



Universidade Federal do Maranhão- UFMA

Programa de Pós Graduação em Ciência Animal – PPGCA

**EXIGÊNCIA DE VALINA DIGESTÍVEL EM DIETAS
PARA TAMBAQUI COM DIFERENTES PESOS CORPORAIS**

JAKELINE VERAS DA SILVA

CHAPADINHA – MA
2021

JAKELINE VERAS DA SILVA

**EXIGÊNCIA DE VALINA DIGESTÍVEL EM DIETAS
PARA TAMBAQUI COM DIFERENTES PESOS CORPORAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro

Coorientador: Prof. Dr. Jefferson Costa de Siqueira

Chapadinha- MA
2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva, Jakeline Veras da.

EXIGÊNCIA DE VALINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA TAMBAQUI
COM DIFERENTES PESOS CORPORAIS / Jakeline Veras da Silva.
- 2021.

51 f.

Coorientador(a): Jefferson Costa de Siqueira.

Orientador(a): Felipe Barbosa Ribeiro.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal/ccaa, Universidade Federal do Maranhão,
Chapadinha - MA, 2021.

1. Aminoácidos. 2. Colossoma macropomum. 3. Nutrição
proteica. I. Ribeiro, Felipe Barbosa. II. Siqueira,
Jefferson Costa de. III. Título.

JAKELINE VERAS DA SILVA

**EXIGÊNCIA DE VALINA DIGESTÍVEL EM DIETAS
PARA TAMBAQUI COM DIFERENTES PESOS CORPORAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro

Coorientador: Prof. Dr. Jefferson Costa de Siqueira

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro (Orientador)
Doutor em Zootecnia
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Dra. Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento
Doutora em Ciência Animal
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim
Doutor em Zootecnia
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

“Seja forte e corajoso! Não se apavore e nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus estará com
você por onde você andar”.

Josué1:9

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, que me escolheu e me capacitou para que eu pudesse lutar pelas coisas que acredito.

Dedicatória especial também faço a minha mãe, a pessoa que mais me apoiou em meus estudos, a quem devo meu sucesso e dedico meus esforços. Não há um dia em que eu não me empenhe para ser merecedora das suas expectativas. Te amo, mãe!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pela oportunidade concedida de poder sempre alcançar de uma forma, ou de outro meu objetivo, iluminando os meus passos e dando-me forças nos momentos de angústias e dificuldades.

Agradeço à minha família, base de tudo, pelo apoio e pela compreensão de minha ausência nos momentos que precisei me dedicar a minha formação.

Ao Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro pelos ensinamentos, paciência árdua, incentivo e por me aceitar como orientanda, tornando possível a elaboração deste trabalho. Meus agradecimentos se estendem ao Prof. Dr. Jefferson Costa de Siqueira (Coorientador) pelas orientações em estatística e ao Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, pelo apoio e aconselhamentos em muitos momentos de desânimo e desafios.

A Universidade Federal do Maranhão, ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, pela oportunidade concedida. Aos professores e funcionários em especial ao Thomas pelas informações repassados e pela atenção concedida.

À minha querida mãe, Maria de Nazaré Veras da Silva, pelo apoio diário por ser exemplo de amor, dedicação e coragem e por me incentivar ir em busca dos meus sonhos, agradeço principalmente pelas orações diárias para que meus objetivos fossem alcançados, agradeço meu pai, Manoel de Jesus pelo apoio aos meus estudos. Aos meus irmãos Jercivane Veras, Ney Manoel e Jardel Veras pelo carinho e amizade. Aos meus tios Airton, Maria dos Milagres e João por sempre me apoiar.

Agradeço, em especial, a Rafael Machão, pela paciência, apoio, ajuda diária, principalmente pelo ensinamento no setor e no projeto em geral, muito obrigada pelo auxílio durante todo esse período.

Aos antigos e atuais colegas do Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquático do Maranhão- LANUMA pela amizade e fundamental ajudar na condução dos experimentos: Carol, Larissa, Maylanne, Maylla, Thiago, Patrícia, Vanilisa, Romulo, em especial a Dayana Costa e Neliane Galvão que sempre me ajudaram no início desse projeto, obrigada pela amizade e ensinamento no setor de piscicultura.

Aos meus queridos companheiros de mestrado, Rosilda, Luana, Arlan, Edgleicia, Maycon, Hianne, Igor, Grasy, e, em especial, meu amigo Romério pelo suporte de todos os

dias, por ser casa e fortaleza durante os dias difíceis por me ensinar o verdadeiro sentido de uma amizade, jamais esquecerei o quanto me ajudou.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa durante o mestrado. À FAPEMA - Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão pelo financiamento do projeto.

E a todos aqueles e aquelas que contribuíram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho.

À todos meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivos geral	16
2.2. Objetivos específicos	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1. Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	17
3.2. Proteína e Aminoácidos para Peixes	18
3.3. Exigências de valina	19
3.4. Influência da idade na exigência de aminoácidos para peixes	21
REFERÊNCIAS	22
CAPÍTULO 2 - EXIGÊNCIA DE VALINA DIGESTÍVEL PARA TAMBAQUI COM DIFERENTES PESOS CORPORAIS	27
1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E METODOS	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4. CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46
ANEXO	50

LISTA DE TABELAS

p

Tabela 1.	Composição percentual e química da ração isenta de proteína (DIP), ração referência (RR), ração controle (RC) e das rações experimentais (matéria natural)	31
Tabela 2.	Composição em aminoácidos totais e digestível do milho e do farelo de soja utilizados nas rações experimentais.....	32
Tabela 3.	Valores médios \pm erro-padrão do consumo de ração (CR), consumo de valina digestível (CVD), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar (CA) com diferente peso corporal de tambaqui alimentados com diferentes níveis de valina digestível na dieta.....	38
Tabela 4.	Equações de regressão ajustadas, coeficientes de determinação e valores de exigências para as variáveis, consumo de valina digestível (CVD), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar (CA) de tambaqui com diferentes pesos corporais em função dos níveis de valina digestível na dieta.....	38
Tabela 5.	Valores médios \pm erro-padrão da composição corporal de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura bruta (GB), umidade (U) e cinzas (CZ) de tambaqui com diferentes pesos corporal alimentados com diferentes níveis de valina digestível na dieta.....	40
Tabela 6.	Equações de regressão, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis gordura bruta (GB) e Proteína bruta (PB) e matéria seca (MS) em tambaqui com diferentes pesos corporal em função do nível de valina digestível da dieta	40
Tabela 7.	Valores médios \pm erro-padrão da deposição de proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) em tambaqui com diferentes pesos corporal alimentados com diferentes níveis de valina digestível na dieta.....	41
Tabela 8.	Equações de regressão ajustadas, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis, deposição de proteínas (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) em tambaqui com diferentes pesos corporal em função do nível de valina digestível na dieta.....	42

LISTA DE FIGURAS

	p.
Figura 1. Representação gráfica da conversão alimentar em função de diferentes níveis de valina digestível em rações de tambaqui com peso corporal de 33 e 121g.....	39
Figura 2. Representação gráfica da deposição de proteína corporal em função de diferentes níveis de valina digestível em rações de tambaqui com peso corporal de 33 e 121g.....	42

RESUMO

A valina é um aminoácido essencial pertencente ao grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada juntamente com a leucina e isoleucina e possui funções fisiológicas como a regulação da tradução e o início da síntese de proteína. O tambaqui (*Colossoma macropomum*) destaca-se como a principal espécie nativa mais produzida no país, porém ainda são inexistentes informações sobre as exigências de valina. Objetivou-se determinar as exigências de valina digestível para tambaqui com diferentes pesos corporais. Foram utilizados 720 tambaquês em dois experimentos, sendo um com 360 peixes com peso corporal inicial de $33,28 \pm 0,19$ g e outro com 360 peixes de peso inicial de $121,19 \pm 1,29$ g. Ambos os experimentos foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos, quatro repetições e 15 peixes por unidade experimental, e tiveram duração de 50 dias. Os tratamentos foram constituídos de cinco rações experimentais com níveis de 0,50; 0,70; 0,90; 1,10 e 1,30% de valina digestível. Os peixes foram mantidos em caixas de polietileno dotadas de abastecimento de água e aeração individual, e alimentados à vontade em seis refeições diárias. Avaliaram-se parâmetros de desempenho, composição corporal, taxas de deposições diárias de proteína, gordura e cinzas corporais e a eficiência de retenção corporal de nitrogênio. O consumo de ração não variou e o consumo de valina digestível aumentou linearmente em função da elevação dos níveis de valina em ambos os experimentos. Para o ganho de peso e taxa de crescimento específico, observou-se aumento de forma linear para o peso corporal de 33g e efeito quadrático para o peso corporal de 121g, aumentando essa variável até os níveis 0,92 e 0,94% de valina digestível, respectivamente. A conversão alimentar apresentou efeito quadrático para ambos os pesos corporais, reduzindo o valor dessa variável até o nível de 1,17 e 0,93%, respectivamente. Os teores de matéria seca, umidade e cinzas não foram afetados pelos tratamentos para o peso corporal de 33g e tiveram efeito linear para matéria seca e umidade para os animais com peso corporal de 121g. Os teores de proteína e gordura corporais obtiveram efeito quadrático com nível estimado em 1,07 e 0,90%, e 1,07 e 0,10% de valina digestível para os animais com pesos corporal de 33 e 121g, respectivamente. Para animais de 33g observou-se elevação de forma quadrática para as variáveis deposição de proteína corporal, deposição de gordura corporal e eficiência de retenção de nitrogênio até os níveis estimados em 1,19, 0,94 e 0,94% de valina digestível, respectivamente. Para animais de 121g observou-se elevação de forma quadrática para deposição de proteína corporal e eficiência de retenção de nitrogênio até os níveis estimados em 0,91 e 0,82% de valina digestível, respectivamente. Conclui-se que a exigência de valina digestível em dieta para tambaqui com peso corporal de 33 g a 83 g é estimado em 1,19% e para tambaqui com peso corporal de 121 g a 277 g é de 0,91%, por proporcionar maior deposição de proteína corporal

Palavras-Chave: Aminoácidos, *Colossoma macropomum*, Nutrição proteica.

ABSTRACT

Valine is an essential amino acid belonging to the group of branched chain amino acids along with leucine and isoleucine and has physiological functions such as regulation of translation and initiation of protein synthesis. The tambaqui (*Colossoma macropomum*) stands out as the main native species most produced in the country, but information on valine requirements is still lacking. The objective was to determine the digestible valine requirements for tambaqui with different body weights. 720 tambaquis were used in two experiments, one with 360 fish with an initial body weight of 33.28 ± 0.19 g and the other with 360 fish with an initial weight of 121.19 ± 1.29 g. Both experiments were distributed in a completely randomized experimental design (DIC), consisting of five treatments, four replicates and 15 fish per experimental unit, and lasted for 50 days. The treatments consisted of five experimental diets with levels of 0.50; 0.70; 0.90; 1.10 and 1.30% digestible valine. The fish were kept in polyethylene boxes equipped with water supply and individual aeration, and fed freely for six meals a day. Performance parameters, body composition, daily protein, fat and body ash deposition rates and body nitrogen retention efficiency were evaluated. Feed intake did not change and digestible valine intake increased linearly as a function of the increase in valine levels in both experiments. For the weight gain and specific growth rate, a linear increase was observed for the body weight of 33g and a quadratic effect for the body weight of 121g, increasing this variable to 0.92 and 0.94% valine levels digestible, respectively. Feed conversion showed a quadratic effect for both body weights, reducing the value of this variable to the level of 1.17 and 0.93%, respectively. Dry matter, moisture and ash contents were not affected by treatments for body weight of 33g and had a linear effect for dry matter and moisture for animals with body weight of 121g. The levels of protein and body fat had a quadratic effect with an estimated level of 1.07 and 0.90%, and 1.07 and 0.10% of digestible valine for animals with body weights of 33 and 121g, respectively. For 33g animals there was a quadratic increase for the variables body protein deposition, body fat deposition and nitrogen retention efficiency up to levels estimated at 1.19, 0.94 and 0.94% of digestible valine, respectively. For 121g animals there was a quadratic increase for body protein deposition and nitrogen retention efficiency up to levels estimated at 0.91 and 0.82% of digestible valine, respectively. It is concluded that the dietary digestible valine requirement for tambaqui with a body weight of 33 g to 83 g is estimated at 1.19% and for tambaqui with a body weight of 121 g to 277 g is 0.91%, as it provides greater deposition of body protein

Keywords: Amino acids, *Colossoma macropomum*, Protein nutrition.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com maior capacidade de ampliação na piscicultura, possuindo a maior reserva de água doce do planeta, uma imensa variedade de espécies de peixes com potencial para produção em cativeiro (NASCIMENTO, 2015). Na busca por exploração do sistema produtivo de peixes com alta produtividade no setor e por espécies que se adapta ao sistema intensivo, destaca-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*).

O tambaqui é uma espécie oriunda das bacias dos rios Amazonas e Orinoco e apresenta características desejáveis para a piscicultura, pois é de fácil adaptação a sistemas de criação (DA SILVA; FUJIMOTO, 2015), rápido crescimento, carne de elevado valor nutricional e apreciada pelo mercado consumidor. Além disso, a espécie possui hábito alimentar onívoro, possibilitando a utilização de uma grande variedade de ingredientes na formulação de suas rações, possuir habilidade em filtrar e aproveitar o alimento natural (plâncton) (CAMPOS et al., 2015).

Atualmente, os estudos sobre as exigências nutricionais para peixes enfocam as exigências de aminoácidos (BOMFIM et al., 2010; ZEHRA E KHAN, 2014; PIANESSO et al., 2015; SILVA et al., 2018), considerando que os peixes não possuem uma necessidade de proteína, mas sim de um equilíbrio adequado de aminoácidos essenciais e não essenciais. Dietas formuladas apenas com base no teor de proteína bruta podem não atender às necessidades de todos os aminoácidos, principalmente os essenciais, comprometendo o desempenho e aumentando a descarga de compostos nitrogenados no meio ambiente (BOMFIM et al., 2010; CYRINO et al., 2010). A proteína é considerada um dos componentes mais importante do tecido muscular dos animais, além de ser um macro nutriente essencial na dieta. Sua exigência é priorizada em estudos nutricionais, por apresentar um maior custo alimentar em um sistema piscícola, pois o preço da ração está influenciado principalmente ao teor de proteína (FERREIRA et al., 2013). No entanto, os peixes, assim como os demais animais monogástricos, não possuem exigência nutricional específica para a proteína, mas sim, por um adequado balanceamento de aminoácidos essenciais e não essenciais (BICUDO; CYRINO, 2008).

O conhecimento das exigências e a inclusão de aminoácidos cristalinos permitem a elaboração de dietas balanceadas que proporcionam a máxima resposta produtiva nos sistemas

de criação dos peixes, reduzindo o desperdício de nitrogênio e favorecendo a sustentabilidade do meio (ARARIPE et al., 2011; ZANIBONI et al., 2018).

Vários fatores podem afetar as exigências dos aminoácidos, tais como temperatura da água, o tamanho do peixe, a espécie e a taxa de arraçamento (FRACALOSSO; CYRINO, 2013; REBOUÇAS et al., 2014), como também a fase de desenvolvimento do peixe. Os peixes em fase inicial de desenvolvimento apresentam maior exigência nutricional, em função das maiores taxas de crescimento, quando comparados a peixes considerados juvenis ou adultos (PEZZATO et al., 2004; NRC, 2011).

As exigências de aminoácidos para tambaqui vêm sendo estudadas recentemente por diversos autores, sendo determinadas com lisina (MARCHÃO et al., 2020), metionina mais cistina (SOUSA et al., 2019), triptofano (BOMFIM et al., 2020) e treonina (FIRMO et al., 2018). Entretanto, pesquisas realizadas para determinar as exigências de valina para esta espécie e em diferentes categorias de peso são inexistentes.

A valina é reconhecida atualmente como o quarto aminoácido limitante em uma dieta baseada em milho e farelo de soja (CORZO et al., 2007) e esta limitação é particularmente aparente com o avanço da idade dos animais, quando o nível de proteína bruta da dieta é menor.

Nesse contexto, objetivou-se com este estudo estimar as exigências de valina para tambaqui com diferentes pesos corporais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Determinar as exigências dietéticas de valina digestível de tambaqui com diferentes pesos corporais.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o desempenho zootécnico do tambaqui com diferentes pesos corporais, submetidos a dietas contendo diferentes concentrações de valina digestível.
- Analisar a composição corporal do tambaqui com diferentes pesos corporais, submetidos a dietas contendo diferentes concentrações de valina digestível.
- Determinar a deposição corporal e eficiência de retenção de nitrogênio do tambaqui com diferentes pesos corporais, submetidos a dietas contendo diferentes concentrações de valina digestível.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

O tambaqui é atualmente a espécie nativa de maior destaque na piscicultura nacional, registrando em 2018 uma produção de 287.910 toneladas. No estado do Maranhão, o registro foi de 35.200 toneladas, sendo o terceiro estado em produção, atrás somente de Rondônia e Mato Grosso (PEIXE BR, 2019). Essa espécie também é encontrada em regiões fora de sua área de distribuição natural desde a década de 1980, e sua produção aquícola se espalhou para a maioria dos países da América do Sul e Central, alguns países do Caribe e vários países da Ásia, particularmente China, Indonésia, Malásia, Mianmar e Vietnã. Atualmente, a produção de tambaqui, e outras espécies pertencentes à família Serrasalminidae, é maior na aquicultura do que na pesca de captura (WOYNÁROVICH; VAN ANROOY, 2019).

Com o hábito alimentar onívoro, o tambaqui alimenta-se na natureza de frutos e sementes e de pequenos organismos, mas quando criado em cativeiro requer a utilização de rações de alto valor nutricional para maximizar a produção (RODRIGUES, 2014).

Em estudos encontrados na literatura, têm abordado diferentes informações acerca da espécie, diferentes sistemas de cultivo, arraçamento, manejo alimentar e qualidade de água (CUNHA; SANTOS-JUNIOR, 2011). Contudo, a consolidação de sua tecnologia de cultivo, principalmente sobre nutrição, precisa ser mais aprimorada para melhorar a eficiência de produção (RODRIGUES, 2014) e garantir maior viabilidade econômica (OLIVEIRA et al., 2011).

Dentre as principais razões que justificam o cultivo crescente da espécie, destacam-se a facilidade de obtenção de juvenis, bom potencial de crescimento, alta produtividade e rusticidade e grande aceitação pelo mercado consumidor (GOMES et al., 2010). Adicionalmente, a redução nos estoques naturais de tambaqui torna a aquicultura a principal alternativa sustentável para suprir as demandas do mercado (MPA, 2020). Em cultivos intensivos de tambaqui, os gastos com alimentação podem representar até 60% do custo de produção (MELO et al., 2001; IZEL e MELO, 2004; GOMES et al., 2006). Dessa forma, uma vez reconhecido o potencial zootécnico da espécie e a importância da nutrição e alimentação para o sucesso de seu cultivo.

Apesar da grande importância do tambaqui para a piscicultura, as formulações de dietas para essa espécie normalmente utilizam dados de exigências nutricionais disponíveis na

literatura de outros peixes tropicais, podendo não assegurar um desempenho satisfatório, devido às particularidades fisiológicas existentes em cada espécie.

3.2. Proteína e Aminoácidos para Peixes

A proteína é o principal componente orgânico dos tecidos dos peixes, perfazendo 65 a 75% do total da matéria seca corporal (LALL; ANDERSON, 2005; BORGHESI, 2008), sendo constituinte dos tecidos estruturais de proteção (ossos, ligamentos, escamas e pele), tecidos moles (órgãos, músculos) e fluidos corporais (LALL; ANDERSON, 2005). Como a formação de proteína corporal é dependente do suprimento de aminoácidos dietéticos, a insuficiência de proteínas e, conseqüentemente, de aminoácidos nas dietas reduz o crescimento e a eficiência alimentar.

A concentração de proteína na dieta deve atender às exigências necessárias para máximo desempenho zootécnico, sem comprometer a qualidade da água de cultivo (DIEMER et al., 2011). Para reduzir os riscos de dietas deficientes ou com excesso de proteína, tem sido utilizado como alternativa a formulação de rações com baixos níveis proteicos, suplementada com aminoácidos industriais, com base no conceito de proteína ideal (BOMFIM, 2013). Com base nesse conceito, é essencial que se conheça a exigência de cada aminoácido essencial e sua proporção com a lisina, o aminoácido de referência (FURUYA et al., 2000; PORTZ, 2001; FURUYA et al., 2001; CHO; BUREAU, 2001)

Os aminoácidos são nutricionalmente classificados de acordo com sua essencialidade: essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais. Os aminoácidos essenciais são aqueles imprescindíveis para o bom desenvolvimento dos animais, no entanto, os peixes não são capazes de sintetizá-los em quantidade suficiente para suprir suas necessidades, sendo necessário o fornecimento através da alimentação. São eles: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina (CAVALHEIRO et al., 2014). Os aminoácidos não essenciais são aqueles que podem ser sintetizados pelo animal, seja a partir de intermediários anfibólicos, aminoácidos essenciais ou a partir de metabólitos intermediários. Segundo Bertechini (2006), os aminoácidos não essenciais são: glicina, serina, alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico, cistina, prolina, tirosina, asparagina e glutamina.

Vários trabalhos com peixes foram desenvolvidos com o intuito de determinar as exigências de aminoácidos são encontrados na literatura. MARCHÃO et al. (2020), objetivando determinar a exigência de lisina digestível para juvenis de tambaqui (*Colossoma*

macropomum) com peso corporal de 22,99g, avaliou os efeitos de cinco níveis de lisina digestível (0,865, 1,125, 1,383, 1,644 e 1,903%). Os autores estimaram a exigência de lisina digestível na dieta de juvenis de tambaqui em 1,58%, correspondendo a 5,76% da proteína bruta da dieta, por proporcionar maior deposição de proteína corporal.

Da mesma forma, BOMFIM et al. (2020) em estudo objetivando determinar a exigência de triptofano digestível para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com três pesos iniciais (2,12 g; 8,13 g e 15,18 g), avaliaram os efeitos de seis níveis de triptofano digestível (0,225; 0,256; 0,288; 0,319; 0,350 e 0,381%). O nível ótimo estimado foi de 0,323%, correspondente a 0,108%/Mcal de energia digestível e relação do triptofano com a lisina digestível de 18%.

FIRMO et al., (2018) avaliando diferentes relações da treonina com a lisina digestível em dietas para juvenis de tambaqui com peso corporal de 2,16g, observaram que a proporção de treonina para lisina digestível para otimizar o desempenho e a eficiência de retenção de nitrogênio é de 76% e 74%, respectivamente, o que corresponde a níveis de treonina digestível de 1,102% e 1,073%.

SOUSA et al., (2019) avaliando os efeitos de diferentes relações da metionina mais cistina com a lisina digestível em rações para juvenis de tambaqui com peso corporal de 0,28g e 0,94g, observaram que o aumento no consumo de metionina+cistina digestível proporcionou redução linear no teor de gordura corporal e a relação metionina+cistina com a lisina digestível recomendada nas rações foi de 64,8%.

Neste sentido, estudos com tambaqui para diversos aminoácidos essenciais vêm sendo realizados, entretanto, trabalhos com valina para tambaqui são inexistentes na literatura, o que justifica a realização desse estudo.

3.3.Exigências de valina

A valina é um aminoácido essencial pertencente ao grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada, juntamente com o 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). É um dos aminoácidos indispensável envolvidos em muitas atividades metabólicas como reparação, crescimento dos tecidos e para a manutenção do equilíbrio do nitrogênio no corpo (GORE; WOLFE, 2003). Também foi relatado que a valina pode aumentar o

crescimento dos peixes através do aumento da capacidade digestiva e de absorção, influenciando o equilíbrio da microflora intestinal (DONG et al, 2012).

Os trabalhos para determinar a exigência dietética de valina para as espécies de peixes nativas são escassos, porém estudos com outras espécies de peixes podem ser encontrados, como de RODRIGUES et al. (2018) para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Os autores realizaram dois experimentos para determinar as exigências dietéticas de valina para alevinos e juvenis de tilápia do Nilo, e encontraram exigência em 0,81% de valina digestível (2,90% de valina na proteína bruta) para ambas as fases, por proporcionar melhores resultados de desempenho.

RAHIMNEJAD et al. (2013), em experimento com juvenis de dourada (*Pagrus major*) com peso corporal de 32,04g, recomendaram o nível ideal para atender à exigência animal estimado em 0,90% de valina (2% da proteína da dieta), em função de análises de regressão quadrática dos níveis avaliados sobre base no ganho de peso e deposição de proteína.

BAE et al. (2012) em um estudo com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) com peso corporal de 498 g e avaliando dietas contendo 1,45% e 1,20% de valina, encontraram valores de exigência de 1,41 (3,85) e 1,50% (4,10) da dieta (% de proteína dietética com base na matéria seca). ZHU et al. (2020), avaliando os efeitos de níveis crescentes de valina para garoupas híbridas juvenis com peso corporal de 10g, encontraram exigência dietética ótima de valina para ganho de peso máximo de 1,16% da MS, correspondendo a 3,16% da proteína da dieta.

Já KHAN; ABIDI (2004) em experimento com juvenis de dourada (*Pagrus major*) de peso corporal de 5,5 g, sugeriram que a recomendação de inclusão de valina na dieta seja de 1,5% da dieta seca, correspondendo a 3,75% da proteína da dieta.

ZEHRA et al. (2014), trabalhando com alevinos de carpa (*Catla catla*) com peso corporal de 0,63g para determinar a necessidade de valina na dieta, avaliaram níveis graduados de valina (0,51%, 0,69%, 0,91%, 1,12%, 1,31%, 1,49%, 1,71% de dieta seca), determinaram a exigência de valina em 1,02% da dieta seca, correspondendo a 3,09% da proteína da dieta.

Apesar dos crescentes avanços nas pesquisas sobre exigências nutricionais em peixes, a exigência por aminoácidos ainda é um amplo campo de investigação. Estes estudos vêm se tornando, cada vez mais, importante para a formulação de dietas mais eficientes e com fração proteica de maior valor biológico. Porém, para o tambaqui, uma das espécies mais importantes da aquicultura no Brasil, os estudos sobre suas exigências nutricionais por valina

digestível são inexistentes. Portanto, são necessárias pesquisas mais aprofundadas para subsidiar a cadeia produtiva.

3.4. Influência da idade na exigência de aminoácidos para peixes

Vários são os fatores que influenciam as exigências nutricionais de aminoácidos para peixes, como: a temperatura apropriada do ambiente de alimentação, idade do animal, sexo e tamanho do pelet da ração. Esses fatores podem afetar o consumo de aminoácidos e seu subsequente processamento metabólico (MARTÍNEZ et al., 2017).

À medida que o animal cresce a suas exigências para os aminoácidos mudam. Primeiro, aumenta a exigência nutricional proporcionado com o aumento do tamanho corporal. Depois, ocorre mudança na capacidade de deposição de proteína, que aumenta durante o crescimento dos animais atingindo um máximo e então decresce à medida que o animal se aproxima do tamanho adulto. Além disso, animais jovens os requerimentos de aminoácidos destinados para manutenção corporal representam uma pequena fração de exigência total dos mesmos, porém esta situação se inverte à medida que o animal cresce. Por isso que as recomendações nutricionais levam em consideração o peso dos animais (BRUMANO, 2008; BONATO et al., 2011).

Estudos com salmão relatam que nas fases iniciais necessitam de uma dieta contendo entre 45 e 50% de proteína bruta. No estágio juvenil esta exigência reduz para 40% e na fase final do crescimento pode ser atendida com 35% de proteína bruta dietética (HILTON et al., 1981; NRC, 2011).

Em trabalho realizado por PORTZ et al., (2001), foi verificada diferenças na composição de alguns aminoácidos da carcaça do black bass (*Micropterus salmoides*) com peso vivo variando entre 0,53 e 844,0g indicando que as exigências em aminoácidos da espécie, quando expressas como porcentagem da proteína dietética, diferem com o aumento do tamanho do peixe.

O exposto evidencia a relevância das pesquisas para determinar as exigências de aminoácidos em dietas para peixes na formulação de rações eficientes para a piscicultura considerando as diferentes fases de crescimento, a fim de assegurar desempenho otimizado associado a maior aproveitamento da fração proteica e menor geração de resíduos nitrogenados ao ambiente.

REFERÊNCIAS

ARARIPE, M. N. B. A., ARARIPE, H. G. A. A., LOPES, J. B., DE CASTRO, P. L., BRAGA, T. E. A., HOSMYLTON, A., CARVALHO FERREIRA, M. L. T. D. A. Redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos em rações para alevinos de tambatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(9), 1845-1850. ISSN: 1806-9290. 2011.

BAE, JY, G. PARK, H. YUN, SSO HUNG, SC BAI. A necessidade de valina na dieta para a truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, pode ser estimada pelas concentrações plasmáticas de valina livre e amônia após a canulação da aorta dorsal. **Journal of Applied animal Research** 40: 73 - 79. 2012.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006.

BICUDO, A.J.; CYRINO, J.E.P. Estimating the need for amino acids in freshwater fish from Brazil. **Aquaculture Research**, v. 40, n. 6, 2008.

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

BOMFIM, M. A. D. Estratégias nutricionais para redução das excreções de nitrogênio e fósforo nos sistemas de produção de peixes no Nordeste: sustentabilidade ambiental e aumento da produtividade. **Revista Científica de Produção Animal**, Areia, v. 15, n. 2, p. 122-140, 2013.

BOMFIM. M.A.D., MARCHÃO.R.S, RIBEIRO, F.B., SIQUEIRA, J.C, SILVA, L.R., TAKISHITA, S.S. Exigência de triptofano digestível para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, e20196724, 2020.

BORGHESI, R. Exigências em proteína e energia e valor biológico de alimentos para o dourado *Salminus brasiliensis*. 95p. **Tese** (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BONATO, M. A.; SAKOMURA, N. K.; SIQUEIRA, J. C.; FERNANDES, J. B. K.; GOUS, R. M. Maintenance requirements for methionine and cysteine, and threonine for poultry. **South African Journal of Animal Science**, v. 41 v. 3, p. 209-222, 2011.

BRUMANO, G. Fatores que influenciam as exigências de metionina+cistina para aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n° 6, p.749-761. 2008.

CAVALHEIRO A.C.M., CASTRO. M.L.S., EINHARDT M.D.S., POUHEY J.L.O.F., PIEDRAS S.N., XAVIER E.G. Microingredientes utilizados em alimentação de peixes em cativeiro. **Revista Portuguesa de Ciência Veterinária**. RCPV (2014) 109 (589-590) 11-20. 2014.

CAMPOS, J.L.; ONO, E.A.; ISTCHUK, P.I. A cadeia de produção e preço do Tambaqui. **Panorama da Aquicultura**, v. 25, n. 49, p. 42-45, 2015.

CYRINO, E.P, BICUDO, Á.J.D.A, SADO, R.Y, BORGHESI R., DAIRIK, J.K. A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 39 (2010), pp. 68 – 87. 2010.

CHO, C.Y.; BUREAU, D.P.A. review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. **Aquaculture Research** v.32, p. 349-360, 2001.

CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A. et al. Marginality and Needs of Dietary Valine for Broilers Fed Certain All-Vegetable Diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p.546–554, 2007.

CUNHA, V.V; SANTOS-JUNUIOR A.S. Crescimento de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (cuvier, 1818), em tanques-rede com diferentes densidades populacionais em jiparaná, RO. Amazônia: **Ciência e Desenvolvimento**. 6(12): 185-193. 2011.

DA SILVA, C.A.; FUJIMOTO, R.Y. Crescimento de tambaqui em resposta a densidade de estocagem em tanques-rede. **Acta Amazônica**. 2015.

DONG, M., L. FENG, S. Y. KUANG, Y. LIU, J. JIANG, K. HU, W. D. JIANG, S. H. LI, L. TANG, X. Q. ZHOU. 2013. 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. 2012.

DIEMER, O. Fósforo na alimentação de pacus *Piaractus mesopotamicus* criados em tanques. Rede. 35f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2011.

DIÓGENES, A. F., FERNANDES, J. B. K., DORIGAM, J. C. P., SAKOMURA, N. K., RODRIGUES, F. H. F., LIMA, B. T. M., GONÇALVES, F. H. (2016). Establishing the optimal essential amino acid ratios in juveniles of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by the deletion method. **Aquaculture Nutrition**, 22, 435–443. 2016.

FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua**: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. 1ed. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. 375p. 2013.

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

FERREIRA, M. S.; ARIDE, P. H. R.; SILVA, M. N. P.; VAL, A. L. Efeito da quantidade de proteína na dieta e treinamento físico sobre parâmetros fisiológicos e zootécnicos de matrinhã (*Brycon amazonicus*, Günther 1869). **Acta Amazônica**, vol. 43(4):439 – 446, 2013.

FIRMO, D.S., BOMFIM, M.A.D., RIBEIRO, B.F., SIQUEIRA, J.C., LANA, E.A.T., TAKISHITA, S.S., SOUSA, T.J.R., PORTO, N.G Threonine to lysine ratio in diets of

tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). Semina: **Ciências Agrárias**, vol. 39, no. 5, pp. 2169-2180, 2018.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. et al. Exigência de proteína para alevino revestido de tilápia do Nilo (*Orteochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia** v.26, n.6, p. 1912-1917, 2000.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B.; BOTARO, B.; SILVA, L.C.; NEVES, P.R. Exigências de metionina + cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia do Nilo, *Orteochromis niloticus* (L.), baseadas no conceito de proteína ideal. **Acta Scientiarum** v.23, n.4, p.885-889, 2001.

GORE, D. C., R. R. WOLFE. Metabolic response of muscle to alanine, glutamine, and valine supplementation during severe illness. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition** 27:307–314. 2003.

GOMES, L.C.; SIMÕES, L.N.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. 2010 Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B. e GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2ª ed. Santa Maria: Editora da UFSM. p.175-204.

HILTON, J.W. CHO, C.Y.; SLINGER, S. Effect of extrusion processing and steam pelleting diets on pellet durability, pellet water absorption, and the physiological response of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture**. v.25, p.185-194, 1981.

IZEL, A.C.U. e MELO, L.A.S. 2004 Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no estado do Amazonas. Manaus: **Embrapa Amazônia Ocidental**. 19p.

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

KHAN, M.A, ABIDI, S.F. Dietary valine requirement of Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton) fry. **Journal of Applied animal Research** 20, 118– 122. 2004.

LALL, S. P.; ANDERSON, S. Amino acid nutrition of salmonids: Dietary requirements and bioavailability. **Cahiers Options Méditerranéennes, Montpellier**, v. 63, p.73-90, 2005.

MARTÍNEZ, Y., LI, X., LIU, G., BIN, P., YAN, W., MÁZ, D., YIN, Y. The role of methionine on metabolism, oxidative stress, and diseases. **Amino Acids**, 49(12), 2091– 2098. 2017.

MARCHÃO, M.A.D., RIBEIRO, B.F., SIQUEIRA, J.C., BOMFIM, M.A.D., SILVA, J.C., SOUSA, T.J.R., NASCIMENTO, D.C.N., SOUSA, M.C. Exigência de lisina digestível para juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) pela técnica de diluição da dieta. **Aquaculture Reports**, v 18, 2020.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2012 **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasil 2020. Brasília. 129p.

MELO, L.A.S.; IZEL, A.C.U.; RODRIGUES, F.M. 2001 Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/ barragens no estado do Amazonas. Manaus: **Embrapa Amazônia Ocidental**. 25p.

NASCIMENTO, F. L.; OLIVEIRA, M. D. Noções básicas sobre piscicultura e cultivo em tanques-rede no Pantanal. Embrapa Pantanal, **Corumbá** (MS), 2015.

NRC, Nutrient **Requirements of Fish and Shrimp**. The National Academies Press, Washington, D.C., USA, 2011.

OLIVEIRA, A.C.B; MIRANDA, E.C.; CORREA, R. Exigências nutricionais e alimentação do tambaqui. In: CYRINO, J.E.P e FRACALLOSSI, D.M. (Ed.). **Nutriaqua**: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p.217-229. 2011.

OLIVEIRA, T. S., KHAN, K.U., BOARATTI, A. Z., RODRIGUES A. T., REIS, M. P., SAKOMURA N. K., J.FERNANDES J. BK. Avaliação do padrão ideal de aminoácidos essenciais na dieta de pacu adulto (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture** v 540 , 736686.2021.

PEIXES BR. **Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixes**. Associação Brasileira de Piscicultura, 2019.

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

PIANESSO, D, NETO, J.R, DA SILVA, L.P, GOULART, F.R, ADORIAN, T.J, MOMBACH, P.I, LAZZARI, R. Determinação das necessidades de triptofano para juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) e seus efeitos no desempenho de crescimento, metabólitos plasmáticos e hepáticos e atividade de enzimas digestivas Anim. Alimentação. **South African Journal of Animal Science**. , 210, pp. 172 – 183. 2015.

PORTZ, L.; CYRINO, J.E.P.; MARTINO, R.C. Growth and body composition of juvenile largemouth bass *Micropterus salmo ides* in response to dietary protein and energy levels. **Aquaculture Nutrition**, v.7, 2001.

RAHIMNEJAD, S.; LEE, KJ Exigência dietética de valina em juvenis de dourada *Pagrus major*. **Aquaculture**, v. 416-417, p. 212-218, 2013.

REBOUÇAS, P. M.; LIMA, L. R.; DIAS, I. F.; FILHO, J. A. D. B. Influência da oscilação térmica na água da piscicultura. J. Anim. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**. v.2, n.2, p.35- 42, 2014.

RODRIGUES, A. P. O. Nutrição e Alimentação do Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Boletim Instituto Pesca**, São Paulo, 40. v. 1, p. 135 – 145, 2014.

RODRIGUES, R.B.; LUI, T.A.; NEU, D.H., BOSCOLO, W.R.; BITTENCOURT, F. Valina em dietas para tilápia do Nilo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 3, pág. 467-474, jul-set, 2018.

RODRIGUES, A. T., MANSANO, C. F. M., KHAN, K. U., NASCIMENTO, T. M. T., BOARATTI, A. Z., SAKOMURA, N. K., & FERNANDES, J. B. K. Ideal profile of essential amino acids for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the finishing growth phase. **Aquaculture Research**. 2020.

SANTIAGO, C. B., LOVELL, R. T. Amino acid requirements for growth of Nile tilapia. **Journal of Nutrition**, 118, 1540–1546. 1988.

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

SILVA, J. C., BOMFIM, M.A.D, LANA, E.T.A, RIBEIRO, F.B, SIQUEIRA, J.C, SOUSA, T.J.R, MARCHÃO, R.S, NASCIMENTO, D.C.N. Lysine requirement for tambaqui juveniles. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 5, p. 2157-2168,2018.

SOUSA, F. O., BOMFIM, A. D., RIBEIRO, F.B, TEIXEIRA, E. A., LANA, E.T.A., SOUSA, T.J.R., COSTA, C.C. Methionine plus cystine to lysine ratio in diets for tambaqui juveniles. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 1, p. 243 – 250. 2019.

WOYNÁROVICH, A.; VAN ANROOY, R. Field guide to the culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816). Rome, Italy: **FAO**. 132p. 2019.

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

ZANIBONI-FILHO, E., PEDRON, J. D. S., RIBOLLI, J. Opportunities and challenges for fish culture in Brazilian reservoirs: a review. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 30, 2018.

ZHOU, Z., WU, X., GATLIN, D. M., WANG, X., MU, W., YE, B., MA, L. Dietary valine levels affect growth, protein utilisation, immunity and antioxidant status in juvenile hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *Epinephelus lanceolatus* ♂). **The British journal of nutrition**, 125(4), 408–419. 2020.

ZEHRA, S., KHAN, M. A. Valine dietary requirement for fry *Catla catla*. **Journal of Applied Aquaculture**. 232-251.2014

**CAPÍTULO 2 - EXIGÊNCIA DE VALINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA
TAMBAQUI COM DIFERENTES PESOS CORPORAIS**

RESUMO- Objetivou-se determinar as exigências de valina digestível para tambaqui com diferentes pesos corporais. Foram utilizados 720 tambaqui em dois experimentos, sendo um grupo com 360 peixes com peso corporal inicial de $33,28 \pm 0,19$ g e outro com 360 peixes de peso inicial de $121,19 \pm 1,29$ g. Ambos os experimentos foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos, quatro repetições e 15 peixes por unidade experimental, e duração de 50 dias. Os tratamentos foram constituídos de cinco rações experimentais, com níveis de 0,50; 0,70; 0,90; 1,10 e 1,30% de valina digestível. Os peixes foram mantidos em caixas de polietileno dotadas de abastecimento de água e aeração individual, e alimentados à vontade em seis refeições diárias. Avaliaram-se parâmetros de desempenho, composição corporal, taxas de deposições diárias de proteína, gordura e cinzas corporais e a eficiência de retenção corporal de nitrogênio. O consumo de ração não variou e o consumo de valina digestível aumentou linearmente em função da elevação dos níveis de valina em ambos os experimentos. Para o ganho de peso e taxa de crescimento específico, observou-se aumento de forma linear para o peso corporal de 33 g e efeito quadrático para o peso corporal de 121g, aumentando essa variável até os níveis de 0,92 e 0,94%, respectivamente. A conversão alimentar apresentou efeito quadrático para ambos os pesos corporais, reduzindo essa variável até o nível de 1,17 e 0,93%, respectivamente. Os teores de matéria seca, umidade e cinzas obtiveram efeito não significativo para o peso corporal de 33 g e efeito linear para matéria seca e umidade para os animais com peso corporal de 121g. A proteína bruta e gordura bruta obtiveram efeito quadrático com nível estimado em 1,07, 0,9% e 1,07, 0,10% de valina digestível para os animais com pesos corporal de 33 e 121g, respectivamente. Para animais de 33g observou-se elevação de forma quadrático para as variáveis deposição de proteína corporal, deposição de gordura corporal e eficiência de retenção de nitrogênio até os níveis estimados em 1,19, 0,94 e 0,94%, respectivamente. Para animais de 121 observou-se elevação de forma quadrático para deposição de proteína corporal e eficiência de retenção de nitrogênio até os níveis ótimo estimado de 0,91 e 0,82%, respectivamente. Conclui-se que a exigência de valina digestível em dieta para tambaqui com peso corporal de 33 g a 83 g é estimado em 1,19% e para tambaqui com peso corporal de 121 g a 277 g é de 0,91%, por proporcionar maior deposição de proteína corporal

Palavras-Chave: Aminoácidos, *Collossoma macropomum*, Nutrição proteica.

ABSTRACT: The objective was to determine the digestible valine requirements for tambaqui with different body weights. 720 tambaqui were used in two experiments, a group with 360 fish with an initial body weight of 33.28 ± 0.19 g and another with 360 fish with an initial weight of 121.19 ± 1.29 g. Both experiments were distributed in a completely randomized experimental design (DIC), consisting of five treatments, four replications and 15 fish per experimental unit, and lasting for 50 days. The treatments consisted of five experimental diets, with levels of 0.50; 0.70; 0.90; 1.10 and 1.30% digestible valine. The fish were kept in polyethylene boxes equipped with water supply and individual aeration, and fed freely for six meals a day. Performance parameters, body composition, daily protein, fat and body ash deposition rates and body nitrogen retention efficiency were evaluated. Feed intake did not change and digestible valine intake increased linearly as a function of the increase in valine levels in both experiments. For weight gain and specific growth rate, a linear increase was observed for the body weight of 33 g and a quadratic effect for the body weight of 121g, increasing this variable to the levels of 0.92 and 0.94%, respectively. Feed conversion showed a quadratic effect for both body weights, reducing this variable to the level of 1.17 and 0.93%, respectively. The dry matter, moisture and ash contents had a non-significant effect for body weight of 33 g and linear effect for dry matter and moisture for animals with body weight of 121 g. Crude protein and crude fat had a quadratic effect with an estimated level of 1.07, 0.9% and 1.07, 0.10% of digestible valine for animals with body weights of 33 and 121g, respectively. For 33g animals there was a quadratic increase for the variables body protein deposition, body fat deposition and nitrogen retention efficiency up to levels estimated at 1.19, 0.94 and 0.94%, respectively. For animals of 121, there was a quadratic increase for body protein deposition and nitrogen retention efficiency up to the estimated optimal levels of 0.91 and 0.82%, respectively. It is concluded that the dietary digestible valine requirement for tambaqui with a body weight of 33 g to 83 g is estimated at 1.19% and for tambaqui with a body weight of 121 g to 277 g is 0.91%, as it provides greater deposition of body protein.

Keywords: Amino acids, *Colossoma macropomum*, Protein nutrition

1. INTRODUÇÃO

Tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma espécie de peixe de água doce e onívoro, que se destaca por sua grande robustez, adaptação a sistemas intensivos de produção e resistência a baixo oxigênio dissolvido. Também é apreciada pelo sabor de sua carne no mercado consumidor, sendo a principal espécie de peixe da Amazônia cultivada no Brasil e em outros países da América do Sul (DAIRIKI E SILVA, 2011; WOYNÁROVICH E VAN ANROOY, 2019).

Atualmente, os estudos sobre as exigências nutricionais para peixes enfocam as exigências de aminoácidos (MARCHÃO et al., 2020; SOUSA et al., 2019; BOMFIM et al., 2020; FIRMO et al., 2018), considerando que os peixes não possuem uma necessidade de proteína, mas sim de um equilíbrio adequado de aminoácidos essenciais e não essenciais. Dietas formuladas apenas com base no teor de proteína bruta podem não atender às necessidades de todos os aminoácidos, principalmente os essenciais, comprometendo o desempenho e aumentando a descarga de compostos nitrogenados no meio ambiente (BOMFIM et al., 2010; CYRINO et al., 2010). Neste sentido, para diferentes espécies de peixes e fases de produção, é necessária a determinação da exigência de cada aminoácido, especialmente os essenciais, que normalmente estão em concentrações limitantes nos ingredientes de origem vegetal usados em rações (NUNES et al., 2014).

Dentre os aminoácidos essenciais, a valina é potencialmente limitante em dietas praticas para peixes. Conforme descrito em recente estudo de OLIVEIRA et al. (2021), a valina, lisina e arginina dietéticas foram os aminoácidos essenciais mais limitantes, e que esses precisam de atenção durante a preparação de dietas para adultos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*).

A valina pertencente ao grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada juntamente com a leucina e isoleucina, e possui funções fisiológicas semelhantes aos dois, como a regulação da tradução e início da síntese de proteína (SHIMOMURA et al., 2006). A principal utilização metabólica da valina é participar da síntese de proteínas corporais, além de desempenhar outras funções fisiológicas importantes, incluindo a manutenção e crescimento do tecido muscular (SURYAWAN et al., 2011).

As exigências de aminoácidos variam em função de determinar as necessidades dos aminoácidos através da fase de criação, categoria de peso, entretanto em função das diferenças em metodologia, variedade genética e ambiência é possível observar valores diferentes de exigência na literatura.

Considerando a carência de informações a respeito da exigência de valina em dietas para o tambaqui com diferentes pesos corporais, justifica-se a necessidade de determinar a exigência de valina digestível para o tambaqui.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos do Maranhão - LANUMA, localizado no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais - CCAA da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, no município de Chapadinha, Maranhão, Brasil (03°44'33''S 43°21'201'' W; altitude 105 m), de acordo com o software SPRING 4.3.3 ® (INPE, 2010).

Os procedimentos experimentais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Maranhão (registro nº 23115.031736/2020-83), estando de acordo com os princípios éticos estabelecidos pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, 2013).

Foram utilizados 720 tambaquês em dois experimentos considerando diferentes idades, sendo uma com 360 tambaquês de peso inicial de 33,28±0,19g e outra com 360 tambaquês de peso inicial de 121,19±1,29g. Ambos os experimentos foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos, quatro repetições e 15 peixes por unidade experimental.

Durante cada período experimental, os peixes foram mantidos em 24 caixas de polietileno com capacidade volumétrica de 1.000 L, dotadas de sistemas individuais de abastecimento de água renovação de água, drenagem e aeração. A água de abastecimento dos aquários foi proveniente de poço artesiano, com vazão de 30 L h⁻¹ por caixa. A limpeza das caixas foi realizada duas vezes ao dia (07h e 17h) por sifonação.

Cada experimento teve duração de 50 dias e as dietas experimentais foram formuladas por meio da técnica da diluição (FISHER; MORRIS, 1970). Inicialmente foi formulada uma dieta referência à base de milho e farelo de soja contendo 28,70% de proteína bruta (PB), 1,30% de valina e relação valina:lisina digestível de 77%. Os demais aminoácidos excederam em, pelo menos, cinco pontos percentuais das relações ideais com a lisina digestível recomendadas pelo NRC (2011) para tilápia do Nilo, para evitar que outro aminoácido se tornasse limitante. Posteriormente, a dieta concentrada foi diluída com outra isenta de proteína (DIP) a base de

amido de milho contendo os mesmos níveis de energia, vitaminas e minerais para obtenção dos níveis dietéticos de valina digestível correspondentes a 0,50; 0,70; 0,90; 1,10 e 1,30% (Tabela 1).

Um sexto tratamento (dieta controle) com quatro repetições e 15 animais por caixa foi realizado para confirmar a hipótese de que a valina foi realmente o primeiro aminoácido essencial limitante nas dietas experimentais. A valina sintética (L-Valina-98,5%) foi adicionada ao primeiro nível de valina digestível (0,50%) até obtenção do segundo nível avaliado (0,70%), conforme proposto por (NONIS; GOUS ,2008) (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual e química da dieta isenta de proteína (DIP), dieta referência (RR), dieta controle (DC) e das dietas experimentais (matéria natural).

Ingredientes	DIP	Níveis de valina digestível (%)					DC
		0,50	0,70	0,90	1,10	1,30 (RR)	
Farelo de soja	0,00	20,69	28,97	37,25	45,53	53,81	20,69
Milho	0,00	13,65	19,11	24,57	30,03	35,49	13,65
Amido de milho	80,29	49,41	37,05	24,70	12,35	0,00	49,41
Óleo de soja	10,32	8,06	7,16	6,25	5,35	4,45	8,06
Casca de arroz	3,747	2,31	1,73	1,15	0,58	0,00	2,31
Lisina-HCl (78,4%)	0,00	0,09	0,13	0,17	0,20	0,24	0,09
DL-Metionina (99%)	0,00	0,20	0,28	0,36	0,45	0,53	0,20
L-Treonina (98,5%)	0,00	0,09	0,13	0,17	0,21	0,24	0,09
L-triptofano (98%)	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01
L-Valina (99%)	0,00	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,23
L-Leucina (99%)	0,00	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,06
Calcáreo Calcítico	0,70	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,72
Fosfato Bicálcico	3,82	3,57	3,47	3,36	3,26	3,16	3,57
Premix Vitamínico e Mineral ⁶	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C ⁵	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal	0,55	0,54	0,53	0,52	0,52	0,51	0,54
Antioxidante (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Diluição (%)	*	D1	D2	D3	D4	D5	
Isenta de proteína	100,00	61,54	46,15	30,77	15,38	0,00	**
Concentrada	0,00	38,46	53,85	69,23	84,62	100,00	
Composição calculada							
Proteína Bruta (%)	0,00	11,04	15,46	19,87	24,29	28,70	11,04
Energia Digestível (kcal kg ⁻¹) ⁴	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000

Fibra Bruta (%) ¹	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47
Ca Total (%) ¹	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
P disp (%) ¹	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Na total (%) ¹	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Valina Digest (%) ²	0,00	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	0,70
Lisina Digest (%) ²	0,00	0,65	0,90	1,16	1,42	1,68	0,65
Met. + Cist (%) Digest. ²	0,00	0,43	0,61	0,78	0,95	1,13	0,43
Treonina Digest. (%) ²	0,00	0,47	0,66	0,85	1,04	1,23	0,47
Triptofano Digest. (%) ²	0,00	0,14	0,19	0,25	0,31	0,36	0,14
Arginina Digest (%) ²	0,00	0,73	1,03	1,32	1,61	1,91	0,73
Leucina Digest (%) ²	0,00	0,81	1,13	1,45	1,78	2,10	0,81
Relações %							
Met+Cist /Lisina Dig.(63%) ³	0,00	68	68	68	68	68	68
Treonina. /Lisina Dig.(69%) ³	0,00	74	74	74	74	74	74
Triptofano. /Lisina Dig.(19%) ³	0,00	24	24	24	24	24	24
Arginina. /Lisina Dig.(75%) ³	0,00	113	113	113	113	113	113
Valina/Lisina Dig.(94%) ³	0,00	77	77	77	77	77	108
Leucina. /Lisina Dig.(119%) ³	0,00	125	125	125	125	125	125

*Dieta referência (1,30% de valina digestível);

** Dieta controle = D1 + 0,20% de L-valina;

¹Com base nos valores propostos por ROSTAGNO et al. (2011);

² Com base nos coeficientes de digestibilidade propostos por NASCIMENTO et al (2020);

³ Relação aminoácido: lisina com base nos valores do NRC (2011);

⁴Com base nos coeficientes de digestibilidade propostos por FURUYA et al. (2010);

⁵Vit. C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo;

⁶Suplemento vitamínico e mineral comercial (5 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D3, 200.000 UI; Vit. E, 1.200 mg; Vit K3, 2.400 mg; Vit. B1, 4.800 mg; Vit.B2, 4.800 mg; Vit.B6, 4.800 mg; Vit.B12, 4.800 mg; Vit.C, 48 g; ác. Fólico, 1.200 mg; pantotenato de Ca, 12.000 mg; Vit. C, 48.000 mg; biotina, 48 mg; cloreto de colina, 108 g; niacina, 24.000 mg; Fe, 50.000 mg; Cu, 3.000 mg; Mn, 20.000 mg; Zn, 30.000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg.

Foi realizado a análise dos teores de aminoácidos totais do milho e do farelo de soja, e posteriormente convertidos em aminoácidos digestíveis, utilizando os coeficientes de digestibilidade dos ingredientes (Tabela 1) recomendados para tambaqui, segundo NASCIMENTO et al (2020). As análises dos teores de aminoácidos totais do milho, farelo de soja, foram realizados por meio de cromatografia líquida de alta performance (HPLC) no laboratório CBO (Valinhos, Brasil).

Tabela 2 – Composição em aminoácidos totais e digestível do milho e do farelo de soja utilizados nas rações experimentais.

(%)	Milho		Farelo de soja	
	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²
Lisina	0,27	0,25	2,76	2,61
Metionina	0,12	0,12	0,50	0,48
Metionina + cistina	0,38	0,22	1,58	0,99
Treonina	0,25	0,25	1,71	1,68
Triptofano	0,23	0,18	0,59	0,56
Isoleucina	0,24	0,24	2,09	2,03
Valina	0,35	0,35	2,10	2,04
Leucina	0,67	0,66	3,30	3,21
Arginina	0,40	0,39	3,31	3,28
Proteína bruta	7,61		46,66	

¹Aminoácidos totais, determinados por cromatografia líquida de alta performance (HPLC) pelo laboratório CBO – Valinhos, SP.

²Aminoácidos digestíveis, calculados com base nos coeficientes de digestibilidade apresentados por NASCIMENTO et al (2020).

Os ingredientes utilizados para formulação das dietas experimentais foram triturados, peneirados e misturados em misturador horizontal. Posteriormente as dietas foram umedecidas em água aquecida a 50 °C e peletizadas para evitar lixiviação dos nutrientes na água. Para o procedimento de peletização, foi utilizado um moinho de carne (C.A.F. Picadores de carne – modelo 98 STI). Em seguida, as rações foram secas, trituradas e peneiradas.

As dietas foram ofertadas aos animais diariamente em seis refeições (8h; 10h; 12h 14h; 16h e 18h). Em cada refeição, foram ofertadas uma pequena quantidade, com repasses sucessivos até a saciedade aparente, para evitar sobras ou subfornecimento. A limpeza das caixas foi realizada diariamente por meio de sifonagem, duas vezes ao dia as 8h e 16h.

A temperatura da água foi aferida diariamente, às 7h30 e 17h30, com o auxílio de um termômetro de bulbo de mercúrio, graduado de 0 a 50°C. O monitoramento do pH, teor de oxigênio dissolvido e amônia na água foi aferido a cada 3 dias por intermédio de um pHmetro, oxímetro e de kit colorimétrico comercial e para o teste de amônia tóxica, respectivamente.

As temperaturas máximas e mínimas da água observadas durante os períodos experimentais mantiveram-se em torno de 24,66 ±0,62°C pela manhã e 27,1±0,2 á tarde, e

26,36 ± 0,73°C pela manhã e 27,5±0,1 à tarde em cada fase de produção, respectivamente. O pH manteve-se em 7,03 ± 0,4 e 7,02±0,3, o oxigênio dissolvido em 10,80 ± 0,7 e 10,50±0,4 mg/L e a amônia total ≤ 1,00 ppm, respectivamente, para cada fase de produção. Os parâmetros de qualidade da água durante o experimento mantiveram-se satisfatórios para o desenvolvimento da espécie (DAIRIKI; SILVA, 2011; MENDONÇA et al., 2012) e não foram registradas mortalidade durante o período experimental.

No início de cada experimento, 20 peixes foram insensibilizados e eutanasiados por benzocaína (500 mg L⁻¹) e congelados. No final de ambos, após jejum de 24 horas, foi realizada a coleta e pesagem de todos os peixes de todas as caixas que foram insensibilizados e eutanasiados por overdose de benzocaína (500 mg L⁻¹). Após a eutanásia, os peixes foram identificados e congelados (-20 °C) para serem processados.

Os peixes de cada fase (inicial e final/parcela experimental) foram triturados e desidratados (secos) em estufa com circulação forçada de ar durante 72 horas a uma temperatura de 65 °C. Posteriormente foram processados em moinho analítico (IKA A11 basic) e acondicionados em recipientes de plástico para análises laboratoriais.

As amostras do corpo inteiro dos animais foram analisadas quanto a sua composição corporal (teores de matéria seca, proteína, gordura e cinzas) conforme procedimentos descritos por SILVA; QUEIROZ (2005) no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Maranhão - UFMA.

Ao final de cada experimento, foi avaliado os seguintes índices de desempenho: consumo de ração (CR), consumo de valina digestível (CVD), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA). Os parâmetros de desempenho foram calculados de acordo com as equações abaixo:

- CR (g) = ração pesada no início (g) - ração sobras no final (g) / N° dias do experimento
- CVD (mg) = $\frac{[\text{Consumo de ração (mg)} \times \text{Teor de valina digestível da ração (\%)}]}{100}$
- GP (g) = peso médio final (g) - peso médio inicial (g)
- TCE (%/dia) = $\frac{[(\text{logaritmo natural do peso final (g)} - \text{logaritmo natural do peso inicial (g)}) \times 100]}{\text{período experimental (dias)}}$
- CA (g/g) = $\frac{\text{consumo de ração (g)}}{\text{ganho de Peso (g)}}$

Com base na composição corporal, foram determinadas as taxas de deposições diárias

de proteína e gordura e cinzas corporais (DPC, DGC E DCZC) e a eficiência de retenção corporal de nitrogênio (ERN), de acordo com as equações abaixo:

- $DPC \text{ (mg/dia)} = \frac{\{[(\text{proteína corporal final, \% x peso final, mg}) - (\text{proteína corporal inicial, \% x peso inicial, mg})] / 100\}}{\text{Período experimental (dias)}}$
- $DGC \text{ (mg/dia)} = \frac{\{[(\text{gordura corporal final, \% x peso final, mg}) - (\text{gordura corporal inicial, \% x peso inicial, mg})] / 100\}}{\text{Período experimental (dias)}}$
- $DCZC \text{ (mg/dia)} = \frac{\{[(\text{cinza corporal final, \% x peso final, mg}) - (\text{cinza corporal inicial, \% x peso inicial, mg})] / 100\}}{\text{Período experimental (dias)}}$
- $ERN \text{ (\%)} = \frac{[(N \text{ corporal final, \% x peso final, g}) - (N \text{ corporal inicial, \% x peso inicial, g})]}{(\text{consumo de ração, g x teor de N da ração, \%})/100}$

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Levene para teste de normalidade e homocedasticidade, e submetidos a análise de variância individualmente, sendo que os graus de liberdade dos tratamentos decompostos em polinômios de primeira e segunda ordem. As análises de regressão foram realizadas por meio de modelos lineares e quadráticos. Para comparar os efeitos da dieta controle (0,70%) com os demais tratamentos, foi utilizado o teste de Dunnett. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software SAS 9.0 (2002), com um valor de $P < 0,05$ indicando significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada mortalidade nos peixes alimentados com níveis crescentes de valina digestível durante o período experimental, mesmo com os animais alimentados com dietas contendo baixo nível de valina.

Todas as variáveis de desempenho, composição corporal e deposição corporal dos animais submetidos à dieta controle (DC) não diferiram quando comparadas aos tratamentos com nível de 0,70% de valina digestível, em ambos os pesos corporais estudados. Para o nível de 0,50% de valina digestível, de forma geral, houve diferença ($P < 0,05$) para as variáveis estudadas quando comparado a dieta controle, com destaques para a deposição de proteína corporal, conversão alimentar e eficiência de retenção de nitrogênio para ambos os experimentos (Tabela 3). Isso confirma que a valina foi o primeiro aminoácido limitante nas dietas experimentais e que os resultados obtidos neste estudo estão relacionados apenas as variações dos níveis de valina digestível e não ao teor de proteína bruta das dietas.

O consumo de ração não foi influenciado ($P > 0,05$) pelo aumento dos níveis de valina digestível nas dietas para ambos os experimentos (Tabela 3). Este resultado pode estar

associado ao fato das dietas serem isoenergéticas, uma vez que o nível energético da dieta pode limitar o consumo dos peixes (NRC, 2011). Resposta semelhante foi encontrado por ZHOU et al., (2020) com dietas isoenergéticas em um experimento com níveis graduais de valina em garoupas híbridas juvenil com peso médio de 10g.

O consumo de valina digestível aumentou linearmente ($P < 0,01$) para ambos pesos corporais (Tabelas 3 e 4). Como consequência, o consumo dos demais nutrientes, com exceção da proteína, foram similares entre os tratamentos. Apesar da variação no consumo de proteína entre os tratamentos, a valina foi o primeiro aminoácido limitante dentro da fração proteica das dietas, e as respostas observadas nas variáveis analisadas foram em função do consumo de valina digestível.

Foi observado efeito linear crescente ($P < 0,01$) para o ganho de peso com os animais de peso corporal de 33g e efeito quadrático ($P < 0,05$), com nível ótimo estimado de 0,92% de valina digestível, para os animais com peso corporal de 121g (Tabelas 3 e 4). O crescimento nos peixes, em ambos os pesos corporais, estar relacionado a valina ser um aminoácido essencial que participa da síntese proteica e da produção de energia (FERNSTROM, 2005; AHMED; KHAN, 2006; SHIMOMURA; YAMAMOTO; BAJOTTO, 2006), e sua limitação em rações para peixes prejudica o seu crescimento, principalmente na fase inicial de produção. Melhora no crescimento com o aumento dos níveis de valina na ração também foi observado por KHAN; ABIDI (2004) e DOENG et al. (2012), em estudo com alevinos de carpa indiana e juvenis de carpa jian, respectivamente

RAHIMNEJAD et al. (2013) em estudo com juvenis de dourada (*Pagrus major*) de peso médio de $32,04 \pm 0,2$ g, estimaram nível ótimo de valina em 0,90% para maximizar o ganho de peso. Já ZHOU et al. (2020) recomendaram nível de 1,16% na dieta para juvenis de garoupas com peso corporal de 10 g e LOU et al. (2014) recomendaram níveis de 1,14% de valina digestível para juvenis de carpa capim com peso corporal de 268,00 g, ambos com base no maior ganho de peso.

A taxa de crescimento específico para os animais de peso corporal de 33g aumentou de forma linear ($P < 0,01$). Para os animais de peso corporal de 121 g foi observado elevação de forma quadrática ($P < 0,05$) com nível ótimo estimado de 0,94% de valina digestível.

Em estudos encontrados na literatura, como o de KHAN; ABIDI (2004) em pesquisa com alevinos de carpa indiana com pesos de 0,16g, observaram efeito quadrático para a taxa de crescimento específico, que foi otimizada com nível de 1,63% de valina dietética. DOENG

et al. (2012), avaliaram os efeitos de dietas com níveis crescentes de valina digestível em juvenis de carpa jian com peso médio de 9,67g e observaram efeito quadrático para a taxa de crescimento específico com nível ótimo estimado em 1,37%. Observa-se que a diferença nas fases de crescimento afetar a recomendação de valina, isto porque apresentam taxas de crescimento distintas, que está diretamente relacionada às diferentes deposições do tecido muscular (BOMFIM et al., 2010; GONÇALVES et al., 2009; TAKISHITA et al. 2009).

O aumento no ganho de peso associado a consumo de ração similares em ambos os experimentos implicaram na melhora da conversão alimentar de forma quadrática ($P < 0,05$), com os níveis ótimos estimados em 1,17 e 0,93% para ambos os pesos corporais avaliados (33 e 121 g), respectivamente (Tabelas 3 e 4; Figura 1).

Em estudos realizados com juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso corporal de 6,48 g, uma espécie tropical e onívora, também observou uma melhora na conversão alimentar com o aumento da concentração dietética de valina digestível, com valor de exigência estimado em 1,27 % (XIAO et al. 2018). Além da diferença nos pesos dos animais, essa menor exigência de valina pelo tambaqui pode estar relacionada pelas diferenças nas taxas de crescimento entre as espécies. A tilápia possui maior taxa de crescimento em relação ao tambaqui devido aos programas de melhoramento genético ao longo dos anos (REIS NETO et al., 2014), necessitando, por consequência, de maior demanda de aminoácidos para síntese de proteína corporal.

Tabela 3 - Valores médios \pm erro-padrão do consumo de ração (CR), consumo de valina digestível (CVD), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar (CA) de tambaqui com diferentes pesos corporais em função dos níveis de valina digestível na dieta

Pesos corporais (g)	Variável					
	Valina digestível (%)	CR (g peixe ⁻¹)	CVD (g peixe ⁻¹)	GP (g)	TCE (% dia ⁻¹)	CA (g g ⁻¹)
33g	DC	103,74 \pm 9,18	257,20 \pm 8,77	47,08 \pm 1,76	4,21 \pm 0,02	2,23 \pm 0,25
	0,50	116,31 \pm 4,17	193,84 \pm 6,94*	36,57 \pm 2,50	4,07 \pm 0,04*	3,21 \pm 0,14 *
	0,70	113,22 \pm 3,61	264,19 \pm 8,43	47,13 \pm 3,23	4,21 \pm 0,04	2,42 \pm 0,10
	0,90	110,87 \pm 4,61	332,60 \pm 13,84*	56,02 \pm 5,66	4,31 \pm 0,06	2,02 \pm 0,13
	1,10	108,45 \pm 2,85	397,63 \pm 10,44*	59,12 \pm 0,97 *	4,35 \pm 0,01	1,84 \pm 0,02
	1,30	114,75 \pm 5,69	497,26 \pm 24,66*	63,61 \pm 1,95*	4,40 \pm 0,02*	1,80 \pm 0,06
	<i>P>F</i> ¹	0,7167	<0,0001	0,0003	0,0002	<0,0001
	Efeito linear	0,5699	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Efeito quadrático	0,2621	0,3200	0,1636	0,0900	0,0004
	SEp	10,84	27,14	6,14	0,072	0,27
121g	DC	224,28 \pm 2,53	341,11 \pm 4,62	98,16 \pm 1,36	4,10 \pm 0,00	2,40 \pm 0,15
	0,50	220,12 \pm 1,89	244,58 \pm 2,10*	79,84 \pm 2,24	4,03 \pm 0,01	2,76 \pm 0,09
	0,70	220,24 \pm 2,04	342,60 \pm 3,17	106,9 \pm 15,13	4,09 \pm 0,05	2,15 \pm 0,28
	0,90	222,14 \pm 4,61	444,29 \pm 9,22*	124,84 \pm 8,51	4,19 \pm 0,03	1,81 \pm 0,14
	1,10	220,40 \pm 1,99	538,76 \pm 4,87*	102,77 \pm 9,22	4,11 \pm 0,03	2,19 \pm 0,18
	1,30	220,13 \pm 0,52	635,92 \pm 1,49*	91,92 \pm 3,63	4,08 \pm 0,01	2,41 \pm 0,11
	<i>P>F</i> ¹	0,9760	<0,0001	0,0147	0,0316	0,0094
	Efeito linear	0,9844	<0,0001	0,4442	0,2289	0,2002
	Efeito quadrático	0,6524	0,6404	0,0017	0,0068	0,0012
	SEp	5,14	0,054	14,35	0,054	0,30

DC – Dieta Controle (D1+0,20% L-valina);

P > F – Significância do Teste “F” da análise de variância;

SEp-Erro padrão agrupado da média

*Médias na mesma coluna diferem da dieta controle (DC) pelo teste Dunnett (*P* <0,05).

Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas, coeficientes de determinação e valores de exigências para as variáveis, consumo de valina digestível (CVD), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar (CA) de tambaqui com diferentes pesos corporais em função dos níveis de valina digestível na dieta

	Variável	Modelo	Equação	R ²	<i>P>F</i>	Nível (%)
33g	CVD (g)	Linear	$\hat{Y} = 370,14x + 3,9789$	0,99	<0,0001	-----
	GP (g)	Linear	$\hat{Y} = 33,043x + 22,752$	0,94	0,0003	-----
	TCE (% dia ⁻¹)	Linear	$\hat{Y} = 0,4x + 3,908$	0,93	0,0002	-----
	CA (g g ⁻¹)	Quadrático	$\hat{Y} = 3,0893x^2 - 7,2657x + 6,0457$	0,99	<0,0001	1,17
121 g	CVD (mg di ¹)	Linear	$\hat{Y} = 489,41x + 0,7547$	0,99	<0,0001	-----
	GP (%)	Quadrático	$\hat{Y} = -207,02x^2 + 382,61x - 58,831$	0,87	0,00017	0,92
	TCE (% dia ⁻¹)	Quadrático	$\hat{Y} = -0,6385x^2 + 1,2061x + 3,5828$	0,79	0,0068	0,94
	CA	Quadrático	$\hat{Y} = 4,2604x^2 - 8,0044x + 5,6765$	0,90	0,0012	0,93

P>F - Significância do Teste “F” da análise de variância.

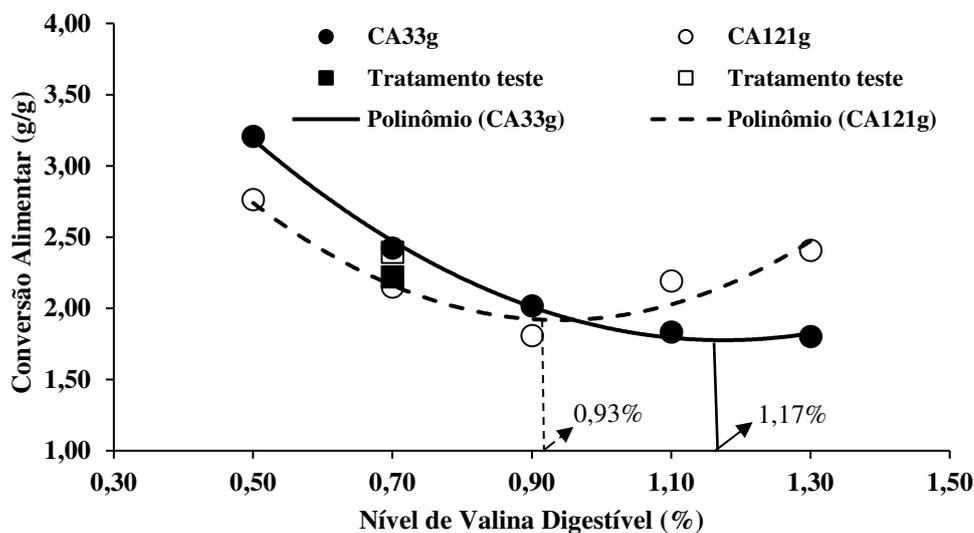


Figura 1. Representação gráfica da conversão alimentar de tambaqui com 33g e 121g alimentados com dietas contendo diferentes níveis de valina digestível.

Em relação a composição corporal, não foi observado efeito ($P > 0,05$), sobre a matéria seca, umidade e cinzas com o aumento dos níveis de valina digestível nas rações (Tabela 5) para os animais com peso corporal de 33g. Já para os teores de proteína bruta e gordura corporais foram observados efeito quadrático ($P < 0,05$ e $P < 0,05$, respectivamente) aumentando e reduzindo as respectivas variáveis até o nível de valina digestível estimado em 1,07%. Com relação os animais com peso corporal de 121g, também observou-se efeito quadrático para ambas as variáveis, elevando o teor de proteína corporal até o nível de 0,90%, e reduzindo o teor de gordura corporal obtido até o nível de 1,00% de valina digestível. Para a matéria seca observou-se redução de forma linear ($P < 0,05$) apenas para os peixes com peso corporal de 121g (Tabelas 5 e 6).

Respostas semelhantes ao presente estudo para a composição corporal foram encontrados por ZEHRA et al., (2014) estudando exigência de valina para alevinos (*Catla catla*) com peso corporal de 0,63 g. A variação dos níveis de valina também proporcionaram efeito nos teores de umidade, gordura e cinzas corporais de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em estudo realizado por XIÃO et al. (2018), e nos teores de umidade, matéria mineral, proteína e gordura corporais de carpa Jian (*Cyprinus carpio* var. Jian) em pesquisa realizada por DONG et al. (2012).

Tabela 5 - Valores médios \pm erro-padrão dos teores de matéria seca (MSC), proteína (PC), gordura (GC), umidade (UC) e cinzas (CZC) corporais de tambaqui com diferentes pesos em função dos níveis de valina digestível na dieta.

Pesos corporais (g)	Variável					
	Valina digestível (%)	MSC (%)	PC (%)	GC (%)	UC (%)	CZC (%)
33g	DC	30,00 \pm 0,67	16,33 \pm 0,18	10,69 \pm 0,15	70,00 \pm 0,67	3,23 \pm 0,18
	0,50	28,13 \pm 1,21	12,42 \pm 0,32 *	13,02 \pm 0,41 *	71,87 \pm 1,21	2,69 \pm 0,16
	0,70	30,09 \pm 1,27	16,04 \pm 0,25	11,20 \pm 0,25	69,91 \pm 1,27	3,22 \pm 0,30
	0,90	26,50 \pm 1,23	15,05 \pm 0,41*	8,83 \pm 0,47*	73,50 \pm 1,23	2,86 \pm 0,13
	1,10	28,75 \pm 0,27	18,21 \pm 0,26*	7,51 \pm 0,30 *	71,25 \pm 0,27	3,03 \pm 0,15
	1,30	26,21 \pm 0,62	15,92 \pm 0,19	9,57 \pm 0,13	73,79 \pm 0,62	3,22 \pm 0,17
	$P > F^1$	0,0803	<0,0001	<0,0001	0,8303	0,2598
	Efeito linear	0,1235	<0,0001	<0,0001	0,1235	0,1681
	Efeito quadrático	0,4134	<0,0001	<0,0001	0,4134	0,8300
	SEp	1,91	0,56	0,62	1,91	0,38
121g	DC	39,95 \pm 0,79	16,28 \pm 0,46	19,08 \pm 0,58	60,05 \pm 0,79	4,59 \pm 0,06
	0,50	40,63 \pm 0,82	15,74 \pm 0,49	19,93 \pm 0,66	59,37 \pm 0,82	4,97 \pm 0,25
	0,70	40,50 \pm 0,74	16,81 \pm 0,23	18,93 \pm 0,49	59,51 \pm 0,74	4,75 \pm 0,13
	0,90	37,60 \pm 1,08	19,11 \pm 0,52*	13,50 \pm 0,50*	62,41 \pm 1,08	4,99 \pm 0,33
	1,10	37,61 \pm 0,82	16,96 \pm 0,41	15,49 \pm 0,55*	62,39 \pm 0,82	5,16 \pm 0,30
	1,30	37,89 \pm 1,11	15,73 \pm 0,45	17,08 \pm 0,64	62,12 \pm 1,11	5,08 \pm 0,31
	$P > F^1$	0,0587	0,0004	<0,0001	0,0587	0,8589
	Efeito linear	0,0119	0,9300	0,0001	0,0119	0,4649
	Efeito quadrático	0,2983	<0,0001	<0,0001	0,2983	0,8406
	SEp	1,80	0,87	1,14	1,80	0,49

DC – Dieta Controle (D1+0,20% L-valina);

$P > F$ – Significância do Teste “F” da análise de variância;

SEp – Erro padrão agrupado da média

*Médias na mesma coluna diferem da dieta controle (DC) pelo teste Dunnett ($P < 0,05$).

Tabela 6 - Equações de regressão, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis Gordura (GC) e Proteína (PC) e matéria seca (MSC) em tambaqui com diferentes pesos corporais em função dos níveis de valina digestível da dieta.

	Variável	Modelo	Equação	R ²	P > F	Nível (%)
33g	PC (%)	Quadrático	$\hat{Y} = -13,69x^2 + 29,239x + 1,4031$	0,72	<0,0001	1,07
	GC (%)	Quadrático	$\hat{Y} = 15,732x^2 + 33,613x + 26,276$	0,91	<0,0001	1,07
121 g	PC (%)	Quadrático	$\hat{Y} = -16,194x^2 + 29,208x + 4,9953$	0,77	<0,0001	0,90
	GC (%)	Quadrático	$\hat{Y} = 22,5x^2 + 54,067x + 37,519$	0,73	<0,0001	1,00
	MSC (g g ⁻¹)	Linear	$\hat{Y} = -4,189x + 42,613$	0,70	0,0119	-----

$P > F$ - Significância do Teste “F” da análise de variância.

A deposição de proteína corporal é uma variável precisa para avaliar a deficiência de aminoácidos na dieta, uma vez que os aminoácidos são os componentes básicos da proteína e a deficiência de um dos aminoácidos na dieta reduz a síntese proteica (GRISDALE-HELLAND et al, 2011).

A elevação dos níveis de valina digestível (0,50 a 1,30%) nas dietas para os peixes de peso corporal inicial de 33g proporcionou efeito quadrático ($P < 0,01$) na deposição de proteína e deposição de gordura corporal, e na eficiência de retenção de nitrogênio até os níveis de 1,19%; 0,94% e 0,94%, respectivamente (Tabelas 7 e 8). Para deposição de cinzas corporal, houve efeito linear ($P < 0,05$), sendo este componente essencial na estrutura corporal do animal e essencial para formação da estrutura óssea (SANTOS, 2012).

Para os peixes com peso corporal de 121g, observou que a variável deposição de proteína corporal e eficiência de retenção de nitrogênio obtiveram efeito quadrático ($P < 0,01$) com níveis de valina digestível estimados que otimizaram as variáveis em 0,91% e 0,82%, respectivamente (Tabelas 7 e 8; Figura 2).

Tabela 7 – Valores médios \pm erro-padrão da deposição de proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) em tambaqui com diferentes pesos corporais em função dos níveis de valina digestível na dieta.

Pesos corporais (g)	Variável				
	Valina digestível (%)	DPC (mg dia ⁻¹)	DGC (mg dia ⁻¹)	DZC (mg dia ⁻¹)	ERN (%)
33g	DC	162,99 \pm 6,82	155,68 \pm 14,76	26,17 \pm 3,41	40,24 \pm 1,83
	0,50	64,22 \pm 7,91*	154,32 \pm 7,45	10,19 \pm 2,89	22,41 \pm 2,39*
	0,70	158,05 \pm 13,56	153,13 \pm 8,18	26,50 \pm 7,44	40,46 \pm 2,45
	0,90	168,70 \pm 12,70	128,76 \pm 17,37	25,50 \pm 5,29	34,34 \pm 1,24
	1,10	245,37 \pm 6,87*	107,03 \pm 7,12*	30,77 \pm 3,52	41,93 \pm 0,77*
	1,30	213,96 \pm 4,91*	158,80 \pm 2,92	37,62 \pm 2,27	29,43 \pm 1,41*
	$P > F^1$	<0,0001	0,0090	0,0120	<0,0001
	Efeito linear	<0,0001	0,2511	0,0012	0,0148
	Efeito quadrático	<0,0001	0,0099	0,4810	<0,0001
	SEp	18,71	21,62	8,97	3,57
121g	DC	281,66 \pm 36,85	395,79 \pm 13,06	55,82 \pm 9,72	36,35 \pm 1,00
	0,50	151,70 \pm 15,93*	314,42 \pm 35,30	42,64 \pm 9,02	28,06 \pm 2,84*
	0,70	266,90 \pm 63,00	343,99 \pm 76,32	53,07 \pm 21,64	36,06 \pm 2,32
	0,90	492,54 \pm 38,02*	160,66 \pm 39,64*	95,43 \pm 27,85	50,25 \pm 2,33*
	1,10	295,07 \pm 48,42	193,20 \pm 26,84*	78,43 \pm 18,38	24,64 \pm 1,54*
	1,30	193,38 \pm 27,90	232,33 \pm 38,40	61,70 \pm 16,56	13,77 \pm 1,98*
	$P > F^1$	0,0004	0,0626	0,3794	<0,0001
	Efeito linear	0,4135	0,0592	0,3238	<0,0001
	Efeito quadrático	<0,0001	0,1974	0,1435	<0,0001
	SEp	82,25	85,66	36,80	4,18

DC – Dieta Controle (D1+0,20% L-valina);

$P > F$ – Significância do Teste “F” da análise de variância;

SEp – Erro padrão agrupado da média

*Médias na mesma coluna diferem da dieta controle (DC) pelo teste Dunnett ($P < 0,05$).

Tabela 8 - Equações de regressão ajustadas, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis, deposição de proteínas (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) em tambaqui com diferentes pesos corporais em função do nível de valina digestível da dieta

Variável	Modelo	Equação	R ²	P>F	Nível (%)
33g	DPC (mg dia ⁻¹)	Quadrático $\hat{Y} = -329,42x^2 + 786,34x - 244,47$	0,92	<0,0001	1,19
	DGC (mg dia ⁻¹)	Quadrática $\hat{Y} = 193,84x^2 - 367,48x + 298,62$	0,50	0,0099	0,94
	DCZC (mg dia ⁻¹)	Linear $\hat{Y} = 29,57x - 0,49$	0,86	0,0012	-----
	ERN (%)	Quadrático $\hat{Y} = -84,65x^2 + 160,12x - 35,06$	0,71	<0,0001	0,94
121 g	DPC (mg dia ⁻¹)	Quadrático $\hat{Y} = -1530,2x^2 + 2810,1x - 887,31$	0,77	<0,0001	0,91
	ERN (%)	Quadrático $\hat{Y} = -138,45x^2 + 229,21x - 52,511$	0,79	<0,0001	0,82

P>F - Significância do Teste "F" da análise de variância.

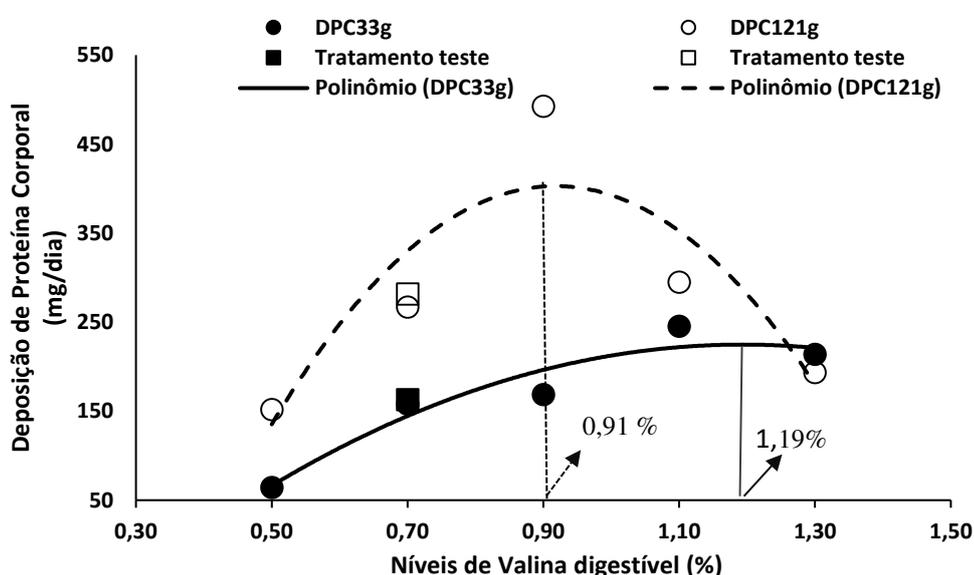


Figura 2. Representação gráfica da deposição de proteína corporal de tambaqui com 33g e 121g, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de valina digestível

Observou-se que com o aumento dos níveis de valina digestíveis na dieta, obteve um efeito quadrático para a variável deposição de proteína e eficiência de retenção de nitrogênio para as duas fases. O valor encontrado da exigência foi maior para o peso corporal de 33g do que para o peso corporal de 121g, que pode ser explicado pelo fato de animais mais jovens serem dieteticamente mais exigentes.

De acordo com 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 a presença de valina em quantidade requerida pelo animal para que se tenha uma síntese proteica normal.

Essa diferença encontrada na deposição de proteína, gordura corporal e eficiência de retenção de proteína nas diferentes faixas de pesos estudadas, pode ser explicada pelas necessidades reduzidas de aminoácidos com o aumento da idade ou do peso corporal dos peixes (NRC, 2011).

Em comparação com os experimentos utilizando outras espécies de peixes, observa-se uma similaridade de resposta aos observados com garoupas juvenis de peso corporal de 80g por ZHOU et al., (2020). Os autores observaram que com o aumento dos níveis de valina nas dietas houve uma maior deposição de proteína dos peixes, obtendo efeito quadrático, estimando o nível de valina dietético em 1,58%. Em um outro estudo realizado por XIAO et al., (2018) com juvenis de tilápia do Nilo, observaram que a deposição de proteína aumentou com o aumento das concentrações de valina na dieta, obtendo efeito quadrático com nível estimado de 1,27%.

RAHIMNEJAD et al., (2013), em estudo com juvenis de douradas com peso corporal de 32,04g, também encontraram melhor deposição de proteína, verificado através de regressão quadrática, com o nível ideal de valina na dieta estimado em 0,99%.

ZEHRA et al., (2014), determinando os requisitos dietéticos de valina para alevinos (*Catla catla*) com peso corporal de 0,63 g, encontraram melhor deposição de proteína com níveis crescente de valina, obtendo efeito quadrático para essa variável com nível estimado em 0,98%. Em estudos realizados por KHAN; ABIDI (2004) utilizando alevinos de carpa indiana com pesos de 0,16g, também observaram efeito quadrático para deposição de proteína com nível estimado em 1,58%.

Essas variações observadas nos valores determinados para otimizar a deposição de proteína entre as espécies de peixes podem ser devido às diferenças nas fontes de proteína da dieta, a referência proteína para a qual o padrão de aminoácidos está sendo limitado, formulação da dieta, tamanho e idade dos peixes, diferenças genéticas, práticas de alimentação e condições de criação (RODEHUTSCORD et al. 1997).

Outros fatores a serem considerados que também podem influenciar nos valores obtidos são a frequência de alimentação, os parâmetros físico-químicos da água e a diferença entre espécies ou faixa de peso. O primeiro porque intervalos mais curtos de alimentação (mínimo de quatro vezes/dia) tendem a resultar em níveis menores de valina digestível, assim

como longos intervalos de alimentação podem resultar em nível mais alto de valina digestível. No segundo, as variações nos parâmetros, tais como oxigênio, pH e temperatura, podem ocasionar alterações metabólicas e fisiológicas, aumentar a incidência de doenças e mortalidade, além de prejudicar o desempenho dos animais (ARIDE et al., 2007; COSTA et al., 2004; MARCON et al., 2004). No terceiro, diferentes espécies e fases de crescimento para uma mesma espécie podem apresentar taxas de crescimento distintas, que está diretamente relacionada à deposição de tecido muscular (BOMFIM et al., 2010; GONÇALVES et al., 2009; TAKISHITA et al. 2009).

Além dos fatores anteriormente discutidos que influenciam na determinação da exigência em aminoácidos para deposição de proteína corporal – e que justificaria as diferenças encontradas entre as duas fases – pode ser em decorrência das diferentes faixas de peso dos peixes, uma vez que a exigência dietética de aminoácidos reduz com o aumento da idade, devido à redução na taxa de crescimento (NRC, 2011; ROSTAGNO et al., 2011).

Com base nos resultados obtidos para deposição de proteína os níveis recomendados de valina digestível nas dietas para tambaqui com diferentes pesos corporais são de 1,19% para os peixes de 33g e de 0,91% para os peixes de 121 g. (RAHIMNEJAD et al., 2013; ZEHRA et al., 2014; ZHOU et al., 2020). Adicionalmente, a elaboração de dietas com níveis de valina digestível adequados para o tambaqui, contribuirá para a formulação e processamento de dietas com menos excreção de compostos nitrogenados ao meio aquático e o equilíbrio entre a máxima produtividade e menor custo de produção.

4. CONCLUSÃO

A exigência de valina digestível em dieta para tambaqui com peso corporal de 33 g a 83 g é estimada em 1,19% e para tambaqui com peso corporal de 121 g a 277 g é de 0,91%, por proporcionar maior deposição de proteína corporal.

REFERÊNCIAS

ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 38, p. 588-594, 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**, 96(03), 450-460. 2006.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. Köppens climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

BRETT, J.R.; GROVES, T.D.D. Physiological energetics. **Fish physiology: Bioenergetics and Growth**, v.8, p.279-352, 1979.

BOMFIM, M. A. D.; E. A. T. LANNA; J.L. DONZELE; M. QUADROS; F. B. RIBEIRO; E M. P. SOUZA. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de Tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 39: 1-8. 2010.

BOMFIM, M.A.D., MARCHÃO.R.S, RIBEIRO, F.B., SIQUEIRA, J.C, SILVA, L.R., TAKISHITA, S.S. Exigência de triptofano digestível para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, e20196724, 2020.

Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA. **Diretrizes da Prática de Eutanásia do CONCEA**, Brasília, 2013.

CONCEIÇÃO.L.E.C; GRASDALEN, H.; RONNESTAD, I. Amino acid requirements of fish larvae and post-larvae: new tools and recent findings. **Aquaculture**, v.227, p.221-232, 2003.

COSTA, M.L., KERN, D.C., PINTO, A.H.E., SOUZA, J.R.T. The ceramic artifacts in archaeological black earth from Lower Amazon Region, Brazil: Mineralogy. **Acta Amazônica** 34 (2): 165-178.2004.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y. et al. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010.

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

DAIRIKI, J.K., SILVA, T.B.A. Revisão de literatura: Exigências nutricionais do tambaqui-compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Embrapa Amazônia Ocidental-Documents (**INFOTECA-E**). 2011.

DONG, M. *et al.* Crescimento, composição corporal, atividades enzimáticas intestinais e microflora de juvenis de carpa Jian (*Cyprinus carpio var. Jian*) alimentados com níveis graduados de valina na dieta. **Aquaculture Nutrition**, v. 19, p. 1-14, 2012.

FERNSTROM, JD Aminoácidos de cadeia ramificada e função cerebral. **The Journal of Nutrition**, v. 135, p. 1539-1546, 2005.

FISHER, C.; MORRIS, T.R. The determination of the methionine requirement of laying pullets by a diet dilution technique. **British Poultry Science**, v.11, n.1, p. 67-82, 1970.

FIRMO, D.S., BOMFIM, M.A.D., RIBEIRO, B.F., SIQUEIRA, J.C., LANA, E.A.T., TAKISHITA, S.S., SOUSA, T.J.R., PORTO, N.G Threonine to lysine ratio in diets of tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). Semina: **Ciências Agrárias**, vol. 39, no. 5, pp. 2169-2180, 2018.

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

GRISDALE-HELLAND, B.; HATLEN, B.; MUNDHEIM, H.; HELLAND, S. J. Dietary lysine requirement and efficiency of lysine utilization for growth of Atlantic cod. **Aquaculture Nutrition** 315: 260–268. 2011.

KHAN, M.A, ABIDI, S.F. Dietary valine requirement of Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton) fry. **Journal of Applied animal Research** 20, 118– 122. 2004.

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. 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. 2014

MARCON, J.L., SILVA, M.G., BATISTA, G.S., FARIAS, R.S., MONTEIRO, L.B.B. Fisiologia e Bioquímica de quelônios e suas implicações para o manejo e a criação em cativeiro. In: Andrade, P.C.M., Canto, S.L.O., Monjeló, L.A. (Eds.), Seminário de Criação e Manejo de Quelônios da Amazônia Ocidental. **SDS/ IBAMA, UFAM**, Manaus, pp. 129–158. 2004.

MENDONÇA, P. P.; COSTA, P. C.; POLESE, M. F.; VIDAL JÚNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R. Efeito da suplementação de fitase na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 235, p. 437-448, 2012.

NASCIMENTO, T. M. T; BUZOLLO, H; SANDRE, C.G; NEIRA, L. M; ABIMORAD, E. G; CARNEIRO, D.J. Apparent digestibility coefficients for amino acids of feed ingredients in tambaqui (*Colossoma macropomum*) diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2020.

NONIS, M.K.; GOUS, R.M. Threonine and lysine requirements for maintenance in chickens. **South African Journal of Animal Science**, v.38, p. 75-82, 2008.

NUNES, C. R. P. Desenvolvimento sustentável tambaqui em cativeiro não polo regional de Ariquemes visando à geração de trabalho e renda dos produtores: estudo de caso sobre

direitos humanos e sustentabilidade. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 11, n. 21, p. 187-214, 2014.

NRC, Nutrient **Requirements of Fish and Shrimp**. The National Academies Press, Washington, D.C., USA, 2011.

OLIVEIRA, A.C.B; MIRANDA, E.C.; CORREA, R. Exigências nutricionais e alimentação do tambaqui. In: CYRINO, J.E.P e FRACALLOSSI, D.M. (Ed.). **Nutriaqua**: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p.217-229. 2011.

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

REIS, N. R.V., OLIVEIRA, C.A.L.D., RIBEIRO, R.P., FREITAS, R.T.F.D., ALLAMAN, I.B., OLIVEIRA, S.N.D. Genetic parameters and trends of morphometric traits of gift tilapia under selection. **Scientia Agricola**. 71, 259–265. 2014.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 252 p. 2011.

RODEHUTSCORD, M., BECKER A., PACK M., PFEFFER E. Response of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* to supplements of individual essential amino acids in a semi purified diet, including an estimate of the maintenance requirement of essential amino acids. **Journal of Nutrition** 126:1166-1175. 1997.

SANTOS, J.G.A. Exigência em fósforo digestível para tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Tese** (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2012.

SOUSA, F. O., BOMFIM, A. D., RIBEIRO, F.B, TEIXEIRA, E. A., LANA, E.T.A., SOUSA, T.J.R., COSTA, C.C. Methionine plus cystine to lysine ratio in diets for tambaqui juveniles. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 1, p. 243 – 250. 2019.

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

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 235p, 2005.

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.

TAKISHITA, S.S., LANNA, E.A.T., DONZELE, J.L., BOMFIM, M.A.D., Quadros, M., Sousa, M.P.D., 2009. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilapia-do-Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38, 2099–2105.2009.

XIAO W, LI D.Y, ZHU J.L, ZOU Z.Y, YUE Y.R, YANG H. Dietary valine requirement of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Nutrition**. 24:315–323. 2018.

ZEHRA, S. MUKHTAR A. KHAN. Requisito dietético valino de fingerling *Catla catla*, **Journal of Applied Aquaculture**, 26:3, 232-251.2014.

ZHOU, Z., WU, X., GATLIN, D. M., WANG, X., MU, W., YE, B., MA, L. Dietary valine levels affect growth, protein utilisation, immunity and antioxidant status in juvenile hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *Epinephelus lanceolatus* ♂). **The British journal of nutrition**, 125(4), 408–419. 2020.

ANEXO
Certificado Comitê de Ética

C E R T I F I C A D O (03/2021)

Certificamos que a proposta intitulada: “**EXIGÊNCIA DE VALINA DIGESTÍVEL PARA TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) COM DIFERENTES PESOS CORPORAIS**”, **Processo n. 23115.031736/2020-83**, sob a responsabilidade do **Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro**, que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi considerado **APROVADO** pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA - UFMA) da Universidade Federal do Maranhão, na reunião realizada em 24/02/2021.

We certify that the proposal: "**DIGESTIBLE VALINE REQUIREMENTS FOR TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) OF DIFFERENT BODY WEIGHTS**", **Process n. 23115.031736/2020-83**, under the responsibility of **Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro**, which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, sub phylum Vertebrata (except humans beings) for scientific research purposes (or teaching) - is in accordance with Law No. 11,794, of October 8, 2008, Decree No. 6.899, of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **APPROVED** by the Ethics Committee on Animals Use of the Federal University of Maranhão (CEUA - UFMA), in meeting of 02/24/2021.

PROPOSTA

Finalidade: Pesquisa **Área:** Nutrição Animal
Vigência: 01/05/2021 a 31/08/2021

ANIMAIS

Origem: DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - Piripiri/ PI.
CNPJ: 00.043.71/0004-96

Espécie: Peixes **Sexo:** Machos Fêmeas **Idade:** - - - -
Peso: 30 a 100g

AMOSTRA

740

Linhagem/Raça: Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Local do experimento: Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos do Maranhão – LANUMA, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão – CCAA/UFMA.

São Luís, 09 de março de 2021.



Prof. Dr. Rafael Cardoso Carvalho
Presidente da Comissão de Ética no uso de Animais – CEUA/UFMA