

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA

CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA – CCCh

CURSO DE ZOOTECNIA

MARCOS VINÍCIUS SILVA BASTOS

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E  
EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE TAMBATINGA NA FASE ENTRE 20 E 100 GRAMAS**

Chapadinha – MA

2025

MARCOS VINÍCIUS SILVA BASTOS

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E  
EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE TAMBATINGA NA FASE ENTRE 20 E 100 GRAMAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão como requisito básico para a obtenção do grau de bacharel em Zootecnia.

Orientador: Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim

Chapadinha – MA

2025

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

Silva Bastos, Marcos Vinícius.

NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE O  
DESEMPENHO E EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE TAMBATINGA NA FASE  
ENTRE 20 E 100 GRAMAS / Marcos Vinícius Silva Bastos. -  
2025.

29 p.

Orientador(a): Marcos Antonio Delmondes Bomfim.  
Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia,  
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2025.

1. Aminoácido Essencial. 2. Colossoma Macropomum X  
Piaractus Brachypomus. 3. Ganho de Peso. I. Delmondes  
Bomfim, Marcos Antonio. II. Título.

MARCOS VINÍCIUS SILVA BASTOS

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E  
EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE TAMBATINGA NA FASE ENTRE 20 E 100 GRAMAS**

Trabalho apresentado ao Curso de Zootecnia da  
Universidade Federal do Maranhão como  
requisito para obtenção do título de Bacharel  
em Zootecnia.

Aprovado em: 19/ 02/ 2025

Banca examinadora

---

**Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim (Orientador)**

Universidade Federal do Maranhão

---

**Prof. Dr<sup>a</sup>. Jane Melo Lopes**

Universidade Federal do Maranhão

---

**Vanilsa Chaves de Sousa (Zootecnista)**

Pós-graduanda em Ciência Animal – PPGCA / UFMA

Chapadinha – MA

2025

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente aquele que é o Alfa e o Ômega, o primeiro e o último, o começo e o fim, a Deus por me dar forças para superar todas as dificuldades e chegar até aqui.

Aos meus pais, Tereza Silva e Alberto Bastos e a minha irmã Vitória Estefane por me apoiarem, por confiarem, pela ajuda e todo esforço para que eu pudesse estar aqui.

Aos meus companheiros de república e amigos Rubia Ervin, Silvia Adriana, Andréi Gaspar e Josiele Chaves, por tornar o percurso mais alegre e compartilhar de bons momentos juntos.

A minha companheira Gessianny Vitória por todo apoio, por todo incentivo e por todo o carinho.

Ao meu Orientador, prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, pela confiança, pela paciência e pelos ensinamentos.

Aos companheiros e amigos do grupo de pesquisa LANUMA, em especial Maylanne Lima, Maylla Lima, Vanilsa Chaves, Thiago Nascimento, Rafael Marchão, Maiane Ferreira, Milena Veiga, Luana Ferreira, Geisiane Sousa Vanessa Ferreira e aos demais integrantes, pela amizade pelos ensinamentos, pela contribuição e ajuda para a realização deste trabalho.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

O triptofano é um dos aminoácidos essenciais proteicos eventualmente limitantes em rações práticas para peixes, sendo precursor da serotonina e da melatonina. O tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomus*) é o híbrido mais produzido no Brasil, destacando-se pela facilidade de adaptação e alta taxa de crescimento. Objetivou-se avaliar os efeitos dos níveis dietéticos de triptofano digestível sobre o desempenho e eficiência alimentar de tambatinga na fase entre 20 e 100 gramas. Foram utilizados 350 juvenis, com peso médio inicial de  $27,74 \pm 0,42$  g, em experimento com delineamento inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos, com cinco repetições por tratamento e dez peixes por parcela. Os tratamentos foram constituídos de seis rações experimentais com diferentes níveis de triptofano digestível (0,250; 0,275; 0,300; 0,325; 0,350; e 0,375%) formuladas utilizando-se a técnica da “diluição de dietas”. Para o controle positivo, adicionou-se uma ração constituída do menor nível avaliado (0,250%) acrescido de 0,051% de L-triptofano (0,300%). Foram avaliadas variáveis de desempenho e eficiência alimentar. Observou-se que os animais submetidos a dieta controle apresentaram maiores consumo de triptofano digestível, ganho de peso, taxa de crescimento específico, e menor conversão alimentar e eficiência de triptofano para o ganho de peso em relação aos animais alimentados com o menor nível de triptofano digestível avaliado (0,250%). Para o consumo de ração, ganho de peso e taxa de crescimento específico houve ajuste para o modelo quadrático, estimando a exigência em 0,316%, 0,313% e 0,311% de triptofano digestível, respectivamente. O consumo de triptofano digestível aumentou com a elevação dos níveis de triptofano digestível da dieta, sendo o modelo quadrático o melhor que se ajustou aos dados, estimando a exigência em 0,239% de triptofano digestível. Em relação a conversão alimentar e a eficiência de triptofano para o ganho de peso, reduziram de forma quadrática até o nível de 0,315% e 0,267% de triptofano digestível, respectivamente. Concluiu-se que a recomendação do nível de triptofano digestível em rações de tambatinga entre a fase de 20 e 100 g é de 0,313%, correspondendo a 0,338% de triptofano total, por proporcionar maior ganho de peso.

**Palavras-chaves:** Aminoácido essencial. *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomus*. Ganho de peso.

## ABSTRACT

Tryptophan is one of the essential proteinogenic amino acids that can be limiting in practical diets for fish, serving as a precursor of serotonin and melatonin. The tambatinga (*Colossoma macropomum* × *Piaractus brachypomus*) is the most produced hybrid in Brazil, standing out for its adaptability and high growth rate. This study aimed to evaluate the effects of dietary digestible tryptophan levels on the performance and feed efficiency of tambatinga in the 20 to 100-gram growth phase. A total of 350 juveniles, with an initial average weight of  $27.74 \pm 0.42$  g, were used in a completely randomized design experiment, consisting of seven treatments, with five replicates per treatment and ten fish per replicate. The treatments consisted of six experimental diets with different levels of digestible tryptophan (0.250; 0.275; 0.300; 0.325; 0.350; and 0.375%), formulated using the "diet dilution" technique. For the positive control, a treatment was added consisting of the lowest evaluated level (0.250%) supplemented with 0.051% L-tryptophan (0.300%). Performance and feed efficiency variables were evaluated. It was observed that the animals fed the control diet exhibited higher digestible tryptophan intake, weight gain, specific growth rate, and lower feed conversion ratio and tryptophan efficiency for weight gain compared to those fed the lowest evaluated level of digestible tryptophan (0.250%). Feed intake, weight gain, and specific growth rate followed a quadratic model, estimating the requirement at 0.316%, 0.313%, and 0.311% of digestible tryptophan, respectively. Digestible tryptophan intake increased with higher dietary digestible tryptophan levels, with the quadratic model providing the best fit, estimating the requirement at 0.239% of digestible tryptophan. Feed conversion ratio and tryptophan efficiency for weight gain decreased quadratically up to 0.315% and 0.267% of digestible tryptophan, respectively. It was concluded that the recommended digestible tryptophan level in tambatinga diets for the 20 to 100 g phase is 0.313%, corresponding to 0.338% total tryptophan, as it provides greater weight gain.

**Keywords:** Essential amino acid. *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Weight gain.

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1- Aminoácidos essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais e suas abreviações. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 13 |
| Tabela 2 - Exigência de triptofano digestível para diferentes espécies de peixes com diferentes pesos. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 15 |
| Tabela 3- Composição percentual e química da ração isenta de proteína e das rações experimentais (matéria natural). ....                                                                                                                                                                                                                                                                             | 17 |
| Tabela 4- Consumo de ração (CR), consumo de triptofano digestível (CTD), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA) e eficiência de triptofano digestível para o ganho de peso (ETGP) de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração. ....                                                                                               | 19 |
| Tabela 5 - Equações de regressão, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis consumo de ração (CR), consumo de triptofano digestível (CTD), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA) e eficiência de triptofano digestível para o ganho de peso (ETGP) de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração. .... | 20 |



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Representação gráfica do consumo de ração de tambatinga na fase entre 20 e 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração. ....21
- Figura 2 - Representação gráfica do ganho de peso de tambatinga na fase entre 20 e 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração. ....22
- Figura 3 - Representação gráfica da taxa de crescimento específico de tambatinga na fase entre 20 e 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração.....22

## SÚMARIO

|   |                                                                                     |    |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO .....                                                                    | 10 |
| 2 | OBJETIVOS .....                                                                     | 11 |
|   | 2.1 Geral: .....                                                                    | 11 |
|   | 2.2 Específicos: .....                                                              | 11 |
| 3 | REVISÃO DE LITERATURA .....                                                         | 12 |
|   | 3.1 Tambatinga ( <i>Colossoma macropomum</i> x <i>Piaractus brachypomum</i> ) ..... | 12 |
|   | 3.2 Proteínas e aminoácidos essenciais para peixes .....                            | 12 |
|   | 3.3 Triptofano .....                                                                | 14 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODOS .....                                                            | 16 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                        | 19 |
| 6 | CONCLUSÃO .....                                                                     | 24 |
| 7 | REFERÊNCIAS .....                                                                   | 25 |
| 8 | ANEXO ÚNICO – Parecer do Comitê de Ética .....                                      | 28 |

## 1 INTRODUÇÃO

A produção aquícola vem se desenvolvendo constantemente nas últimas décadas tanto em âmbito global quanto nacional. No ano de 2022 houve um aumento de 15% da receita de exportação de pescado do Brasil, sendo a maior já registrada na história do setor da aquicultura, atingindo US\$ 23,8 milhões (EMBRAPA, 2023). O tambatinga é um dos híbridos mais produzidos no País, sendo resultante do cruzamento de fêmea de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com macho de pirapitinga (*Piaractus brachypomum*). Apesar de suas características produtivas e mercadológicas ainda há carência de informações sobre suas exigências nutricionais.

Na maioria das dietas para peixes, a proteína é o componente mais caro da dieta, sendo também um dos principais responsáveis pelo desempenho dos peixes, porém, hoje sabemos que os peixes assim como os demais animais não ruminantes, não possuem exigência metabólica em proteína, mas de um adequado balanceamento entre aminoácidos essenciais e não essenciais. Grande parte dos estudos atuais tem se concentrado na determinação das exigências em aminoácidos (Marchão et al., 2020; Aroucha et al., 2023; Costa et al., 2021).

Entre os aminoácidos essenciais, o triptofano é um dos mais limitantes em dietas à base de ingredientes vegetais, assim como a lisina, metionina e treonina. Quando seus níveis estão abaixo das exigências nutricionais, é necessária a suplementação para ter uma melhor capacidade produtiva, melhor desempenho e qualidade da carcaça (Bomfim et al., 2020)

Considerando que a exigência de um aminoácido varia em função da faixa de peso (Furuya et al., 2010; NRC, 2011), a carência de informações a respeito da exigência dietética deste aminoácido em todas as fases de criação, e que para a determinação da exigência de nutrientes o critério mais utilizado baseia-se em variáveis de desempenho e eficiência alimentar (NRC, 2011).

Objetivou-se determinar da exigência de triptofano digestível em rações para o tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) na fase entre 20 a 100 gramas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral:**

- Avaliar os efeitos dos níveis dietéticos de triptofano digestível sobre o desempenho e eficiência alimentar de tambatinga (*Colossoma macropomum* X *Piaractus brachypomum*) na fase entre 20 e 100 gramas.

### **2.2 Específicos:**

- Avaliar os efeitos da variação dietética dos níveis de triptofano digestível sobre variáveis de desempenho de tambatinga (*Colossoma macropomum* X *Piaractus brachypomum*) na fase entre 20 e 100 gramas;

- Avaliar os efeitos da variação dietética dos níveis de triptofano digestível sobre as variáveis de eficiência alimentar de tambatinga (*Colossoma macropomum* X *Piaractus brachypomum*) na fase entre 20 e 100 gramas.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*)

O tambatinga é um peixe híbrido, oriundo do cruzamento entre a fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*) com o macho da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*). Tem hábito alimentar onívoro, mas também podendo ser frugífero – herbívoro (que se alimenta de frutos) (Cruz et al., 2006). O tambaqui (*Colossoma macropomum*) e a pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) são peixes nativos dos rios Amazonas, Orinoco e seus afluentes, sendo o tambaqui considerado como o segundo maior peixe de escamas da bacia amazônica (Gomes et al., 2010) atrás apenas do Pirarucu (*Arapaima gigas*).

O cruzamento entre essas espécies nativas é uma estratégia para produzir híbridos que possam apresentar índices zootécnicos melhores quando comparados as suas espécies parentais (Bomfim et al., 2020). Devido suas características produtivas, como alta taxa de crescimento e facilidade de adaptação, o tambatinga indica ter maior viabilidade econômica relacionadas aos custos com alimentação, pois apresenta facilidade em alcançar o peso necessário para comercialização de 0,8 a 1,0 kg, em um curto prazo de oito a dez meses, e com níveis mais baixos de proteína bruta em sua alimentação (Melo; Santos, 2011; Alencar Araripe, 2009).

O tambatinga apresenta um aparelho bucal constituído por oito dentes, e estes dispostos por seis na parte dentígera inferior e dois dentes pronunciados (Alencar Araripe, 2009), também apresenta um corpo alto comprimido lateralmente, de coloração clara com exceção das extremidades das nadadeiras caudal e anal que são avermelhadas.

#### 3.2 Proteínas e aminoácidos essenciais para peixes

A alimentação é um fator crucial na produtividade animal, uma dieta balanceada de maneira que atenda as exigências nutricionais dos peixes, permite alcançar o máximo desempenho zootécnico. As proteínas são formadas por aminoácidos, e participam de funções importantes no organismo dos peixes, como a formação e manutenção de órgãos e tecidos, produção de hormônios, regulação do metabolismo, anticorpos e enzimas além de atuarem no transporte de minerais (Lima et al., 2015; Paulino, 2018). A proteína também é responsável por compor a maior parte dos tecidos dos peixes, de 65 a 70%.

O consumo de proteína menor que a exigência requerida pode causar problemas como menor crescimento dos peixes e também causa redução da síntese proteica (Bomfim et al., 2008; Junior, 2015) devido a exigência em aminoácidos não ser atendida. Os peixes e demais animais

não ruminantes, não carecem de exigência metabólica em proteína bruta propriamente dita, mas em aminoácidos essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais (tabela 1) (Wilson, 2002; Gonçalves et al., 2009; Takishita et al., 2009; Lima et al., 2016), tornando necessário a suplementação com aminoácidos industriais. Uma maneira de se atender as exigências nutricionais em aminoácidos para peixes é trabalhar com o conceito de proteína ideal, que se refere ao equilíbrio preciso de aminoácidos para suprir as necessidades de manutenção e produção, considerando que cada aminoácido essencial deve ser expresso em relação a um aminoácido de referência, a lisina. Desta maneira é possível utilizar menores níveis de proteína na dieta e mesmo assim atender a demanda exigida diminuindo os custos com alimentação (Furuya et al., 2005).

Tabela 1- Aminoácidos essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais e suas abreviações.

| <b>Aminoácidos essenciais</b> | <b>Aminoácidos não essenciais</b> | <b>Aminoácidos condicionalmente essenciais</b> |
|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|
| Histidina (His)               | Alanina (Ala)                     | Cisteína (Cys)                                 |
| Isoleucina (Ile)              | Glicina (Gly)                     | Arginina (Arg)                                 |
| Leucina (Leu)                 | Glutamina (Glu)                   | Tirosina (Tyr)                                 |
| Lisina (Lys)                  | Serina (Ser)                      | Prolina (Pro)                                  |
| Metionina (Met)               | Ácido aspártico (Asp)             |                                                |
| Fenilalanina (Phe)            | Ácido glutâmico (Gln)             |                                                |
| Treonina (Thr)                | Asparagina (Asn)                  |                                                |
| Triptofano (Trp)              |                                   |                                                |
| Valina (Val)                  |                                   |                                                |

Adaptado: NRC (2011); Sakomura et al. (2014)

Os aminoácidos essenciais são entendidos como aqueles que os peixes não têm capacidade de sintetizar em quantidades adequadas ou em velocidade necessária capaz de atender as exigências nutricionais necessárias para se desenvolverem e necessitam ser ofertadas em suas dietas diariamente (Cavalheiro et al., 2014). Os aminoácidos não essenciais são entendidos como aqueles em que os peixes tem capacidade de realizar sua síntese através do metabolismo celular ou ainda através da modificação de outro aminoácido (Rodrigues, 2019) e os aminoácidos condicionalmente essenciais são aqueles que dependendo de alguns fatores podem ser essenciais ou não, fatores como por exemplo o estado fisiológico, idade do animal, capacidade de absorção ou disponibilidade de substrato (Sakomura et al., 2014)

### 3.3 Triptofano

O triptofano é um aminoácido essencial e tem função importante no organismo animal, sendo precursor da serotonina e também estando ligado a secreção do hormônio do crescimento (GH) e também secreção de insulina (Marchão et al., 2020). A serotonina é um neurotransmissor muito importante por estar relacionada aos aspectos comportamentais dos animais, como a agressividade. Em trabalho realizado por Vieira (2013) foi demonstrado que a suplementação com triptofano reduziu significativamente comportamentos agressivos em juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), deste modo, a suplementação de triptofano está ligada aos níveis desse neurotransmissor no cérebro dos peixes (Rossi; Tirapegui, 2004). O triptofano também está relacionado a síntese de melatonina, um hormônio importante para os peixes, diretamente ligado a seu crescimento, reprodução e sua nutrição (Dias et al., 2013). Assim, a suplementação de triptofano atua na ingestão de alimentos, diminuição nos níveis de cortisol e promovendo maior crescimento (Le Floc'h et al., 2011; Hosseini; Hoseini, 2013).

Dietas para peixes à base de alimentos de origem vegetal contem baixos níveis de alguns aminoácidos essenciais como lisina, metionina e triptofano (Colosso et al., 2004). Como se trata de um aminoácido essencial, os peixes não têm capacidade de sintetizá-lo ou ainda podem sintetizar, porém em quantidade ou velocidade insuficiente para atender sua demanda, tornando seu fornecimento de essencial importância para um melhor desempenho (Cavalheiro et al., 2014).

Adequados níveis de triptofano nas dietas dos peixes é importante não só para melhorar os índices zootécnicos, mas também para evitar deficiências anatômicas, pois baixos níveis de triptofano na dieta podem causar dificuldades no crescimento e retenção de nutrientes, elevando os níveis de minerais no organismo e levando a deformidades como escoliose e lordose (Pianesso et al., 2015), isso devido a diminuição dos níveis de serotonina no organismo dos peixes e devido ao triptofano também estar relacionado ao transporte de minerais. Em trabalho realizado por Walton et al. (1986) constataram que Trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentadas com dietas em deficiência de triptofano apresentaram escoliose e lordose. A tabela 2 mostra a exigência de triptofano para algumas espécies de peixes com pesos variados.

Tabela 2 - Exigência de triptofano digestível para diferentes espécies de peixes com diferentes pesos.

| <b>Espécie</b>                                                               | <b>Peso médio<br/>(g)</b> | <b>Exigência<br/>(%)</b> | <b>Variável</b> | <b>Referência</b>          |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|
| Tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> )                                     | 2,12 – 32,76              | 0,323                    | GP              | Bomfim et al.<br>(2020)    |
| Jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> )                                             | 4,65 ± 0,68               | 0,250                    | GP              | Pisnesso et al.<br>(2015)  |
| Tilápia-do- Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> )                            | 7,9 ± 0,1                 | 0,310                    | EA              | L. Nguyen et al.<br>(2019) |
| Tambatinga ( <i>Colossoma macropomum</i> x<br><i>Piaractus brachypomum</i> ) | 0,64 ± 0,03               | 0,346                    | GP              | Lima (2022)                |

GP= Ganho de peso. EA= Eficiência alimentar.



#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de alimentação e nutrição de organismos aquáticos do Maranhão no Centro de Ciências de Chapadinha – CCCh, da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, localizado no município de Chapadinha, Maranhão, com duração de 55 dias. O experimento teve parecer aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA – UFMA), processo número 23115.010759/2021-41.

Foram utilizados 350 juvenis de tambatinga com peso inicial de  $20\text{g} \pm 0,42\text{g}$ . O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos, cinco repetições por tratamento e dez peixes por unidade experimental.

Os tratamentos foram constituídos de seis rações experimentais isoenergéticas, isocálcicas e isofosfóricas com diferentes níveis de triptofano digestível, formuladas com base no conceito de proteína ideal, utilizando a técnica da “diluição” (Fisher; Morris, 1970), que consiste em utilizar uma dieta isenta de proteína para diluir a dieta com altos valores de proteína e deficiente no aminoácido que será avaliado. A relação do triptofano com a lisina foi mantida em 16%, correspondendo a dois pontos percentuais abaixo da estimada para tambaqui (Bomfim et al., 2020) e três pontos percentuais abaixo dos valores de exigência para tilápia do Nilo (Furuya et al., 2010; NRC, 2011). A relação dos demais aminoácidos essenciais com a lisina foi mantida, no mínimo, três pontos percentuais acima daquelas propostas para tilápias pelo NRC (2011), com o intuito de evitar a possibilidade de que possa ter outro aminoácido limitante para cada nível de suplementação de triptofano digestível avaliado (Tabela 3).

Para constatar que o triptofano está em nível subótimo em cada dieta experimental avaliada (primeiro aminoácido limitante), foi utilizado um tratamento adicional (tratamento controle), constituído da ração com menor nível de triptofano digestível testado (0,250%), acrescido de 0,051% de L-Triptofano.

Os peixes foram mantidos em 35 caixas de polietileno de 500 litros em sistema fechado de circulação de água, dotadas de sistema de abastecimento, aeração suplementar e drenagem individual, com água proveniente de poço artesiano. Os ingredientes foram misturados e peletizados e os peixes alimentados em seis refeições diárias (08h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h), em pequenas quantidades, com sucessivos repasses até a saciedade aparente.

Tabela 3- Composição percentual e química da ração isenta de proteína e das rações experimentais (matéria natural).

| Ingredientes (%)                          | DIP*   | Nível de Triptofano Digestível (%) |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------------------|--------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                           |        | 0,250                              | 0,275  | 0,300  | 0,325  | 0,350  | 0,375  | 0,300  |
|                                           |        |                                    |        |        |        |        | RR**   | RC***  |
| Farelo de soja                            | 0,000  | 41,178                             | 45,296 | 49,414 | 53,532 | 57,649 | 61,767 | 41,178 |
| Milho                                     | 0,000  | 17,826                             | 19,608 | 21,391 | 23,174 | 24,956 | 26,739 | 17,826 |
| Amido de milho                            | 80,254 | 26,751                             | 21,401 | 16,051 | 10,701 | 5,350  | 0,000  | 26,700 |
| Óleo de soja                              | 10,329 | 6,214                              | 5,802  | 5,391  | 4,979  | 4,568  | 4,156  | 6,214  |
| Celulose                                  | 4,030  | 1,345                              | 1,076  | 0,807  | 0,538  | 0,269  | 0,000  | 1,345  |
| Lisina-HCl                                | 0,000  | 0,574                              | 0,631  | 0,689  | 0,746  | 0,803  | 0,861  | 0,574  |
| DL-Metionina                              | 0,000  | 0,537                              | 0,591  | 0,644  | 0,698  | 0,752  | 0,806  | 0,537  |
| L-Treonina                                | 0,000  | 0,500                              | 0,550  | 0,600  | 0,651  | 0,701  | 0,751  | 0,500  |
| L-Triptofano                              | 0,000  | 0,000                              | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,051  |
| L-Isoleucina                              | 0,000  | 0,154                              | 0,169  | 0,185  | 0,200  | 0,216  | 0,230  | 0,154  |
| Calcáreo Calcítico                        | 0,431  | 0,443                              | 0,444  | 0,445  | 0,446  | 0,447  | 0,448  | 0,443  |
| Fosfato Bicálcico                         | 3,827  | 3,384                              | 3,339  | 3,295  | 3,251  | 3,206  | 3,162  | 3,384  |
| Premix vitamínico e Mineral <sup>5</sup>  | 0,500  | 0,500                              | 0,500  | 0,500  | 0,500  | 0,500  | 0,500  | 0,500  |
| Vitamina C <sup>4</sup>                   | 0,050  | 0,050                              | 0,050  | 0,050  | 0,050  | 0,050  | 0,050  | 0,050  |
| Sal                                       | 0,554  | 0,524                              | 0,521  | 0,518  | 0,516  | 0,513  | 0,510  | 0,524  |
| Antioxidante (BHT)                        | 0,020  | 0,020                              | 0,020  | 0,020  | 0,020  | 0,020  | 0,020  | 0,020  |
| Diluição (%)                              |        |                                    |        |        |        |        |        |        |
|                                           |        | D1                                 | D2     | D3     | D4     | D5     |        | RC***  |
| DIP*                                      | 100,00 | 33,33                              | 26,67  | 20,00  | 13,33  | 6,67   | 0,00   |        |
| RR**                                      | 0,00   | 66,67                              | 73,33  | 80,00  | 86,67  | 93,33  | 100,00 |        |
| Composição calculada                      |        |                                    |        |        |        |        |        |        |
| Proteína Bruta (%)                        | 0,00   | 21,33                              | 23,47  | 25,60  | 27,73  | 29,87  | 32,00  | 21,37  |
| Proteína Digestível (%) <sup>3</sup>      | 0,00   | 19,59                              | 21,55  | 23,51  | 25,47  | 27,43  | 29,39  | 19,63  |
| Energia Digestível (kcal/kg) <sup>3</sup> | 3000,0 | 3000,0                             | 3000,0 | 3000,0 | 3000,0 | 3000,0 | 3000,0 | 3000,0 |
| Extrato Etéreo (%)                        | 10,37  | 7,55                               | 7,26   | 6,98   | 6,70   | 6,42   | 6,13   | 7,55   |
| Fibra Bruta (%)                           | 3,74   | 3,74                               | 3,74   | 3,74   | 3,74   | 3,74   | 3,74   | 3,74   |
| Ca Total (%)                              | 1,10   | 1,10                               | 1,10   | 1,10   | 1,10   | 1,10   | 1,10   | 1,10   |
| P disp (%)                                | 0,70   | 0,70                               | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70   |
| Lisina Digest. (%) <sup>2</sup>           | 0,000  | 1,563                              | 1,719  | 1,875  | 2,031  | 2,188  | 2,344  | 1,563  |
| Met. + Cis Digest. (%) <sup>2</sup>       | 0,000  | 1,063                              | 1,169  | 1,275  | 1,381  | 1,488  | 1,594  | 1,063  |
| Treonina Digest. (%) <sup>2</sup>         | 0,000  | 1,203                              | 1,323  | 1,444  | 1,564  | 1,684  | 1,805  | 1,203  |
| Triptofano Total (%) <sup>2</sup>         | 0,000  | 0,270                              | 0,297  | 0,324  | 0,351  | 0,378  | 0,405  | 0,321  |
| Triptofano Digest. (%) <sup>2</sup>       | 0,000  | 0,250                              | 0,275  | 0,300  | 0,325  | 0,350  | 0,375  | 0,300  |
| Isoleucina Digest. (%) <sup>2</sup>       | 0,000  | 1,000                              | 1,100  | 1,200  | 1,300  | 1,400  | 1,500  | 1,000  |
| Relação Trip. Dig. /ED (g/Mcal)           | 0,000  | 0,083                              | 0,092  | 0,100  | 0,108  | 0,117  | 0,125  | 0,100  |
| Relação Met+Cist /Lis Dig.                | 0,00   | 68,00                              | 68,00  | 68,00  | 68,00  | 68,00  | 68,00  | 68,00  |
| Relação Treonina. /Lis Dig.               | 0,00   | 77,00                              | 77,00  | 77,00  | 77,00  | 77,00  | 77,00  | 77,00  |
| Relação Triptofano. /Lis Dig.             | 0,00   | 16,00                              | 16,00  | 16,00  | 16,00  | 16,00  | 16,00  | 19,20  |
| Relação Isoleucina. /Lis Dig              | 0,00   | 64,00                              | 64,00  | 64,00  | 64,00  | 64,00  | 64,00  | 64,00  |

\* Dieta isenta de proteína;

\*\* Ração referencia (0,375% de triptofano digestível);

\*\*\* Ração controle = D1 + 0,051% de L-Triptofano;

<sup>1</sup> Com base nos valores propostos por Rostagno et al. (2011);

<sup>2</sup> Com base nos coeficientes de digestibilidade para os aminoácidos industriais propostos por Rostagno et al. (2011) e para os aminoácidos e da disponibilidade para o fósforo do milho e farelo de soja propostos por Furuya et al. (2010);

<sup>3</sup> Com base nos coeficientes de digestibilidade para o amido propostos por Furuya et al. (2010) para tilápia do Nilo; e do milho, farelo de soja e óleo de soja propostos por Vidal Júnior (2000);

<sup>4</sup> Vit. C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo;

<sup>5</sup> Suplemento 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.

Para garantir os parâmetros de qualidade da água foram monitorados: a temperatura diariamente as 08h00 e as 18h00, com auxílio de um termômetro de mercúrio; o pH e o teor de oxigênio dissolvido foram analisados com o uso do pHmetro e medidor de oxigênio dissolvido, e as análises do teor amônia na água foram realizadas com auxílio de reagentes, as análises do pH oxigênio dissolvido e teor de amônia eram realizadas semanalmente. A limpeza das caixas foi realizada diariamente por sifonagem, sempre após a aferição da temperatura da água.

Foram avaliados os seguintes índices de desempenho e eficiência alimentar: ganho de peso, consumo de ração, consumo de triptofano digestível, conversão alimentar, taxa de crescimento específico, e eficiência de triptofano para o ganho de peso. Os parâmetros de desempenho e eficiência alimentar foram calculados de acordo com as equações abaixo:

- Ganho de peso (g) = peso médio final – peso médio inicial;
- Consumo de ração (g) = ração consumida durante o experimental;
- Consumo de triptofano digestível (g) = [consumo de ração (g) x teor de triptofano digestível da ração (%)] / 100;
- Conversão alimentar (g/g) = consumo de ração / ganho de peso;
- Taxa de crescimento específico (%/dia) = [(logaritmo natural do peso final (g) – logaritmo natural do peso inicial (g)) x 100] / período de observação experimental (dias);
- Eficiência de triptofano para o ganho de peso (g/g) = ganho de peso / consumo de triptofano digestível.

As análises estatísticas foram realizadas valendo-se do programa SAEG 9.1 (2007). Os dados foram interpretados por meio de análise de variância ao nível de cinco por cento de probabilidade. Os efeitos dos níveis de triptofano digestível sobre as variáveis foram analisados mediante o uso dos modelos de regressão linear, quadrático ou descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP), conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável. Os efeitos da ração controle com a ração de menor nível avaliado foi avaliado mediante o teste de T.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água se mantiveram adequados de acordo com recomendado para tambatinga e espécies nativas preconizadas por Moro, et al. (2013). As temperaturas máximas e mínimas da água mantiveram-se em torno de  $26,71 \pm 0,55$  °C e  $25,23 \pm 1,44$  °C, respectivamente. A concentração de oxigênio dissolvido na água ficou em torno de  $8,43 \pm 0,53$  ppm, pH  $6,57 \pm 0,40$  e amônia total  $\leq 1,00$  ppm.

Os peixes alimentados com a ração controle apresentaram maiores consumo de triptofano digestível, ganho de peso, taxa de crescimento específico, e menor conversão alimentar e eficiência de triptofano para o ganho de peso em relação aos animais alimentados com o menor nível de triptofano digestível avaliado (0,250%) (Tabela 4). Isso demonstra que o triptofano foi o primeiro aminoácido limitante em todas as rações e que os resultados obtidos das variáveis estão relacionados apenas em função dos níveis de triptofano digestível e não em relação ao teor de proteína bruta das rações.

Tabela 4- Consumo de ração (CR), consumo de triptofano digestível (CTD), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA) e eficiência de triptofano digestível para o ganho de peso (ETGP) de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.

| Nível de Triptofano<br>digestível (%) | Variável |        |        |         |       |         |
|---------------------------------------|----------|--------|--------|---------|-------|---------|
|                                       | CR       | CTD    | GP     | TCE     | CA    | ETGP    |
|                                       | (g)      | (mg)   | (g)    | (%/dia) | (g/g) | (g/g)   |
| RC                                    | 118,37   | 0,36   | 82,13  | 2,49    | 1,42  | 231,29  |
| 0,250                                 | 117,11   | 0,29*  | 75,17* | 2,40*   | 1,56* | 257,04* |
| 0,275                                 | 106,79   | 0,29   | 82,28  | 2,50    | 1,30  | 280,46  |
| 0,300                                 | 107,47   | 0,32   | 81,79  | 2,49    | 1,32  | 254,48  |
| 0,325                                 | 106,83   | 0,35   | 81,98  | 2,51    | 1,31  | 238,05  |
| 0,350                                 | 106,86   | 0,37   | 78,45  | 2,46    | 1,37  | 212,07  |
| 0,375                                 | 114,20   | 0,43   | 77,57  | 2,40    | 1,48  | 182,29  |
| <i>P &gt; F</i>                       | 0,200    | <0,001 | 0,125  | 0,124   | 0,072 | <0,001  |
| Valor de <i>P</i>                     | Q        | L      | Q      | Q       | Q     | L e Q   |
| CV (%)                                | 6,73     | 7,48   | 5,35   | 3,02    | 10,17 | 10,31   |

RC – Ração Controle (0,250+0,051% L-Triptofano);

L – Modelo Linear; Q – Modelo Quadrático; NS – Sem Ajuste de Modelo ( $P > 0,10$ );

CV – Coeficiente de variação;

\* Difere da ração controle (RC) pelo teste T ( $P < 0,05$ ).

Em relação a conversão alimentar, o aumento dos níveis de triptofano digestível na ração reduziu seu valor de forma quadrática ( $P < 0,004$ ), melhorando esta variável até o nível de 0,315% de triptofano digestível. Resultado semelhante ao encontrado por Ahmed (2012) que determinou valores de triptofano total de 0,340% para conversão alimentar em trabalho utilizando alevinos de catfish.

O aumento dos níveis de triptofano digestível influenciou todas as variáveis de desempenho avaliadas. Para o consumo de ração houve ajuste para o modelo quadrático ( $P < 0,015$ ), estimando a exigência em 0,316% de triptofano digestível (tabelas 4 e 5; Figura 1).

Tabela 5 - Equações de regressão, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis consumo de ração (CR), consumo de triptofano digestível (CTD), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA) e eficiência de triptofano digestível para o ganho de peso (ETGP) de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.

| Variável    | Modelo | Equação                                           | R <sup>2</sup> | P > F  | Exigência (%) |
|-------------|--------|---------------------------------------------------|----------------|--------|---------------|
| CR (g)      | Q      | $\hat{Y} = 2419,9725X^2 - 1529,6184X + 347,2112$  | 0,87           | 0,015  | 0,316         |
| CTD (g)     | L      | $\hat{Y} = 1,1016X - 0,0010$                      | 0,93           | <0,001 | -----         |
| GP (g)      | Q      | $\hat{Y} = -1452,7605X^2 + 910,0525X - 60,2995$   | 0,76           | 0,011  | 0,313         |
| TCE (%/dia) | Q      | $\hat{Y} = -26,9381X^2 + 16,7405X - 0,0934$       | 0,89           | 0,007  | 0,311         |
| CA (g/g)    | Q      | $\hat{Y} = 56,5066X^2 - 35,5616X + 6,8813$        | 0,85           | 0,004  | 0,315         |
| ETGP (g/g)  | L      | $\hat{Y} = -698,9871X + 455,7146$                 | 0,82           | <0,001 | -----         |
| ETGP (g/g)  | Q      | $\hat{Y} = -7402,4153X^2 + 3950,8298X - 260,8932$ | 0,95           | 0,021  | 0,267         |

L – Linear; Q –Quadrático.

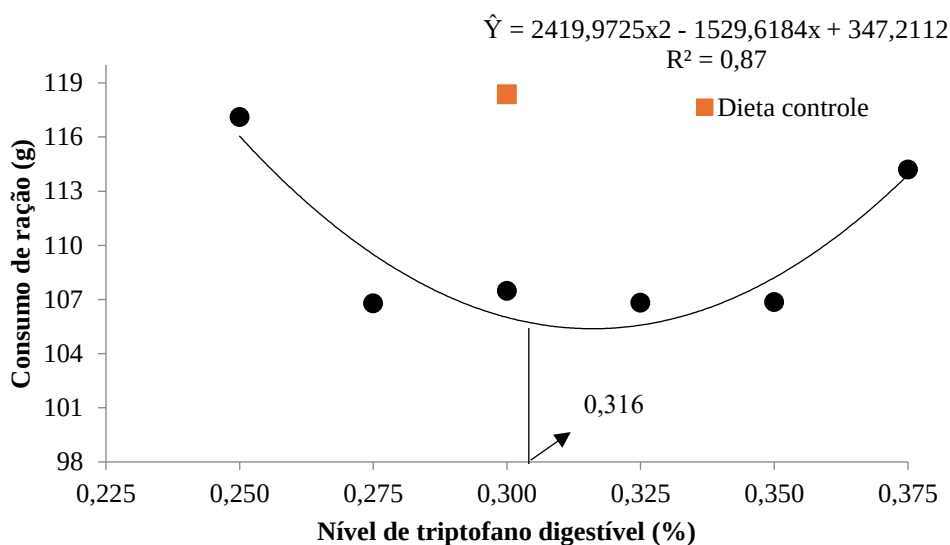


Figura 1 - Representação gráfica do consumo de ração de tambatinga na fase entre 20 e 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração.

Os peixes alimentados com o menor nível de triptofano avaliado tiveram um maior consumo de ração. Isso pode ser explicado devido ao fato de os menores níveis de triptofano digestível na dieta não suprir a demanda exigida pelos animais, logo, um maior consumo de ração se faz necessário para atender suas exigências. Os peixes alimentados com níveis superiores a 0,316% de triptofano digestível também apresentaram maiores consumos de ração, um dos fatores pode ser devido ao gasto energético para excretar os níveis excedentes de triptofano, levando a um maior consumo de ração para atender a demanda energética. Lima, et al. (2022) em trabalho com alevinos de tambatinga estimou que o nível de triptofano digestível para otimizar o consumo de ração é de 0,292%.

O consumo de triptofano digestível aumentou de forma linear ( $P < 0,001$ ) com a elevação dos níveis de triptofano digestível nas dietas (Tabelas 4 e 5).

A elevação dos níveis de triptofano digestível nas dietas aumentou o ganho de peso e taxa de crescimento específico até o nível de 0,313% e 0,311% de triptofano digestível, respectivamente, estimado pelo modelo quadrático ( $P < 0,011$  e  $P < 0,007$ , respectivamente) (Tabela 4, figuras 2 e 3).

Os resultados encontrados para as variáveis de ganho de peso e taxa de crescimento específico, foram inferiores aos resultados encontrados por Pianesso et al. (2015) em um trabalho com juvenis de Jundiá (*Rhamdia quelen*) com peso médio de  $4,65g \pm 0,68g$ , que determinaram a exigência de triptofano digestível de 0,340%.

Bomfim et al. (2020) encontraram resultados para as variáveis de ganho de peso e taxa de crescimento específico, determinando valores de triptofano digestível de 0,323% em trabalho com alevinos de Tambaqui e Farhat et al. (2014) estimaram valores de 0,280% de triptofano digestível para alevinos de peixe gato (*Heteropneustes fossilis*).

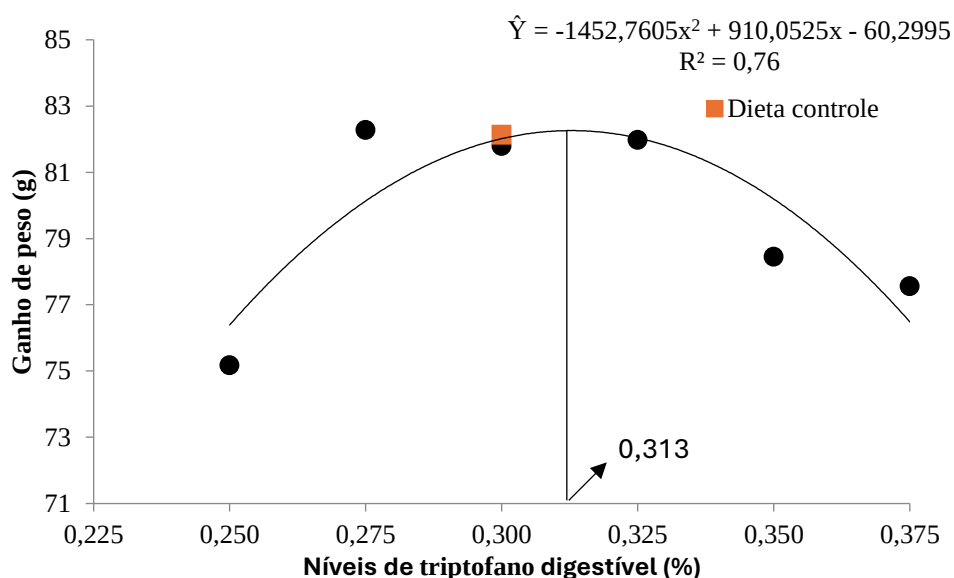


Figura 2 - Representação gráfica do ganho de peso de tambatinga na fase entre 20 e 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração.

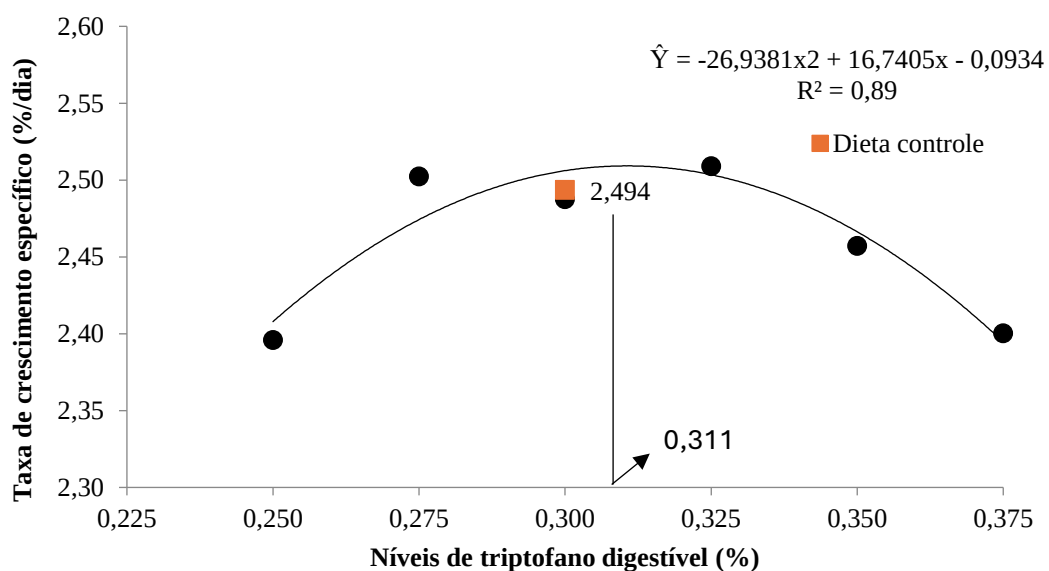


Figura 3 - Representação gráfica da taxa de crescimento específico de tambatinga na fase entre 20 e 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração.

A eficiência de triptofano digestível para o ganho de peso reduziu de forma linear com a elevação dos níveis de triptofano digestível na dieta. No entanto, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados estimando a exigência em 0,267% de triptofano digestível. Isso ocorreu devido aos níveis excedentes de triptofano serem utilizados para outras vias metabólicas, logo, houve uma menor participação do triptofano para a síntese proteica.

Segundo Pardo (2014), a suplementação de triptofano nas rações não deve ser excessiva, pois pode reduzir o ganho de peso, existindo um nível adequado para que possa explorar a capacidade de desempenho dos peixes, sendo níveis de triptofano na dieta de Juvenis de Tilápia-do-Nilo em 0,840% da ração.



## **6 CONCLUSÃO**

A recomendação do nível de triptofano digestível em rações de tambatinga entre a fase de 20 e 100 g é de 0,313%, correspondendo a 0,338% de triptofano total, por proporcionar maior ganho de peso.

## 7 REFERÊNCIAS

- AHMED, I. Dietary amino acid L-tryptophan requirement of fingerling Indian catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), estimated by growth and haemato-biochemical parameters. **Aquaculture International**, v.15, n.5, p. 337-350, 2012.
- ALENCAR ARARIPE, M. N. B. A. **Redução de proteína bruta e relações metionina + cistina e treonina digestíveis com a lisina digestível em rações para alevinos de tambatinga**. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal do Piauí, Teresinha-PI, p. 77. 2009.
- AROUCHA, R. J. N.; RIBEIRO, F. B.; BOMFIM, M. A. D.; SIQUEIRA, J. C.; MARCHÃO, R. S.; NASCIMENTO, D. C. N. Digestible methionine plus cystine requirement in tambaqui (*Colossoma macropomum*) diets: Growth performance and plasma biochemistry. **Aquaculture Reports**, 32:101725, 2023.
- BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. D.; ABREU, M. L.; RIBEIRO, F. B.; QUADROS, M. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1713-1720, 2008.
- BOMFIM, M. A. D.; MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. SILVA, L. R.; TAKISHITA, S. S. Digestible tryptophan requirement for tambaqui (*Colossoma macropomum*) fingerlings. **Revista Ciência Agronômica**. v.51, n.2, 2020.
- CAVALHEIRO, A. C. M.; CASTRO, M. L. S.; EINHARDT, M. D. S.; POUEY, J. L. O. F.; PIEDRAS, S. N.; XAVIER, E. G. Microingredientes utilizados em alimentação de peixes em cativeiro revisão use of microingredients in farmed fish feeding – a review. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. RCPV 109 (589-590) 11-20, 2014.
- COLOSO, R. M.; MURILLO-GURREA, D. P.; BORLONGAN, I. G.; CATACUTAN, M. R. Tryptophan requirement of juvenile Asian sea bass *lates calcarifer*. **Journal Applied Ichthyology**, Berlim, v. 20, n. 1, p. 43-47, 2004.
- COSTA, D. C. BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; PORTO, N. G.; MARCHÃO, R. S. Methionine plus cystine to lysine ratio in diets for tambatinga fingerlings. **Ciência e Agrotecnologia**, 45:e000721, 2021.
- CRUZ, A. G.; MELO, A. E. E. F.; SOBREIRA, C. B.; MAZETO, M. D.; NAOE, L. K. Densidade x biomassa: piscicultura. **Seagro Boletim Técnico**, Palmas (TO), 13, 2006.
- DIAS, C. A. M.; FAGUNDES, D. S.; GOUVEIA JUNIOR, A.; SILANES, M. L.; OLIVEIRA, J. C. S. Luz, melatonina e estresse oxidativo na piscicultura. **Biota Amazônica**, Macapá, v. 3, n. 3, p. 169-176, 2013.
- EMBRAPA.br. **Brazilian fish exports hit record**. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/79759668/exportacoes-da-piscicultura-brasileira-batem-recorde?p\\_auth=Zr1QYz9Y](https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/79759668/exportacoes-da-piscicultura-brasileira-batem-recorde?p_auth=Zr1QYz9Y)>. Acesso em: 18 nov. 2024.
- FARHAT; KHAN, M. A. Exigência dietética de L-triptofano de alevinos de peixe-gato, *Heteropneustes fossilis* (Bloch). **Aquaculture Research**. 45 (7), 1224-1235. 2014.
- 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.

- FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; MACEDO, R. M. G. D.; SANTOS, V. G. D.; SILVA, L. C. R.; SILVA, T. D. C.; SALES, P. J. P. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34, 1433-1441. 2005.
- FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; BOSCOLO, W. R.; CYRINO, J. E. P.; FURUYA, V. R. B.; FEIDEN, A. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. 2010.
- GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; HISANO, H.; ROSA, M. J. S. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para Tilápias-do-Nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2289-2298. 2009.
- HOSSEINI, S. A.; HOSEINI, S. M. Efeito do triptofano na dieta sobre a resposta ao estresse da carpa comum selvagem *Cyprinus carpio* L. **World Journal Fish and Marine Sciences**, v. 5, p. 49-55, 2013.
- JUNIOR, L.P.G. **Necessidade de treonina, metionina+cistina e lisina digestível para juvenis de tambaqui** (*Colossoma macropomum*). Dissertação (Pós-Graduação). Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – Es. 2015.
- LE FLOC'H, N.; OTTEN, W.; MERLOT, E. Tryptophan metabolism, from nutrition to potential therapeutic applications. **Amino Acids**, v. 41, p. 1195 – 1205, 2011.
- LIMA, C.S.; SIVEIRA, M.M; TUESTA, G.M.R. Nutrição proteica para peixes. **Ciência Animal**, v.25. n.4 p. 27-34, 2015.
- LIMA, C.S.; BOMFIM, M. A. D.; SIQUEIRA, J. C. D.; RIBEIRO, F. B.; LANNA, E. A. T. Crude protein levels in the diets of tambaqui, *Colossoma macropomum* (cuvier, 1818), fingerli. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.29, n.1, p. 183-190, 2016.
- LIMA, M. S. **Níveis de triptofano digestível da ração sobre o desempenho e eficiência alimentar de alevinos de tambatinga**. 2022. 34 p. Monografia (Bacharel em Zootecnia) - Universidade Federal do Maranhão, [S. l.], 2022.
- MARCHÃO, R. S., RIBEIRO, F. B., DE SIQUEIRA, J. C., BOMFIM, M. A. D., SILVA, J. C., DE SOUSA, T. J. R.; NASCIMENTO, D. C. N.; DA COSTA SOUSA, M. Digestible lysine requirement for Tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles using the diet dilution technique. **Aquaculture Reports**, 18, 100482. 2020.
- MELO, C.H.; SANTOS, J.L.V. **Consumo de vitelo em larvas de tambatinga** (*Colossoma macropomum*, fêmea x *Piaractus Brachypomus*, macho). Monografia – 17 Curso de especialização em Pesca, Aquicultura e Ambiente, Instituto Federal Fluminense. Campos dos Goytacazes – RJ. 2011.
- MORO, G. V.; TORATI, L. S.; LUIZ, D. B.; MATOS, F. T.; **Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas**. 29 p. 2022.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington: National Academy of Science, 2011. 376p.
- NGUYEN, L.; SALEMB, S. M. R.; SALZEA, G. P.; SINHC, H.; DAVISA, D. A. Tryptophan requirement in semi-purified diets of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture** 502 258–267, 2019.

PARDO, Q.; CAROLINA, A. M. **Influência da ingestão do triptofano dietético sobre a preferência na escolha do macho pela fêmea, auto-balanceamento da dieta e desempenho zootécnico em tilápia-do-Nilo e Pirapitinga**. 2014. viii, 59 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Centro de Aquicultura de Jaboticabal, 2014.

PAULINO, G. S. F. **Exigência de energia digestível para o crescimento inicial do tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Dissertação (Pós-graduação), Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal-São Paulo. 2018.

PIANESSO, D.; NETO, J. R.; DA SILVA, L. P.; GOULART, F. R.; ADORIAN, T. J.; MOMBACH, P. I.; LOUREIRO, N. B.; DALCIN, M. O.; ROTILI, D. A.; LAZZARI, R. Determinação das necessidades de triptofano para juvenis de jundiás (*Rhamdia quelen*) e seus efeitos no desempenho de crescimento, metabólitos plasmáticos e hepáticos e atividade de enzimas digestivas. **Animal Feed Science and Technology**, 210, 172-183. 2015.

RODRIGUES, A.T. **Perfil ideal de aminoácidos essenciais em dietas para tilápia-donilo, na fase de terminação, pelo método de deleção**. Dissertação (Pós-graduação). Centro de Aquicultura da UNESP- CAUNESP, Jaboticabal, São Paulo. 2019.

ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Implicações do Sistema Serotoninérgico no exercício físico. **Arq. Bras. Endocrinol.** São Paulo, v.48, n.2, p.227-233, 2004.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. D.; LOPES, D. C., & EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**, 2, 186, 2011.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNNADES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal, SP. Funep, p. 116. 2014.

SILVA, R. R. S. **Óleo essencial de lippia alba como promotor de crescimento para tambatinga**. Monografia – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha. 2016.

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

VIEIRA, B. R. M. **Efeito da suplementação dietética com triptofano no comportamento agressivo em juvenis de tilápia-do-Nilo**. 2013.

WALTON, M. J. Dietary requirements of rainbow trout for tryptophan, lysine and arginine determined by growth and biochemical measurements. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 2, n. 1-4, p. 161-169, 1986.

WILSON, R. P. Amino acids and proteins. In: Halver, J.E. e Hsrdy, R. W. (Ed). **Fish Nutrition**. Orlando: Academic Press, p.144-179. 2002.

## 8 ANEXO ÚNICO – Parecer do Comitê de Ética



COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS  
CIAEP: 02.0341.2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO



**CERTIFICADO (18/2021)**

Certificamos que a proposta intitulada: " **Exigência de triptofano digestível em rações para Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) em diferentes fases de criação**" Processo n. 23115.010759/2021-41, sob a responsabilidade da **Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim**, 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 04 de junho de 2021.

We certify that the proposal: " **Digestible tryptophan requirement in diets for Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) at different rearing stages**", Process n. 23115.010759/2021-41, under the responsibility of **Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim**, 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 June 04, 2021.

**PROPOSTA**

**Finalidade:** Pesquisa **Área:** Zootecnia  
**Vigência:** 01/11/2021 a 01/11/2022

**ANIMAIS**

**Origem:** Pisciculturas registradas  
**Espécie:** *Tambatinga (C. macropomum x P. brachypomus)* **Idade:** Alevinos e juvenis  
**Peso:** 1 e 20 g, respectivamente  
**Sexo:** Ambos sexos

**AMOSTRA**  
1225

**Local do experimento:** Centro de Ciências Agrárias e Ambientais - CCAA da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, Campus Chapadinha.

São Luís, 09 de novembro de 2021.

*Bruno Araújo Serra Pinto*

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFMA

Documento assinado digitalmente  
Bruno Araújo Serra Pinto  
Data: 09/11/2021 10:12:42 -0300  
Verifique em <https://verificador.jbs.br>