

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA  
CURSO DE ZOOTECNIA  
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE AS  
CARACTERÍSTICAS CORPORAIS EM JUVENIS DE TAMBATINGA**

Aluno: Thiago Nascimento da Silva  
Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio  
Delmondes Bomfim

Coorientadora: Ma. Antonia Francisca  
Lima Cardoso

**CHAPADINHA- MA**

**2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA  
CURSO DE ZOOTECNIA  
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE AS  
CARACTERÍSTICAS CORPORAIS EM JUVENIS DE TAMBATINGA**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito indispensável para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim

Coorientadora: Ma. Antonia Francisca Lima Cardoso

**CHAPADINHA- MA**

**2022**

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

Silva, Thiago Nascimento da.

NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE AS  
CARACTERÍSTICAS CORPORAIS EM JUVENIS DE TAMBATINGA /

Thiago Nascimento da Silva. - 2022.

32 f.

Coorientador(a): Antonia Francisca Lima Cardoso.

Orientador(a): Marcos Antonio Delmondes Bomfim.

Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia,  
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2022.

1. Aminoácido limitante. 2. Collossoma macropomum x  
Piaractus brachypomum. 3. Exigência nutricional. I.  
Bomfim, Marcos Antonio Delmondes. II. Cardoso, Antonia  
Francisca Lima. III. Título.

**THIAGO NASCIMENTO DA SILVA**

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE AS  
CARACTERÍSTICAS CORPORAIS EM JUVENIS DE TAMBATINGA**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito indispensável para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovada em: 27 / 07 / 2022

Banca examinadora

---

Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim (Orientador)

Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Jane Mello Lopes

Universidade Federal do Maranhão

---

Me. Rafael Silva Marchão

Universidade Federal do Vale do São Francisco

---

Ma. Antonia Francisca Lima Cardoso

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

CHAPADINHA, MA

2022

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por nos conceder a vida, conceder força e conhecimento para superar obstáculos encontrados durante minha trajetória acadêmica.

Aos meus pais Antonia Elizangela e Manoel Carlos, por todo amor, carinho, inspiração e apoio durante essa caminhada, e aos meus irmãos Antonia Mayra e Carlos Kaique pelo companheirismo, apoio e incentivo.

Ao Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, pela oportunidade de poder desenvolver este trabalho e pela sua orientação e apoio para que fosse possível a conclusão desta monografia.

As irmãs Maylanne Lima e Maylla Lima, pela amizade construída durante essa trajetória, pelo apoio, companheirismo e dedicação durante a realização deste trabalho.

A Maria Katiana, pelo seu apoio, amor, carinho, pelas palavras de incentivo e companheirismo que foram importantes para que eu pudesse realizar este trabalho.

Aos integrantes do grupo de pesquisa do laboratório de alimentação e nutrição de organismos aquáticos do Maranhão, LANUMA, da Universidade Federal do Maranhão – UFMA por terem feito parte dessa trajetória pela amizade e conhecimentos adquiridos.

Aos meus amigos de curso por cada momento vivenciado durante essa caminhada e pela amizade que fica, em especial aqueles da turma de 2017.1 de Zootecnia.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão dessa etapa em minha vida.

## RESUMO

### NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS CORPORAIS EM JUVENIS DE TAMBATINGA

Objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de triptofano digestível da ração sobre as características corporais de juvenis de tambatinga. Foram utilizados 875 juvenis de tambatinga com peso médio inicial de  $0,64 \pm 0,03$ g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos, com cinco repetições por tratamento e vinte e cinco peixes por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de seis rações experimentais isoenergéticas, isocálcicas e isofosfóricas 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”. Utilizou-se um tratamento adicional dieta controle constituído da ração com o menor nível de triptofano digestível (0,250%), acrescido de 0,051% de L-Triptofano. Os animais alimentados com a ração controle apresentaram maiores deposição de umidade, proteína, gordura, cinzas corporais e maior eficiência de retenção de nitrogênio em relação aos alimentados com a ração contendo o menor nível de triptofano avaliado. A elevação dos níveis de triptofano digestível aumentou as deposições de proteína e cinzas corporais até o nível de 0,329% e 0,332% respectivamente. A deposição de umidade corporal aumentou até o nível estimado 0,350%. Já para as deposições de gordura corporal e eficiência de retenção de nitrogênio foi observado redução de forma linear. A recomendação do nível de triptofano digestível em ração para alevinos de tambatinga é de 0,329%, por proporcionar maior deposição de proteína corporal.

**Palavras-chaves:** Aminoácido limitante, *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*, Exigência nutricional.

## ABSTRACT

### LEVELS OF DIGESTIVE TRYPTOPHAN IN FEED ON BODY CHARACTERISTICS IN JUVENILES OF TAMBATINGA

The objective was to evaluate the effect of digestible tryptophan levels in the diet on the body characteristics of juvenile tambatinga. A total of 875 juvenile tambatinga were used, with an average initial weight of  $0.64 \pm 0.03$ g, distributed in a completely randomized design, consisting of seven treatments, with five replications per treatment and twenty-five fish per experimental unit. The treatments consisted of six isoenergetic, isocalcium and isophosphoric experimental diets with different levels of digestible tryptophan (0.250; 0.275; 0.300; 0.325; 0.350; and 0.375%) formulated using the “dilution of diets” technique. An additional treatment was used as a control diet consisting of the ration with the lowest level of digestible tryptophan (0.250%), plus 0.051% of L-Tryptophan. The animals fed the control diet showed higher deposition of moisture, protein, fat, body ash and greater nitrogen retention efficiency in relation to the animals fed the diet containing the lowest level of tryptophan evaluated. The increase in digestible tryptophan levels increased the deposition of protein and body ash up to the level of 0.329% and 0.332% respectively. Body moisture deposition increased to the estimated level of 0.350%. For body fat deposition and nitrogen retention efficiency, a linear reduction was observed. The recommended level of digestible tryptophan in diets for tambatinga fingerlings is 0.329%, as it provides greater deposition of body protein.

**Keywords:** Limiting amino acid, *Collossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*, Nutritional requirement.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Objetivo geral.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Tambatinga.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Proteínas e aminoácidos para peixes.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3. Triptofano.....</b>	<b>15</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXO ÚNICO.....</b>	<b>31</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual e química da ração isenta de proteína e das rações experimentais (matéria natural), de tambatinga em função dos diferentes níveis de Triptofano digestíveis na ração.....	17
Tabela 2. Peso inicial (PI), peso final (PF), teores de umidade (UC), proteína (PC), gordura (GC) e cinzas (CZC) corporais de alevinos de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.....	20
Tabela 3. Deposição de umidade (DUC), proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) de alevinos de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.....	21
Tabela 4. Equações de regressão ajustadas, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis deposição de umidade (DUC), proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.....	22

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação gráfica da deposição de proteína corporal em juvenis de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.....23

Figura 2. Representação gráfica da eficiência de retenção de nitrogênio de juvenis de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.....24

## 1. INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade de rápido crescimento contribuindo de forma significativa para a geração de emprego e renda, e principalmente para a diminuição da pobreza e da fome em diversas partes do mundo (SIQUEIRA, 2018; ELIAS et al., 2019). Em 2020, a piscicultura teve um aumento de 4,3% na sua produção correspondendo a 551,9 mil toneladas de peixe (IBGE, 2020). Para o ano de 2021 a produção registrada foi de 841.005 toneladas de peixes de cultivo no Brasil representando um aumento de 4,7% sobre a produção de 2020 (PEIXE BR, 2022).

Dentre as espécies mais produzidas no Brasil os híbridos Tambacu (*Colossoma macropomum x Piaractus mesopotamicus* e Tambatinga (*Piaractus brachypomus x Colossoma macropomum*), compõem a terceira categoria de peixe mais produzidos: foram 43,4 mil toneladas, 58,1% provenientes do Centro-Oeste e 26,6%, da Região Nordeste. Mato Grosso e Maranhão foram os principais Estados produtores e os Municípios com as maiores produções foram Nossa Senhora do Livramento (Mato Grosso), Alto Paraguai (Mato Grosso) e Matinha (Maranhão), (IBGE, 2020).

O tambatinga (*Piaractus brachypomus x Colossoma macropomum*), apresenta coloração clara, com a ponta das nadadeiras caudal e anal avermelhadas, características essas que foram herdadas da pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), de hábito alimentar onívoro, especialmente frutívoro-herbívoro, pode atingir um tamanho de 80cm de comprimento e pesar de 15 a 20 kg de peso corporal (CRUZ et al., 2006; PESSOA, 2009). Os rastros brânquias são mais desenvolvidos que os da pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) sendo o desenvolvimento produtivo superior a mesma (HASHIMOTO et al., 2012). O tambatinga caracteriza-se também por atingir o peso comercial em menor período de produção e necessidade de baixos níveis de proteína bruta na dieta, assim reduzindo os custos com a ração (KUBITZA, 2004).

Em elaborações de dietas para esses peixes tem-se utilizado o conceito de proteína ideal, que tem como objetivo balancear os aminoácidos essenciais e não essenciais são expressos em relação a um aminoácido de referência a lisina, de modo que não falte ou exceda para garantir a manutenção e produção das espécies (BOMFIM et al., 2010; SANTOS et al., 2013; FRACALOSSO e CYRINO, 2013).

O triptofano é um aminoácido essencial eventualmente limitante em rações práticas para peixes. Além disso, destaca-se por ser precursor do neurotransmissor serotonina (5-hidroxitriptamina), que está relacionado com a diminuição da agressividade e canibalismo em larvas e alevinos de peixes (LI et al., 2008; ROSTAGNO et al., 2011; TAKISHITA, 2012).

Uma técnica que vem sendo muito utilizada na formulação de rações experimentais é a da diluição de dietas, a qual consiste na diluição de duas dietas com a mesma concentração de nutrientes e energia, e uma com alto teor de proteína bruta com uma livre de proteína bruta, obtendo assim, níveis intermediários do aminoácido a ser avaliado (DA COSTA, 2021). Essa técnica permite que o balanço aminoacídico entre os tratamentos permaneça constante, apesar do conteúdo de proteína variar, presumindo-se que a resposta seja consequência do aminoácido testado, uma vez que este é o primeiro limitante dentro da proteína das dietas (SIQUEIRA, 2009; NRC, 2011).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo geral

Avaliar o efeito dos níveis de triptofano digestível da ração sobre as características de carcaça de juvenis de tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomum*).

### 2.2. Objetivos específicos

- Avaliar os efeitos da variação dietética dos níveis de triptofano digestível sobre a composição corporal (teores de umidade, proteína e gordura) de juvenis de tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomum*);
- Avaliar os efeitos da variação dietética dos níveis de triptofano digestível sobre as deposições diárias de proteína e gordura corporais e a eficiência de retenção de nitrogênio de juvenis de tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomum*);
- Viabilizar informações que proporcionem resultados mais precisos na determinação das exigências nutricionais e a elaboração de rações de menor capacidade poluente.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomus*)

Tambatinga, é um híbrido resultante do cruzamento da fêmea de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com o macho de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), (HASHIMOTO, et al., 2012). O *Colossoma macropomum* conhecido popularmente como tambaqui é nativo dos rios Amazonas, Orinoco e afluentes, no meio natural pode atingir 1,0 m de comprimento e alcançar um peso médio de aproximadamente 30 kg, sendo considerado o segundo maior peixe de escama da bacia Amazônica, no entanto, em cultivos pode chegar a 1 kg no primeiro ano (KUBTZA, 2004; ARAUJO-LIMA e GOMES, 2005).

O *Piaractus brachypomus* conhecido como pirapitinga em algumas regiões, é distribuída nos rios Solimões, Amazonas, Orinoco e seus afluentes. Sendo considerado o terceiro maior peixe de escama da Amazônia Kubitzza (2004), apresenta rápido crescimento, rusticidade, resistente a elevadas temperaturas, ao manejo, as enfermidades e baixos níveis de oxigênio dissolvido (VÁSQUEZ-TORRES, 2005). O dorso é escuro e pode alcançar até 80 cm de comprimento e cerca de 20 Kg de peso (PESSOA, 2009).

A tambatinga vem ganhando espaço devido a fatores relacionados ao desempenho zootécnico e às características sensoriais da carne, como aparência, cor e sabor. A espécie tem sido muito procurada pelas indústrias de pescados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, devido ao seu melhor rendimento corporal (PINHEIRO, et al., 2015). Apresenta grande potencial de crescimento, rusticidade, aceitação de ração, boa conversão alimentar e tolerância as variações de temperatura e níveis de oxigênio (DIAS et al 2012; LEAL, et al., 2020).

Portanto, apresenta maior eficiência na filtragem do plâncton Flores, et al., (1992), maior resistência as doenças, superioridade no crescimento e produtividade quando comparado com suas espécies parentais (HASHIMOTO, et al., 2012; PAULA, et al., 2009).

#### 3.2. Proteínas e aminoácidos para peixes

A proteína é um nutriente essencialmente importante para o crescimento dos peixes, em todas as fases de cultivo Lima (2013), apesar de ser também o nutriente mais oneroso em rações para peixes, é responsável por disponibilizar aminoácidos para a

manutenção e crescimento dos tecidos, sendo sua exigência podendo variar de acordo com alguns fatores como: a idade, peso corporal e a temperatura da água (WILSON, 2002; PORTZ; FURUYA, 2013; RIEGEL, 2012). São consideradas os principais componentes orgânicos dos tecidos dos peixes, perfazendo de 65 a 75% do total da matéria seca corporal (PORTZ, et al., 2013; BERTECHINI, 2013). Quando digeridas, são hidrolisadas em aminoácidos livres que serão distribuídos por meio da corrente sanguínea para órgãos e tecidos, formando novas proteínas, destinadas ao crescimento, reprodução e manutenção (WILSON, 2002; NRC, 2011; LIMA; SILVEIRA, 2015).

No entanto os peixes não possuem exigência nutricional especificamente de proteína, mas sim do equilíbrio adequado entre os aminoácidos essenciais e não essenciais Bicudo; Cyrino (2009), ambos são utilizados para a constituição da cadeia polipeptídica, já que as células necessitam dos aminoácidos para a síntese proteica (FURUYA et al., 2010). A importância dos aminoácidos não é apenas na composição e síntese de proteínas, uma vez que participam no controle e manutenção das principais vias metabólicas que participam na regulação do metabolismo, manutenção, crescimento, reprodução, respostas imunes, estresse, reprodução, reprodução e osmorregulação (LI et al., 2009; PORTZ; FURUYA, 2013).

No geral os peixes tem a capacidade e conseguem biossintetizar alguns aminoácidos, isso pode ocorrer através do metabolismo celular ou por meio da transaminação de outros aminoácidos, sendo necessário neste processo, precursores disponíveis, sendo classificados como os aminoácidos não essenciais (GREEN e HARDY, 2002). Os demais aminoácidos que não são sintetizados em quantidades suficientes pelo organismo do animal, têm sua classificação como aminoácidos essenciais, os mesmos devem ser acrescentados em níveis suficientes desde que consiga suprir a exigência nutricional do animal e possa garantir as funções fisiológicas, metabólicas e de crescimento (LI et al., 2009). De acordo com a NRC (2011) os aminoácidos essenciais são: lisina, metionina, arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, treonina, triptofano e valina, sendo necessário aquisição através da ingestão de proteína ou misturas exógenas de aminoácidos.

### **3.3. Triptofano**

O triptofano (Trp)  $C_{11}H_{12}N_2O_2$  é um aminoácido essencial, pertencem ao grupo dos aminoácidos R-aromáticos, com cadeias laterais aromáticas, apolar e hidrofóbico (LEHNINGER, 2007). Aminoácidos essenciais, são aqueles que os animais não podem sintetizar, ou não sintetizam em quantidade suficiente para a manutenção de boas taxas de crescimento (NRC, 2011).

Na nutrição de peixes a essencialidade do triptofano tem contribuído não só para a incorporação das proteínas corporais, tem-se percebido seu envolvimento em outras vias metabólicas importantes para o metabolismo dos animais (ROSSI; TIRAPAGUI, 2004). No crescimento normal, na síntese proteica e em mecanismos fisiológicos fundamentais em peixes e mamíferos, como: secreção de insulina e hormônio do crescimento, regulação do sono, ingestão alimentar, temperatura corporal, precursor da vitamina B3(niacina), interações nos peixes como dominância, submissão, agressão, estresse e hierarquia (ROSSI e TIRAPAGUI, 2004; PARDO, 2014),

A suplementação dietética de triptofano relacionada diretamente com a síntese de serotonina e melatonina que reduz parâmetros fisiológicos relativos ao estresse e diminuição da agressividade em peixes (LEPAGE, et al., (2005), isso por que no sistema nervoso central, pela ação da enzima triptofano-5-monooxigenase ocorre a hidroxilação do Trp em 5-hidroxitriptofano que posteriormente, é descarboxilado pela ação da enzima aminoácido descarboxilase em 5- hidroxitriptamina (serotonina), (FÁLCON et al., 2010).

A serotonina é convertida em N-acetilserotonina pela enzima serotonina-N-acetiltransferase, que é limitante da síntese de melatonina na glândula pineal. A N-acetilserotonina é então convertida em melatonina (5-metoxi-N- acetilriptamina) pela enzima hidroxindol-O-metiltransferase. A melatonina ( $C_{13}H_{16}N_2O_2$ ) é o hormônio responsável pela percepção e o processamento da informação fótica, esses eventos são importantes na regulação de diferentes funções do organismo (FÁLCON, et al., 2010; NIKAIDO; UEDA; TAKEMURA, 2009).

Os ingredientes vegetais como o milho, utilizados na formulação de dietas para peixes são geralmente limitantes em lisina, arginina, metionina e triptofano. Dietas deficientes em Trp limitam a síntese proteica, resultando em pobre crescimento e retenção de nutrientes levando ao surgimento de escoliose e lordose além de níveis elevados de minerais (Ca, Mg, Na) no fígado e rim de algumas espécies de peixes. A suplementação desse aminoácido na dieta de acordo com a exigência é uma prioridade, o que não só

melhora os índices de crescimento e de rentabilidade, mas também contribui para a redução da carga orgânica no sistema de criação (PIANESSO, 2015).

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Ciências de Chapadinha- CCCh da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, localizado no município de Chapadinha, Maranhão, com duração de 45 dias. O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA – UFMA), registrada como o n° 23115.010759/2021-41.

Foram utilizados 875 juvenis com peso médio inicial entre  $0,64 \pm 0,03$  gramas, em experimento com delineamento inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos, com cinco repetições por tratamento e vinte e cinco peixes por unidade experimental.

Os tratamentos foram constituídos de seis rações experimentais isoenergéticas, isocálcicas e isofosfóricas 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”, com base no conceito de proteína ideal. Nas rações experimentais, a relação do triptofano com a lisina foi mantida em 16%, pelo menos três pontos percentuais abaixo daquelas estimadas a partir dos valores de exigência para tilápias do Nilo propostos pelo NRC (2011) e pelas Tabelas Brasileira para a Nutrição de Tilápias (FURUYA et al., 2010). Para constatar que a triptofano está em nível subótimo em cada dieta experimental avaliada (primeiro aminoácido limitante), foi utilizado um tratamento adicional constituído da ração com menor nível de triptofano digestível testado (0,250%), acrescido de 0,051% de L-Triptofano, totalizando 0,300% com cinco repetições. A relação dos demais aminoácidos essenciais com a lisina foi mantida, no mínimo, três pontos percentuais acima daquelas propostas para tilápias pelo NRC (2011) (Tabela 1).

Os peixes foram mantidos em caixas d’água, com capacidade de 500 litros em sistema fechado de circulação de água, dotadas de sistema de abastecimento, aeração suplementar e drenagem individual, com água proveniente do poço artesiano. As rações experimentais foram peletizadas e foram fornecidas à vontade diariamente em seis

refeições (08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00h), em pequenas quantidades, com repasses sucessivos até a saciedade aparente.

Tabela 1. Composição percentual e química da ração isenta de proteína e das rações experimentais (matéria natural) de tambatinga em função dos diferentes níveis de Triptofano digestíveis na ração.

Ingredientes (%)	DIP*	Nível de Triptofano Digestível (%)						
		0,250	0,275	0,300	0,325	0,350	0,375 DR**	0,300 DT***
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
L-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
<b>Diluição (%)</b>								
		<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>D5</b>		
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	<b>DT***</b>
<b>Composição calculada<sup>1</sup></b>								
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
<b>Triptofano Digest. (%)<sup>2</sup></b>	<b>0,000</b>	<b>0,250</b>	<b>0,275</b>	<b>0,300</b>	<b>0,325</b>	<b>0,350</b>	<b>0,375</b>	<b>0,300</b>
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 Tre/Lis Dig.	0,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00
Relação Trip/Lis Dig.	0,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,20
Relação Ile/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 teste = 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. D<sub>3</sub>, 200.000 UI; Vit. E, 1.200 mg; Vit. K<sub>3</sub>, 2.400 mg; Vit. B<sub>1</sub>, 4.800 mg; Vit. B<sub>2</sub>, 4.800 mg; Vit. B<sub>6</sub>, 4.800 mg; Vit. B<sub>12</sub>, 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 determinação das características de carcaça, uma amostra inicial, em torno de 50 gramas de peixe, e pelo menos, a metade dos peixes ao final do período de alimentação, por unidade experimental, foi insensibilizada, eutanasiada com overdose de benzocaína (200 a 500 mg/L) e congelada. Sendo que a mostra inicial foi para obter a composição inicial e o abate final para obter a composição final.

O preparo de soluções, das amostras dos peixes e as análises bromatológicas (teores de umidade, proteína, cinzas e gordura corporais) foram realizadas no Laboratórios de Nutrição Animal do Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, conforme procedimentos descritos por Detmann, et al., (2012).

Com base na composição corporal, foram obtidas as taxas de deposição diária de proteína e gordura corporais, eficiência de retenção de nitrogênio e cinzas corporais de acordo com as equações abaixo:

- Deposição de proteína corporal (mg/dia) = [(proteína corporal final) – (proteína corporal inicial)] / (período de observação experimental);
- Deposição de gordura corporal (mg/dia) = [(gordura corporal final) – (gordura corporal inicial)] / (período de observação experimental);
- Deposição de cinzas corporal (mg/dia) = [(quantidade de cinzas corporal final (mg)) – (quantidade de cinzas corporal inicial (mg))] / (período experimental);

- Eficiência de retenção de nitrogênio (%) =  $\{[(N \text{ corporal final}) - (N \text{ corporal inicial})] \times 100\} / \text{consumo de N.}$

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 sobre a composição e deposições corporais, e eficiência de retenção de nitrogênio, 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 positivo (0,900%) com a ração de menor nível (0,600%) foram avaliados mediante o teste T a nível de 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado mortalidade e nem sinais patológicos externos durante o período experimental, mesmo nos animais alimentados com dietas contendo baixos níveis de triptofano digestível. Os parâmetros da água se mantiveram adequados de acordo com recomendado para o tambaqui preconizado por Gomes et. al., (2010) e Mendonça et. al., (2012). 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.

A composição corporal (teores de umidade, proteína, gordura e cinzas) e os pesos inicial e final utilizados para a obtenção das variáveis avaliadas, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Peso inicial (PI), peso final (PF), teores de umidade (UC), proteína (PC), gordura (GC) e cinzas (CZC) corporais de alevinos de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.

Nível de Triptofano digestível (%)	Variável					
	PI (g)	PF (g)	UC (%)	PC (%/)	GC (%)	CZC (%)
Inicial	-	-	85,35	8,57	3,67	2,41
DC	0,640	19,00	76,99	12,13	8,16	2,73
0,250	0,646	16,29	77,77	12,14	7,04	3,05
0,275	0,647	18,92	78,32	12,08	6,53	3,06
0,300	0,649	30,30	79,60	12,05	5,30	3,04
0,325	0,646	20,44	79,13	12,10	5,55	3,21
0,350	0,636	21,75	79,92	12,08	4,80	3,20
0,375	0,638	20,75	80,45	12,13	4,22	3,20
CV (%)	1,46	10,42	1,20	3,98	9,29	4,78

DC – Dieta Controle (0,250 + 0,051% L-Triptofano);

CV – Coeficiente de variação

Os animais alimentados com a dieta controle apresentaram maiores deposição de umidade, proteína, gordura, cinzas corporais e maior eficiência de retenção de nitrogênio em relação aos alimentados com a dieta contendo o menor nível de triptofano avaliado, demonstrando que o triptofano foi o primeiro aminoácido limitante em todas as dietas (Tabela 3).

Tabela 3. Deposição de umidade (DUC), proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) de juvenis de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.

Nível de Triptofano digestível (%)	Variável				
	DUC (mg dia <sup>-1</sup> )	DPC (mg dia <sup>-1</sup> )	DGC (mg dia <sup>-1</sup> )	DCZC (mg dia <sup>-1</sup> )	ERN (%)
DC	335,13	53,58	36,39	11,99	51,18
0,250	288,51	45,77	26,83*	11,46	49,59
0,275	339,27	53,19	29,06	13,43	47,11
0,300	371,62	56,92	25,04	14,34	44,84
0,325	371,60	57,76	26,59	15,34	41,44
0,350	400,62	61,49	24,41	16,29	42,57
0,375	384,19	58,81	20,36	15,43	38,24
<i>P &gt; F</i>	0,001	0,051	0,073	0,012	0,001
Valor de <i>P</i> Linear	<0,001	<0,004	0,011	<0,001	<0,001
Valor de <i>P</i> Quadrática	0,034	-	-	-	-
Valor de <i>P</i> LRP	<0,001	<0,001	-	<0,001	-
CV (%)	10,56	13,81	16,99	13,94	8,68

DC – Dieta Controle (0,250 + 0,051% L-Triptofano);

L – Modelo Linear; Q – Modelo Quadrático; LRP – Modelo Linear Response Plateau;

CV – Coeficiente de variação;

\* Difere da dieta controle (DC) pelo teste T (P<0,05).

A elevação dos níveis de triptofano digestível na ração promoveu aumento na deposição de umidade corporal, com ajuste para os modelos *Linear Response Plateau* – LRP e quadrático (P<0,001). Pelo modelo *Linear Response Plateau* – LRP a exigência foi estimada em 0,333% de triptofano digestível. No entanto, o modelo quadrático (P<0,034) foi o que melhor se ajustou aos dados estimando a exigência em 0,350% de triptofano digestível (Tabela 4). Esse resultado pode estar relacionado com o aumento da deposição de proteína corporal, pois na formação de tecido magro tem a incorporação também de água (SOUSA et al., 2018). Efeito semelhante foi encontrado por Abidi e Khan, (2010) que estimaram 0,350% de triptofano digestível para carpa indiana maior (*Labeo rohita*).

Tabela 4. Equações de regressão ajustadas, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis deposição de umidade (DUC), proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.

Variável	Modelo	Equação	R <sup>2</sup>	Exigência (%)
DUC (mg dia <sup>-1</sup> )	L	$\hat{Y} = 757,039X + 122,728$	0,78	-----
DUC (mg dia <sup>-1</sup> )	Q	$\hat{Y} = -9,977,46X^2 + 6,992,96X - 833,448$	0,96	0,350
DUC (mg dia <sup>-1</sup> )	LRP	$\hat{Y} = 384,1886 - 1,026,193(0,3327 - X)$	0,90	0,333
DPC (mg dia <sup>-1</sup> )	L	$\hat{Y} = 103,909X + 23,1864$	0,77	-----
DPC (mg dia <sup>-1</sup> )	LRP	$\hat{Y} = 58,8080 - 144,0398(0,3286 - X)$	0,91	0,329
DGC (mg dia <sup>-1</sup> )	L	$\hat{Y} = -51,1723X + 41,3729$	0,66	-----
DCZC (mg dia <sup>-1</sup> )	L	$\hat{Y} = 33,6571X + 3,86228$	0,82	-----
DCZC (mg dia <sup>-1</sup> )	LRP	$\hat{Y} = 15,4284 - 46,3207(0,3322 - X)$	0,96	0,332
ERN (%)	L	$\hat{Y} = -84,2971X + 70,3075$	0,93	-----

A elevação dos níveis de triptofano digestível aumentou de forma linear ( $P < 0,004$  e  $P < 0,001$ , respectivamente) as deposições de proteína e cinzas corporais. No entanto, o modelo *Linear Response Plateau*- LRP ( $P < 0,001$  e  $P < 0,001$ , respectivamente) foi o que melhor se ajustou aos dados estimando a exigência em 0,329% e 0,332%, respectivamente (Tabela 3 e 4, Figura 1).

O resultado encontrado neste estudo para a deposição de proteína corporal (0,329%) foi semelhante ao observado por Bomfim, et al. (2020), que determinaram a exigência em 0,323% de triptofano digestível para alevinos de tambaqui. No entanto, foi superior ao encontrado por Zehra e Khan, (2014) que observaram melhora na deposição de proteína até o nível de 0,230% de triptofano digestível para *Catla Catla* (Hamilton) por Takshita (2012) que estimaram 0,298% de triptofano digestível para alevinos de tilápia do Nilo. O aumento da deposição de proteína corporal pode ser explicado pelo fato de que níveis inferiores a 0,329% de triptofano digestível estavam limitantes. É de se esperar que a concentração dietética de triptofano para otimizar esta variável seja superior em animais mais jovens em relação aos de maior peso corporal, em função das diferentes

capacidades/velocidades de deposição corporal (PORTZ; FURUYA, 2012; PIANESSO, et al., 2015).

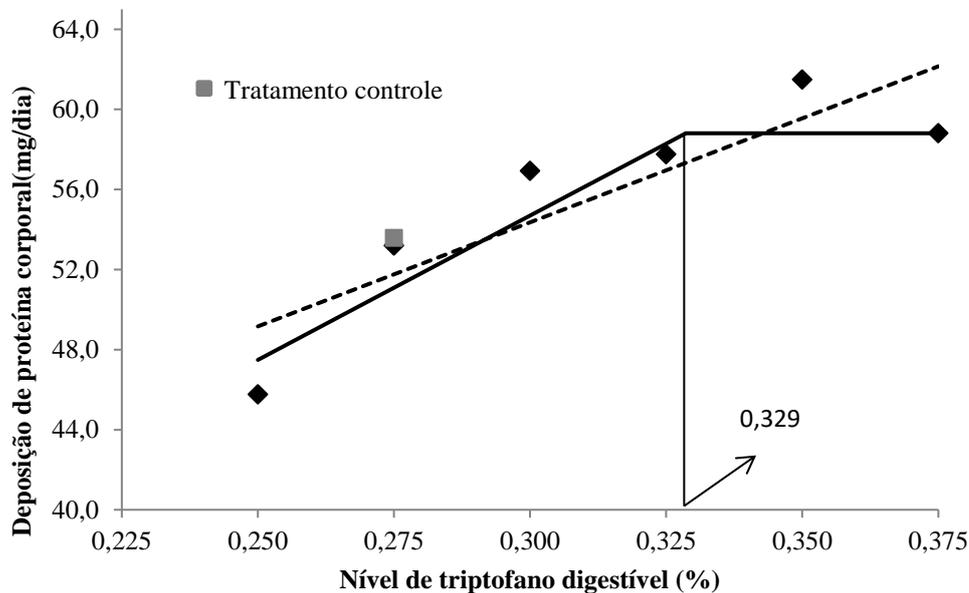


Figura 1. Representação gráfica da deposição de proteína corporal em alevinos de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.

Para as deposições de gordura corporal foi observado redução de forma linear ( $P < 0,011$ ), (Tabela 3), este resultado pode justificado pela maior utilização de energia para metabolizar o aporte adicional de aminoácidos com a elevação dos níveis de triptofano digestível da ração e consequentemente dos demais aminoácidos, sobrando desta forma, menos energia para ser depositada na forma de gordura (BOMFIM et al., 2008; ZEHRA; KHAN, 2014). Isso atrelado à redução da relação energia:proteína com a elevação dos níveis de triptofano digestível da ração.

O efeito observado neste estudo para a deposição de cinza corporal foi semelhante ao observado para juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) no qual aumentou com a elevação dos níveis de triptofano digestível nas dietas (PIANESSO et al., 2015). Porém, é superior para alevinos de tambaqui que teve exigência estimada em 0,276% de triptofano digestível (BOMFIM et al., 2020). Esses resultados podem estar relacionados

com a maior formação de tecido ósseo para sustentação do tecido muscular (BOMFIM, et al. 2020; SOUSA, et al. 2018).

A eficiência de retenção de nitrogênio reduziu de forma linear ( $P < 0,05$ ) com a elevação dos níveis de triptofano digestível na ração (Tabela 3 e 4, Figura 2). Isso pode ser explicado porque o excesso de aminoácidos na dieta que não tem sua utilização direcionada para deposição de proteína é catabolizado, conseqüentemente reduz a retenção de nitrogênio (MARCHÃO, et al., 2020).

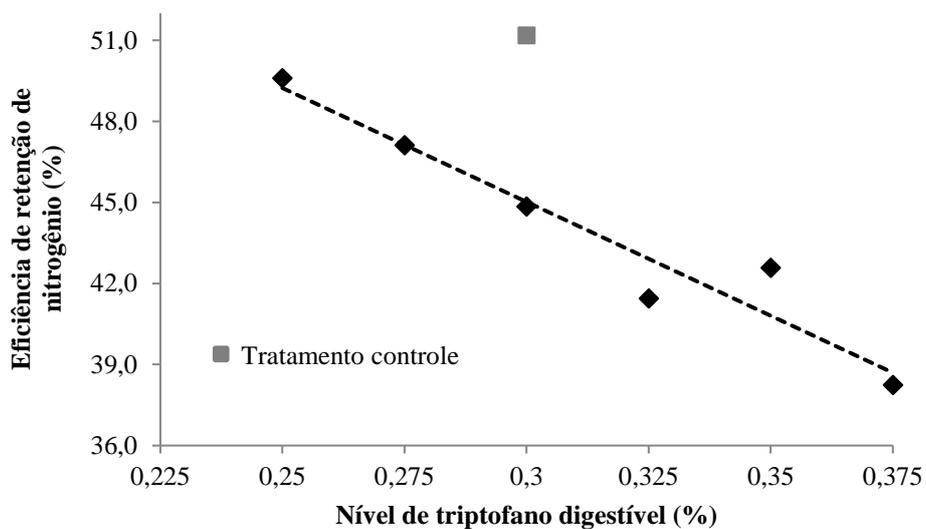


Figura 2. Representação gráfica da eficiência de retenção de nitrogênio de alevinos de tambatinga em função do nível de triptofano digestível da ração.

## **6. CONCLUSÃO**

A recomendação do nível de triptofano digestível em ração para alevinos de tambatinga é de 0,329%, por proporcionar maior deposição de proteína corporal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Native species for fish farming in Brazil**, p. 175-193, 2005.
- BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; QUADROS, M.; RIBEIRO, F. B.; SOUSA, M. P. D. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nylo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 1-8. 2010.
- BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELLE, J. L.; ABREU, M. L. T.; RIBEIRO, F. B.; QUADROS, M. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-Nylo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1713-1720, 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.
- 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.
- DE ALMEIDA BICUDO, A. J.; CYRINO, J. E. P. Estimating amino acid requirement of Brazilian freshwater fish from muscle amino acid profile. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 40, p. 318-823, 2009.
- DE SOUSA, T. J. R.; BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; RIBEIRO, F. B.; DE SIQUEIRA, J. C.; SILVA, J. C.; MARCHÃO, R. S. Phosphorus requirements of tambaqui juveniles. **Semina: Ciências Agrárias**, 39(5), 2145-2156. 2018.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análise de alimentos**. 214p, Visconde do Rio Branco:Suprema, 2012.
- DIAS, M.K.R.; TAVARES, M.D.; MARCHIORI, N. First report of linguadactyloides brinkmanni (*Monogenoidea: linguadactyloidinae*) on hybrids of *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* (characidae) from south america. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, 16(2):61-64, 2012.
- ELIAS, L.P.; BELIK, W.; CUNHA, M. P. D.; GUILHOTO, J. J. M. Impactos socioeconômicos do Programa Nacional de Alimentação Escolar na agricultura familiar de Santa Catarina. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 57, p. 215-233, 2019.
- FÁLCON, J.; MIGAUD, H.; MUNOZ-CUETO, J. A.; CARRILLO, M. Current knowledge on the melatonin system in teleost fish. **General Comparative Endocrinology**, San Diego, v. 165, n. 3, p. 469-482, 2010.
- FATMA ABIDI, S.; KHAN, M. A. Dietary tryptophan requirement of fingerling rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), based on growth and body composition. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 41, n. 5, p. 700-709, 2010.

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

FRACALOSSO, D.M; CYRINO, J.P. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para aquicultura brasileira. **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, Florianópolis. 2013.

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.

GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, CARM Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **BALDISSEROTTO, B. Espécies nativas para piscicultura no Brasil**, v. 3, p. 147-168, 2010.

GREEN, J. A.; HARDY, R. W. The optimum dietary essential amino acid pattern for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), to maximize nitrogen retention and minimize nitrogen excretion. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 27, n. 1, p. 97-108, 2002.

GUERRA-FLORES, H.; ALCÁNTARA-BOCANEGRA, F.; SÁNCHEZ-RIVEIRO, H.; QUIRO, S. A. Hibridacion de paco, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) por gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) em Iquitos – Peru. **Folia Amazonica**, Loreto, v. 4, n. 1, p. 107- 114, 1992.

HASHIMOTO, D. T.; SENHORINI, J. A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Interspecific fish hybrids in brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**. v.4, p.108 – 118, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE, **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v. 48, p.1-12, 2020.

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas sobre o cultivo do Tambaqui, do Pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aquicultura**, v. 14, p. 27-39, 2004.

LEAL, V. G. B.; DE FREITAS, R. A.; DA SILVA HIPY, A.; ALMEIDA, F. F. L.; DE OLIVEIRA, A. T.; ARIDE, P. H. R.; PANTOJA-LIMA, J. Avaliação do desempenho zootécnico de linhagens melhoradas de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) na Amazônia central. **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**, 11(5), 227-236. 2020.

LEHNINGER, A. Aminoácidos, peptídeos e proteínas. In: NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger: Princípios de bioquímica**. 4. Ed. São Paulo: Salvier, Cap. 2, p. 74-111. 2007.

LEPAGE, O.; LARSON, E. T.; MAYER, I.; WINBERG, S. Tryptophan affects both gastrointestinal melatonin production and interrenal activity in stressed and nonstressed rainbow trout. **Journal of Pineal Research**, Copenhagen, v. 38, n. 4, p. 264-271, 2005.

LI, P.; MAI, K.; TRUSHENSKI, J. WU, G. **New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds**. Amino Acids, 11p. 2009.

LIMA, C. S. **Proteína bruta em rações para alevinos de tambaqui e sua redução com suplementação de aminoácidos**. Dissertação (Pós-Graduação). Pós-graduação em Ciência Animal-Universidade Federal do Maranhão. Chapadina, p. 71. 2013.

LIMA, C.S.; SIVEIRA, M.M; TUESTA, G.M.R. Nutrição proteica para peixes. **Ciência Animal**, v.25. n.4 p. 27-34, 2015.

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.

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.

NIKAIDO, Y.; UEDA, S.; TAKEMURA, A. Photic and circadian regulation of melatonin production in the Mozambique tilápia *Oreochromis mossambicus*. **Comparative Biochemistry Physiology A**, v. 152, n. 1, p. 77-82, 2009.

NRC (National Research Council). **NUTRIENT REQUIREMENTS OF FISH AND SHRIMP**. Washington. 2011.

PAULA, F.G.; SILVA, P.C.; OLIVEIRA, R.P.; et al. Desempenho produtivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* fêmea x *P. brachypomum* macho) mantidos em viveiros fertilizados. In: **Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Maringá. Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009b. 1CD-ROM. 2009.

PEIXE BR. Anuário Brasileiro da piscicultura. **Associação brasileira de piscicultura**. Pinheiros-SP, 79p. 2022. Acesso em 11 de julho de 2022.

PESSOA, N. O. **Avaliação Cinética do Sêmen de Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) Congelado Meio à Base de Água de Coco em Pó (ACP-104®) ou Ringer em Três Meios de Ativação**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza. 44 f. 2009.

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.

PINHEIRO, D. A.; SANTOS, E. V.; NEVES, L. G.; DIAS, M. T. Ectoparasitos em híbrido tambatinga provenientes de piscicultura em tanque- rede no estado do amapá (brasil). **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo. 2015.

PORTZ, L.; ANTONUCCI, A. M; UEDA, B. H.; DOTTA, G.; GUIDELLI, G.; ROUMBEDAKIS, K.; MARTINS, M. L.; TAVECHIO, W. L. G. Parasitos de peixes

de cultivo e ornamentais. **Parasitologia de peixes de água doce do Brasil**, p. 85-114. 2013.

PORTZ, L.; FURUYA W. M. Energia, proteína e aminoácidos. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Florianópolis, cap. 4, p. 65-77. 2012.

QUINTERO-PARDO, A. M. C.; GIAQUINTO, P. C. Influence of diets supplemented with tryptophan on self-balancing, feed intake and productive performance in white cachama (*Piaractus brachypomus*). **Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line)**, v. 10, n. 1, p. 13-22, 2016.

RIEGEL, R. E. **Bioquímica**. 5. ed. São Leopoldo: Unisinos, p. 197. 2012.

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.

SANTOS; LIMA, E.; ALMEIDA, M.C.; FRADADOLLI; LUIZ, F.; MENESES; RODRIGUES, D.; TEMOTEO; CORREIRA, M.; LIRA; EDMAR, J.; FORTES; ROCHA, C. Considerações sobre o manejo nutricional e alimentar de peixes carnívoros. **Revista Eletrônica Nutritime**. Artigo 195, v.11, N. 02, p. 2314, 2351, 2013.

SIQUEIRA, J. C. D., SAKOMURA, N. K., NASCIMENTO, D. C. N., & FERNANDES, J. B. K. Modelos matemáticos para estimar as exigências de lisina digestível para aves de corte ISA Label. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 1732-1737. 2009.

SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável. V.25, n.49, 119-170. 2018.

SOUSA, M. C.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; MARCHÃO, R. S.; SOUSA, T. J. R.; TAKISHITA, S. S. Lysine requirements of tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* × ♂ *Piaractus brachypomus*) fingerlings using different diet formulation techniques. **Aquaculture Nutrition**, 27(6), 1825-1836. 2021.

TAKISHITA, S. S. **Relações de treonina e triptofano com a lisina digestível em rações para alevinos de tilápia do nilo**. Tese – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2012.

VÁSQUEZ-TORRES, W. A pirapitinga, reprodução e cultivo. **Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil**. Santa Maria, UFSM, 470p, p. 203-223, 2005.

VIDAL JUNIOR, M. V. **Técnicas de determinação de digestibilidade e determinação da digestibilidade de nutrientes de alimentos para tambaqui**

(*Collossoma macropomum*). Viçosa, MG: UFV. 96p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2000.

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.

ZEHRA, S.; KHAN, M. A. Dietary tryptophan requirement of fingerling *Catla Catla* (Hamilton) based on growth, protein gain, RNA/DNA ratio, haematological parameters and carcass composition. **Aquaculture Nutrition**, v. 21, n. 5, p. 690-701, 2015.

## ANEXO ÚNICO



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 Aracides Sousa Pereira*

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

**goubr**

Universidade Estadual do Maranhão  
Estrada São João, s/nº  
Dama - 65115-000  
São Luís - Maranhão - Brasil