mg; Biotina, 2 mg; Colina, 1.000 mg; Niacina; Ferro, 200 mg; Cobre, 35 mg; Manganês, 100 mg; Zinco, 240 mg; Iodo, 1,6 mg; Cobalto, 0,8 mg.

Tabela 2. Valores de média e desvio padrão das variáveis de desempenho zootécnico de juvenis de tilápias do Nilo alimentados com níveis crescentes de valina na dieta

Variáveis*	Níveis valina (%)						Valor P
	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99	
Peso inicial (g)	21,90±0,79	21,59±0,74	21,59±0,15	21,08±1,04	21,43±0,28	20,84±1,09	0,75
Ganho em peso (g)	76,75±1,62c	94,06±22,84bc	99,42±16,23bc	111,76±11,46a	105,72±2,39ab	106,65±5,39ab	0,01
Conversão alimentar aparente	1,18±0,02a	1,29±0,13ab	1,38±0,12b	1,17±0,05a	1,14±0,04a	1,17±0,02a	0,02
Ganho em peso diário (g/dia)	0,99±0,02c	1,22±0,29bc	1,29±0,21bc	1,45±0,14a	1,37±0,03ab	1,38±0,07ab	0,01
Taxa de eficiência proteica	2,31±0,03	2,01±0,20	2,06±0,17	2,10±0,09	2,26±0,08	2,09±0,04	0,06
Fator de condição (%)	2,06±0,16	2,15±0,09	2,09±0,09	2,07±0,15	2,11±0,01	2,19±0,06	0,70
Sobrevivência (%)	100,00±0,00	88,86±9,64	91,66±14,43	97,23±4,79	94,46±4,79	100,00±0,00	0,42
Eficiência de retenção de proteína	36,48±1,62	34,93±1,77	34,66±2,02	36,23±1,09	39,23±0,34	36,27±1,65	0,10
Gordura visceral (%)	2,04±0,26	2,54±0,29	2,46±0,31	2,59±0,45	2,24±0,77	2,89±0,30	0,30
Índice hepatossomático (%)	1,77±0,59	2,08±0,72	1,73±0,62	2,05±0,29	2,11±0,12	1,92±0,10	0,87
Uniformidade do lote (%)	66,66±14,43	78,33±10,40	65,74±15,29	60,10±8,87	64,64±9,25	69,44±12,72	0,58
Taxa de crescimento específico (%/dia)	1,95±0,03	2,16±0,29	2,23±0,17	2,39±0,16	2,31±0,03	2,35±0,11	0,06

*Valores seguidos por letras distintas na mesma linha, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05)

Tabela 3. Valores de média e desvio padrão das variáveis hematológicas de juvenis de tilápias do Nilo alimentados com níveis crescentes de valina na dieta.

Variáveis*	Níveis valina (%)						Valor P
	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99	
Total de eritrócitos 10 ⁶ /μl	1,86±0,07	1,9 ±0,16	1,95± 0,29	1,83±0,07	1,89±0,10	1,81 ±0,12	0,43
Taxa de hemoglobina (g/dL)	12,3±2,14a	9,69±1,01c	10,13±1,61bc	10,32±1,86abc	11,69±2,94abc	11,93±2,25ab	0,03
Hematócrito (%)	35,83±4,32	39,61±5,17	35,94±3,13	34,67±3,91	36,28±2,54	35,50±3,46	0,13
Leucócitos totais (μL)	34721±20070	27667± 12779	35257±7325	36541±14063	30871±10961	34553±9152	0,70
Trombócitos totais (μL)	12002±15213	10148±6450	11130±11716	9183±11165	13949±10687	11072±11090	0,96
Linfócitos (%)	88,33±1,65	88,11±2,36	88,44±1,66	87,33±2,59	88,55±2,60	88,0±1,93	0,86
Neutrófilos (%)	9,11±0,78	8,77±2,04	8,77±1,30	10,77±3,03	9,11±2,66	8,77±1,30	0,26
Monócitos (%)	2,55±1,42	3,11±1,32	2,77±1,20	1,88±1,61	2,33±1,11	3,22±0,97	0,30

*Valores seguidos por letras distintas na mesma linha, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05)

Tabela 4. Valores de média e desvio padrão dos parâmetros bioquímicos do sangue dos juvenis de tilápias alimentados com níveis crescentes de valina na dieta.

Variáveis*	Níveis valina (%)						Valor P
	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99	
Triglicerídeos (mg.dL ⁻¹)	111,28±49,32b	135,55±22,94ab	119,74±13,29b	171,71±34,65a	140,51±33,27ab	170,25±56,04a	0,00
Colesterol (mg.dL ⁻¹)	115,32±22,32b	121,77±17,36ab	116,98±13,59b	134,99±16,47a	136,65±14,94a	108,94±11,46b	0,00
Proteína plasmática (mg.dL ⁻¹)	3,21±0,42	3,58±0,45	3,52±0,28	3,74±0,63	3,52±0,22	3,58±0,43	0,20
Glicose plasmática (mg.dL ⁻¹)	112,29±19,63	117,87±25,03	93,15±23,36	115,40±29,12	114,41±26,39	105,53±30,25	0,35

*Valores seguidos por letras distintas na mesma linha, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

Tabela 5. Valores de média e desvio padrão das variáveis de composição centesimal de juvenis de tilápias do Nilo alimentados com níveis crescentes de valina na dieta

Variáveis*	Níveis valina (%)						Valor P
	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99	
Umidade (%)	71,50±1,03	70,44±1,07	70,83±2,01	70,16±1,27	69,19±1,20	70,19±1,55	0,50
Proteína Bruta (%) ¹	15,63±0,74	16,88±0,74	16,47±0,48	16,91±0,95	17,72±0,88	16,93±0,75	0,10
Extrato Etéreo (%)	9,79±0,60	10,28±0,56	9,92±1,47	10,96±1,48	11,32±1,39	10,44±1,33	0,61
Cinzas (%)	4,26±0,37	4,29±0,36	4,17±0,03	4,10±0,34	4,07±0,08	4,29±0,53	0,93

*Não significativo (P>0,05)

¹Proteína Bruta = N x 6,25

Tabela 6. Valores de média e desvio padrão da frequência de distribuição das fibras musculares em três classes de diâmetros (<20 µm, entre 20 e 50 µm e >50 µm) em juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de valina nas dietas.

Variáveis*	Níveis valina (%)						Valor P
	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99	
<20	8,5±4,97	11,11±4,47	12,83±6,73	7,44±4,14	11,27±3,47	6,44±3,98	0,27
20-50	78,77±5,30	77,16±7,86	74,83±5,66	79,55±4,65	76,44±5,10	79,22±8,55	0,44
>50	12,72±6,81	11,72±7,80	12,33±6,81	13,0±6,23	12,27±4,89	14,33±9,37	0,25

*Não significativo (P>0,05)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da criação de tilápias no Brasil faz com que se tenha a necessidade de formulações de dietas que atendam as exigências nutricionais da espécie em todas as fases de cultivo, pois a criação intensiva das tilápias em confinamento com ambientes altamente adensados compromete o uso da alimentação natural disponível no meio ambiente, fazendo com que os animais dependam totalmente da alimentação exógena. Desta maneira as dietas devem ser formuladas para que as exigências nutricionais dos animais sejam supridas para que os animais tenham um desenvolvimento pleno e saudável.

Nas condições experimentais utilizadas nesta pesquisa a valina, em quantidade adequada, mostrou-se um nutriente importante para o crescimento dos peixes, sem afetar seu estado de higidez. Para alevinos, a concentração de 0,82% de valina na dieta (2,65% de valina da proteína bruta) já foi suficiente para que os animais tivessem um crescimento pleno, sem alterar o estado de saúde dos animais, atendendo dessa forma as exigências dos alevinos de tilápias do Nilo. Já para juvenis, a concentração de 0,81% de valina na dieta (2,90% de valina da proteína bruta) ofereceu um melhor crescimento aos animais, sem trazer prejuízos a higidez dos animais.

No entanto, a falta de padronização nas pesquisas que tem por objetivo determinar as exigências nutricionais de aminoácidos para peixes dificultam a comparação de resultados e a determinação de níveis ideais de cada aminoácido na nutrição dos peixes nas diferentes fases de desenvolvimento. Muitos fatores podem influenciar na determinação das exigências nutricionais, e a padronização das metodologias utilizadas nas pesquisas facilitaria a forma de determinação das exigências e o entendimento das influências desses nutrientes no organismo dos animais.

A valina mostrou-se um nutriente extremamente importante para a nutrição da tilápia, e mais estudos devem ser realizados com este aminoácido essencial, tendo em vista que ainda há uma dificuldade de entendimento sobre a atuação desse nutriente no organismo dos peixes, e ainda há falta de estudos com esse aminoácido nas diferentes fases de criação da tilápia e também nos diferentes sistemas de cultivo.

Desta forma, as informações obtidas nesse estudo atual e na literatura, juntamente com estudos futuros, podem auxiliar na determinação das exigências nutricionais de valina para as diferentes fases de criação e oferecer uma maior aplicabilidade prática dos resultados dessas pesquisas para formulação de dietas para peixes no âmbito da aquicultura comercial.