

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

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E
EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE ALEVINOS DE TAMBATINGA**

Aluna: Maylanne Sousa de Lima
Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim
Coorientadora: Prof. Ma. Antonia Francisca Lima Cardoso

Chapadinha-MA

2022

MAYLANNE SOUSA DE LIMA

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E
EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE ALEVINOS DE TAMBATINGA**

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

Orientador: Dr. Marcos Antonio Delmondes
Bomfim

Coorientadora: Prof. 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

Lima, Maylanne Sousa de.

Níveis de triptofano digestível da ração sobre o desempenho e eficiência alimentar de alevinos de tambatinga / Maylanne Sousa de Lima. - 2022.

34 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 essencial. 2. Aminoácido limitante. 3. Ganho de peso. 4. *Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum*. 5. Proteína ideal. I. Bomfim, Marcos Antonio Delmondes. II. Cardoso, Antonia Francisca Lima. III. Título.

MAYLANNE SOUSA DE LIMA

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E
EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE ALEVINOS DE TAMBATINGA**

Aprovada em: 26 / 07 / 2022

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

Banca examinadora

Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim (Orientador)

Universidade Federal do Maranhão

Ma. Antonia Francisca Lima Cardoso (Coorientadora)

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro

Universidade Federal do Maranhão

Me. Rafael Silva Marchão

Universidade Federal do Vale do São Francisco

CHAPADINHA, MA

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e por ter me dado forças para superar todas as dificuldades ao longo da minha caminhada.

Aos meus pais Gilmar Rodrigues e Maria Francisca, por todo amor e carinho dedicado a mim, por sempre estarem dispostos a me ajudar e apoiar, e por toda confiança em mim depositado. A minha irmã e companheira de vida Maylla Lima, por acreditar em mim quando eu não acreditava que era capaz, e ao meu irmão Rodrigo Lima pelo seu carinho. Aos meus familiares pelo apoio.

Ao Centro de Ciências de Chapadinha- CCCh da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, por colaborar de forma significativa para minha formação profissional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, por ter me aceito em seu grupo de pesquisa desde do meu primeiro ano de graduação e a minha coorientadora, Prof. Me. Antonia Francisca Lima Cardoso, pelos valiosos ensinamentos profissionais. Ao Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro pela confiança depositada em mim nesses últimos dois anos.

Aos meus primos Hyanne e Hygo, por estar comigo em todos os momentos de alegria e dificuldade e pela amizade consolidada desde criança.

Aos meus amigos que se tornaram parte de minha família, em especial, Eduarda Castro, Mayara Raposo, Maria Gomes, Thiago Nascimento e Maykon Nunes pela compreensão, carinho e amor dedicado, no qual fizeram parte de minha formação e que vão continuar presentes em minha vida, mesmo em longas distância.

Aos meus amigos de curso, em especial, Sabrina, Eduarda, Mayara, Maria, Thiago, Rodolfo, Mateus e Antônio, pela amizade, apoio e por todos momentos felizes.

A todos do grupo de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos do Maranhão (LANUMA), em especial, Rafael, Antonia (Carol), Maylla, Thiago, Maria, Vanilsa, Vinicius, Romulo, Jaqueline, Kleber, Geisiane, Beatriz, Dayana e Neliane, pela amizade e contribuição para a realização deste trabalho, e todos aqueles que colaboraram de alguma forma.

A todos os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE ALEVINOS DE TAMBATINGA

Objetivou-se avaliar os efeitos dos níveis dietéticos de triptofano sobre o desempenho e eficiência alimentar de alevinos de tambatinga (*Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum*). Foram utilizados 875 alevinos de tambatinga com peso médio inicial de $0,64 \pm 0,03$ g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos, cinco repetições e vinte e cinco peixes por unidade experimental. Os tratamentos constituíram-se de 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 a técnica da diluição das dietas. Utilizou-se um tratamento adicional (dieta controle), constituído de ração contendo 0,300% de triptofano digestível (dieta com 0,250% suplementada com 0,051% de L-Triptofano). Os peixes alimentados com a dieta controle apresentaram um desempenho superior, e melhor conversão alimentar, em relação aos alimentados com a ração contendo 0,250% de triptofano. O aumento dos níveis de triptofano digestível proporcionou um maior consumo de ração até o nível de 0,292%, estimado por meio da intersecção da equação quadrática + *Linear Response Plateau* - LRP. O consumo de triptofano digestível aumentou até o nível de 0,337%, estimado por meio do modelo LRP. O ganho de peso e taxa de crescimento específico aumentaram de forma quadrática até os níveis estimados de 0,346% e 0,349%, respectivamente. A conversão alimentar e eficiência de triptofano para ganho de peso reduziram linearmente com o aumento dos níveis de triptofano digestível nas rações (0,250 - 350%). A recomendação do nível de triptofano digestível em ração para alevinos de tambatinga é de 0,346%, por proporcionar maior ganho de peso.

Palavras-chaves: Aminoácido essencial. Aminoácido limitante. Ganho de peso. *Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum*. Proteína ideal.

ABSTRACT

DIGESTIBLE TRYPTOPHAN LEVELS IN RATIONS OF TAMBATINGA FINGERLINGS ON THE PERFORMANCE AND FEED EFFICIENCY

The objective was to evaluate the effects of dietary tryptophan levels on performance and feed efficiency of tambatinga fingerlings (*Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum*). A total of 875 tambatinga fingerlings with an average initial weight of 0.64 ± 0.03 g were used, distributed in a completely randomized design, consisting of seven treatments, five replications and twenty-five fish per experimental unit. The treatments consisted of 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 diet dilution technique. An additional treatment (control diet) was used, consisting of a diet containing 0.300% digestible tryptophan (diet with 0.250% supplemented with 0.051% L-Tryptophan). The fish fed the control diet showed a superior performance, and better feed conversion, compared to those fed the diet containing 0.250% tryptophan. The increase in digestible tryptophan levels provided a higher feed intake up to the level of 0.292%, estimated through the intersection of the quadratic equation + Linear Response Plateau – LRP. Digestible tryptophan intake increased to the level of 0.337%, estimated using the LRP model. Weight gain and specific growth rate increased quadratically to estimated levels of 0.346% and 0.349%, respectively. Feed conversion and tryptophan efficiency for weight gain decreased linearly with increasing levels of digestible tryptophan in the diets (0.250 - 350%). The recommended level of digestible tryptophan in the diet for tambatinga fingerlings is 0.346%, as it provides greater weight gain.

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

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo Geral	13
2.2. Objetivos Específicos.....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1. O tambatinga (<i>Piaractus brachipomus</i> x <i>Colossoma macropomum</i>).....	14
3.2. Proteína e aminoácidos para peixes	15
3.3. Triptofano	16
4. METODOLOGIA	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28
ANEXO ÚNICO	34

LISTA DE FIGURAS

Tabela 1- Classificação dos aminoácidos essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais	14
Tabela 2 – Composição percentual e química da ração isenta de proteína e das rações experimentais (matéria natural)	18
Tabela 3 – 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.....	21
Tabela 4 – Equações de regressão ajustadas, 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.....	22

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Representação gráfica do consumo de ração de alevinos de tambatinga em função da elevação dos níveis de triptofano digestível na ração.....23
- Figura 2. Representação gráfica do ganho de peso de alevinos de tambatinga em função da elevação dos níveis de triptofano digestível da ração.....25
- Figura 3. Representação gráfica da taxa de crescimento específico de alevinos de tambatinga em função da elevação dos níveis de triptofano digestível da ração.....25

1. INTRODUÇÃO

A piscicultura no Brasil tem se desenvolvido pelas condições climáticas que são favoráveis à adaptação dos peixes, disponibilidade de recursos hídricos e diversidade de espécies nativas e exóticas (BRANDÃO et al., 2009; LOPES et al., 2010; BOSCOLO et al., 2011; LIMA et al., 2015).

Os peixes redondos são as espécies nativas mais cultivadas em sistema intensivo no Brasil (PEIXE BR, 2022). Dentre essas encontra-se o tambatinga (*Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum*), um peixe híbrido decorrente do cruzamento do macho de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) com fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*) (PINHEIRO et al., 2015).

Os peixes que vivem em ambiente natural conseguem suprir suas exigências nutricionais pela diversidade de alimentos disponíveis no ambiente (RIBEIRO et al., 2012). Entretanto, os mantidos em cativeiros necessitam de dietas balanceadas, principalmente em aminoácidos essenciais e não essenciais, para o melhor desenvolvimento corporal culminando em seu crescimento (MAHANJANE JÚNIOR, 2020).

Na formulação das dietas balanceadas, tem-se utilizado o conceito de proteína ideal, definida como o balanceamento minucioso de aminoácidos, de maneira que atenda a exigência de todos os aminoácidos, a partir da proposta de que cada aminoácido essencial seja expresso em relação a um aminoácido referência, normalmente a lisina por ter características que facilitam o seu uso como, ser utilizado quase que exclusivamente para a síntese proteica, pelo baixo custo para sua obtenção na forma industrial e por suas análises serem realizadas com maior rapidez, para manutenção e crescimento e reprodução da espécie (FRACALOSSO & CYRINO, 2013; FURUYA et al., 2005; SANTOS et al., 2013).

Uma técnica que tem sido utilizada para a formulação das dietas é a técnica de diluição das dietas proposta por Fisher & Morris, (1970). Essa técnica consiste em diluir duas dietas, uma isenta de proteína com alto teor energético e outra com alto teor de proteína e com deficiência do aminoácido teste, obtendo assim, dietas com níveis intermediários do aminoácido teste (SOUSA et al., 2021; SIQUEIRA et al., 2013).

Entre os aminoácidos essenciais o triptofano é um dos mais limitantes juntamente com a lisina, metionina e treonina em dietas formuladas com alimentos de origem vegetal,

sendo necessário sua suplementação nas dietas, quando apresenta-se em níveis abaixo da exigência, para não comprometer o desempenho e qualidade da carcaça (BOMFIM et al., 2020).

Considerando a carência de informações sobre a exigência de triptofano para alevinos de tambatinga, assim como os efeitos do nível de triptofano digestível sobre o desempenho e eficiência alimentar, justifica-se a necessidade de avaliar os níveis dietéticos de triptofano digestível sobre o desempenho e eficiência alimentar de alevinos de tambatinga.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar os efeitos dos níveis dietéticos de triptofano da ração sobre o desempenho e eficiência alimentar de alevinos de tambatinga (*Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum*), utilizando a técnica de diluição de dietas na formulação das rações experimentais.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar os efeitos da variação dietética dos níveis de triptofano digestível sobre variáveis de desempenho de alevinos de tambatinga;
- Avaliar os efeitos da variação dietética dos níveis de triptofano sobre a eficiência alimentar de alevinos de tambatinga;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O tambatinga (*Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum*)

A piscicultura no Brasil é uma atividade em grande crescimento e isso pode estar atrelado, em sua grande parte, ao aumento da produção de peixes de cultivo. Em 2021, o Brasil produziu 841.005 toneladas de tilápias, peixes nativos e outras espécies, tendo assim o crescimento de 4,7% em relação ao ano anterior. A produção de tilápias correspondeu a 63,5% do total da piscicultura brasileira, os peixes nativos foram responsáveis por 31,2% do total da produção brasileira e as outras espécies foram responsáveis por 5,3% da produção total em 2021 (PEIXE BR, 2022).

Dentre os peixes nativos, a produção de híbridos vem crescendo nos últimos anos. Em 2020, as espécies tambacu e tambatinga ocuparam o terceiro lugar no ranking da piscicultura com 43,4 mil toneladas, correspondendo a 7,9% da participação total da piscicultura. As regiões que alavancaram essa produção foram a Centro-Oeste responsável por 58,1% com destaque o estado de Mato Grosso e o Nordeste com 26,6% dando destaque ao estado do Maranhão (FILHO; RODRIGUES & REZENDE, 2016; IBGE, 2020).

O peixe tambatinga é um híbrido resultante do cruzamento do macho do pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) com fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Seu hábito alimentar é onívoro podendo ser também frugífero- herbívoro (CRUZ et al., 2006). Apresenta características de superioridade em relação as suas espécies parentais quanto à produtividade e crescimento demonstrando ser mais tolerante a variações de temperaturas e a baixos níveis de oxigênio na água (DIAS et al., 2012; HASHIMOTO et al, 2012; SILVA-ACUÑA & GUEVARA, 2002). É interessante ressaltar que esse híbrido pode apresentar melhor conversão alimentar e rendimento de carcaça do que o tambaqui (PAULA, 2009).

Como características anatômicas, o tambatinga apresenta corpo alto comprimido lateralmente, sua coloração é clara com a extremidade das nadadeiras caudal e anal avermelhadas (SILVA, 2016). O aparelho bucal é composto por oito dentes, sendo distribuídos por seis na parte dentígera inferior e dois dentes pronunciados (ALENCAR ARARIPE, 2009).

3.2. Proteína e aminoácidos para peixes

As proteínas são moléculas constituídas por aminoácidos que apresentam importantes funções para o organismo dos peixes. Dentre elas, constituem a formação e manutenção de tecidos e órgãos, participam na formação de anticorpos, hormônios, enzimas e atuam no transporte de minerais (LIMA et al., 2015; PAULINO, 2018).

A proteína é o nutriente mais oneroso nas dietas e que é mais exigida na nutrição, no entanto, os peixes só conseguem utilizar a proteína das dietas de forma eficaz se estiver devidamente em equilíbrio com os aminoácidos que participam de sua composição (BOMFIM et al., 2020), uma vez que, os peixes assim como outros animais não ruminantes, metabolicamente, não demandam exigência em proteína bruta e sim do adequado balanceamento de aminoácidos essenciais e não essenciais (WILSON, 2002; GONÇALVES et al., 2009; TAKISHITA et al., 2009; LIMA et al., 2016).

Os aminoácidos são classificados em essenciais e não essenciais. Os essenciais os peixes não conseguem sintetizar em quantidade ou velocidade suficiente para suprir as exigências nutricionais requeridos para seu desenvolvimento, portanto, devem ser oferecidos diariamente na dieta dos animais (CAVALHEIRO et al., 2014). Os aminoácidos não essenciais são aqueles que os peixes conseguem fazer a síntese tanto pela modificação de algum aminoácido, como pelo metabolismo celular (RODRIGUES, 2019). Existem ainda os condicionalmente essenciais, no qual sua essencialidade depende de alguns fatores como a idade, o estado fisiológico, a disponibilidade de substrato para conversão ou da capacidade absorptiva do animal (SAKOMURA et al., 2014) (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação dos aminoácidos essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais.

AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS	AMINOÁCIDOS NÃO ESSENCIAIS	CONDICIONALMENTE ESSENCIAIS
Lisina	Ácido glutâmico	Cisteína
Metionina	Glutamina	Tirosina
Treonina	Cistina	Arginina
Triptofano	Glicina	Prolina
Arginina	Serina	
Histidina	Alanina	

Isoleucina	Aspartato
Leucina	Asparagina
Fenilalanina	
Valina	

Adaptado de Sakomura et al., (2014)

Os aminoácidos são importantes para o controle e manutenção das principais vias metabólicas dos animais (BOARTTI, 2018). Quando consumidos em menor quantidade que o requerido pode ocorrer a redução do crescimento e da síntese proteica (BOMFIM, et al., 2008; JUNIOR, 2015). Por outro lado, aminoácido em excesso na dieta é utilizado tanto para síntese de proteínas como para desaminar a estrutura carbônica, depositar em forma de lipídeo ou ser utilizado como fonte de energia (GONÇALVES, et al., 2009).

Uma alternativa para reduzir o excesso ou a deficiência de aminoácidos é diminuir o teor de proteína bruta da dieta e realizar a suplementação de aminoácidos industriais de acordo com o conceito de proteína ideal (BOMFIM et al., 2008; ARARIPE et al., 2011; GIRÔTTO JÚNIOR et al., 2013).

A proteína ideal é definida como o balanceamento minucioso de aminoácidos, de maneira que supra a exigência de todos os aminoácidos, e devem ser expressos em relação a um aminoácido de referência, normalmente a lisina (FRACALOSSO & CYRINO, 2013; SANTOS et al., 2013). O balanceamento adequado dos aminoácidos reduz os efeitos de eutrofização na água pela menor liberação de nitrogênio no meio ambiente (BOMFIM et al., 2020).

3.3.Triptofano

O triptofano é um aminoácido essencial e é encontrado em pequenas quantidades em dietas tendo base os alimentos de origem vegetal. Desta forma torna-se indispensável seu fornecimento nas rações visando o melhor desempenho dos peixes (CAVALHEIRO et al., 2014).

O triptofano tem como função, auxiliar no crescimento, síntese proteica e atuar no metabolismo fisiológico dos peixes. Além disso, é precursor do neurotransmissor serotonina, da niacina (vitamina B3) e estimula a secreção de alguns hormônios, como a insulina e o hormônio de crescimento. A serotonina é responsável pelas alterações na

mudança de comportamento, humor, agressividade, etc. Os níveis desse neurotransmissor no cérebro dependem da suplementação de triptofano nas dietas (ROSSI & TIRAPEGUI, 2004).

Hoshiba(2007), em estudos com larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*), observou que a suplementação dos níveis de triptofano (0,48g – 3,36g de L-triptofano) nas dietas não influenciou no crescimento das larvas, entretanto, reduziu as taxas de canibalismo e sobrevivência da fase larval. A suplementação dietética desse aminoácido em outro estudo demonstrou redução no estresse em diferentes condições de manejo em juvenis dessa mesma espécie, devido a participação do L-triptofano na mediação de liberação do cortisol no organismo (MARTINS, 2013).

Em estudos com alevinos de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) para determinar a relação ideal de triptofano: lisina digestível, a exigência foi estimada em 0,298% de triptofano digestível por atender as necessidades nutricionais dos alevinos (TAKISHITA, 2012). Trabalhando com alevinos de tambaqui, Bomfim, et al. (2020) determinaram a exigência de triptofano digestível em 0,323% por melhorar as variáveis de ganho de peso e deposição de proteína corporal.

Pesquisas realizadas objetivando determinar a exigência nutricional de triptofano para o tambatinga ainda são escassas, embora seja de suma importância para obter informações necessárias visando o melhor manejo de cultivo da espécie.

4. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências de Chapadinha – CCCh, da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, localizado no município de Chapadinha, Maranhão, com duração de 45 dias.

Foram utilizados 875 alevinos de tambatinga com peso médio inicial de $0,64 \pm 0,03$ g. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos, 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, formuladas com base no conceito de proteína ideal, utilizando a técnica da diluição (FISHER & MORRIS, 1970; SOUSA et al., 2021). 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 1).

Para constatar que o triptofano está em nível subótimo em cada dieta experimental avaliada (primeiro aminoácido limitante), foi utilizado um tratamento adicional (dieta 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 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 peletizadas e os peixes foram alimentados *ad libitum* diariamente, em seis refeições (08:00h; 10:00h; 12:00h; 14:00h; 16:00h e 18h), em pequenas quantidades, com sucessivos repasses até a saciedade aparente.

A limpeza das caixas foi realizada diariamente por sifonagem, sempre após a aferição da temperatura da água. A temperatura da água foi monitorada diariamente, às 8:00h e 18:00h. O controle de pH, o oxigênio dissolvido e amônia total na água foram realizados a cada sete dias.

Tabela 2 – Composição percentual e química da ração isenta de proteína e das rações experimentais (matéria natural).

Ingredientes (%)	DIP*	Nível de Triptofano Digestível (%)						
		0,25	0,275	0,3	0,325	0,35	0,375 DR**	0,3 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
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 ⁵	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Vitamina C ⁴	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		
DIP*	100,00	33,33	26,67	20,00	13,33	6,67	0,00	DC***
DR**	0,00	66,67	73,33	80,00	86,67	93,33	100,00	
Composição calculada¹								
Proteína Bruta (%)	0,00	21,33	23,47	25,60	27,73	29,87	32,00	21,37
Proteína Digestível (%) ³	0,00	19,59	21,55	23,51	25,47	27,43	29,39	19,63
Energia Digestível (kcal/kg) ³	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. (%) ²	0,000	1,563	1,719	1,875	2,031	2,188	2,344	1,563
Met. + Cis Digest. (%) ²	0,000	1,063	1,169	1,275	1,381	1,488	1,594	1,063
Treonina Digest. (%) ²	0,000	1,203	1,323	1,444	1,564	1,684	1,805	1,203
Triptofano Total (%) ²	0,000	0,270	0,297	0,324	0,351	0,378	0,405	0,321
Triptofano Digest. (%) ²	0,000	0,250	0,275	0,300	0,325	0,350	0,375	0,300
Isoleucina Digest. (%) ²	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;

** Dieta referência (0,375% de triptofano digestível);

*** Dieta teste = D1 + 0,051% de L-Triptofano;

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

² 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);

³ 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);

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

⁵ 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.

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. As variáveis de desempenho e eficiência alimentar foram calculadas 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, descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP) ou pela primeira intersecção da equação quadrática com o platô do modelo LRP, conforme o melhor ajuste obtido para cada variável. Os efeitos da dieta controle com a dieta de menor nível foram avaliados mediante o teste T a nível de cinco por cento 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 o 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.

Os animais submetidos a dieta controle (0,300%) apresentaram maiores consumo de ração, consumo de triptofano digestível, ganho de peso, taxa de crescimento específico, e menor eficiência de utilização de triptofano para ganho de peso em relação aos alimentados com o menor nível de triptofano digestível avaliado (0,250%) (Tabela 2). Isso demonstra que o triptofano foi o primeiro aminoácido limitante em todas as dietas experimentais e os resultados obtido das variáveis estão relacionados apenas com os níveis de triptofano digestível e não ao teor de proteína bruta das rações.

Tabela 3 – 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 digestível (%)	Variável					
	CR (g)	CTD (mg)	GP (g)	TCE (%/dia)	CA (g/g)	ETGP (g/g)
DC	20,57	61,70	18,36	8,07	1,12	297,76
0,250	18,17*	45,63*	15,65*	7,68*	1,16	344,28*
0,275	20,15	55,40	18,27	8,03	1,11	329,13
0,300	20,81	62,42	19,65	8,19	1,06	314,50
0,325	21,05	68,41	19,79	8,21	1,07	288,75
0,350	20,24	70,84	21,11	8,39	0,97	297,84
0,375	20,09	75,33	20,11	8,28	1,00	266,38
<i>P > F</i>	0,047	<0,001	0,007	0,003	0,001	<0,001
Valor de <i>P</i> Linear	0,046	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Valor de <i>P</i> Quadrática	0,004	NS	0,046	0,041	NS	NS
Valor de <i>P</i> LRP	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	NS	NS
CV (%)	6,65	6,88	10,72	3,22	6,23	6,14

DC – Dieta Controle (0,250+0,51% 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 ($P < 0,05$).

NS – Não significativo ($P > 0,05$)

O aumento dos níveis de triptofano digestível influenciou todas as variáveis de desempenho avaliadas. Para o consumo de ração houve ajuste para os modelos linear, quadrático e *Linear Response Plateau*- LRP ($P < 0,05$), estimando a exigência em 0,325% pelo modelo quadrático e em 0,280% pelo modelo *Linear Response Plateau*- LRP (Tabela 2 e 3).

Tabela 4 – Equações de regressão ajustadas, 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 ²	Exigência (%)
CR (g)	L	$\hat{Y} = 11,556X + 16,472$	0,28	-----
CR (g)	Q	$\hat{Y} = -471,511X^2 + 306,251X - 28,714$	0,92	0,325
CR (g)	LRP	$\hat{Y} = 20,516 - 79,029(0,280 - X)$	0,88	0,280
CR (g)	Q + LRP	$20,516 = -471,511X^2 + 306,251X - 28,714$	–	0,292
CTD (g)	L	$\hat{Y} = 230,664X - 9,111$	0,96	-----
CTD (g)	LRP	$\hat{Y} = 73,086 - 303,827(0,337 - X)$	0,98	0,337
GP (g)	L	$\hat{Y} = 35,424X + 8,028$	0,74	-----
GP (g)	Q	$\hat{Y} = -525,302X^2 + 363,738X - 42,313$	0,96	0,346
GP (g)	LRP	$\hat{Y} = 20,109 - 49,866(0,327 - X)$	0,89	0,327
TCE (%/dia)	L	$\hat{Y} = 4,694X + 6,663$	0,76	-----
TCE (%/dia)	Q	$\hat{Y} = -64,878X^2 + 45,243X + 0,445$	0,96	0,349
TCE (%/dia)	LRP	$\hat{Y} = 8,275 - 6,468(0,329 - X)$	0,89	0,329
CA (g/g)	L	$\hat{Y} = -1,378X + 1,493$	0,84	-----
ETGP (g/g)	L	$\hat{Y} = -581,859X + 488,644$	0,93	-----

Destaque-se que o modelo LRP pode subestimar o nível ótimo por não levar em consideração a curva de crescimento do animal e nem a “lei dos mínimos retornos”, visto que a partir do momento em que o desempenho do animal atinge estabilidade e a exigência for atendida não haverá resposta com o acréscimo do nível estimado (PACK et al., 2003; SILVA et al., 2018; SIQUEIRA et al., 2009). Por outro lado, o modelo quadrático pode proporcionar superestimativa da exigência, considerando que assume simetria bilateral com a inclusão do nutriente, no qual a redução da resposta segue a mesma intensidade do acréscimo (SILVA et al., 2018; SIQUEIRA et al., 2009; EUCLYDES & ROSTAGNO, 2002).

Desta forma, visando contornar as críticas dos dois modelos estatísticos, pode-se estimar um nível ótimo intermediário por meio da intersecção dos dados obtendo um valor de maneira objetiva (BAKER et al., 2002; SILVA et al., 2018). O nível de triptofano digestível da ração estimado para otimizar consumo de ração correspondente à primeira intersecção da equação quadrática com o platô estimado pelo modelo LRP foi de 0,292% (Tabela 3, Figura 1).

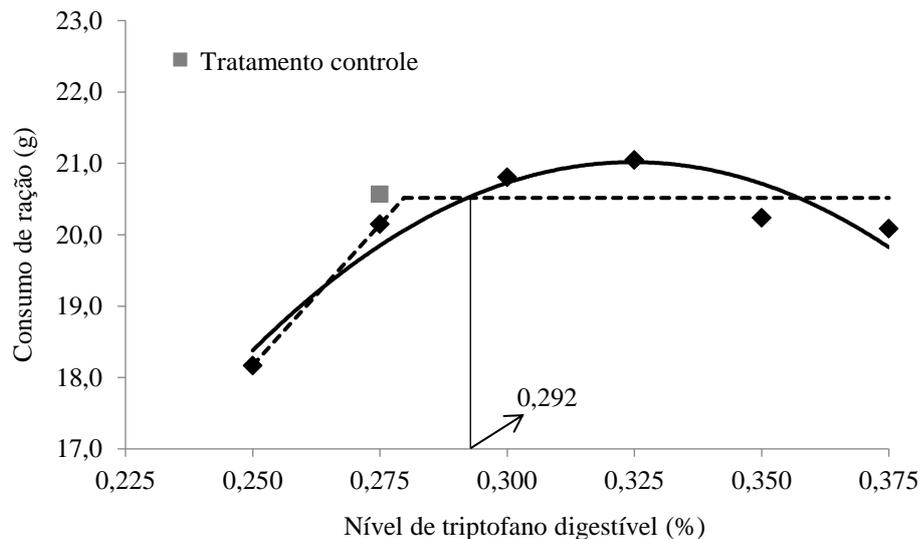


Figura 1. Representação gráfica do consumo de ração de alevinos de tambatinga em função da elevação dos níveis de triptofano digestível na ração.

O aumento do consumo de ração correlacionado à elevação dos níveis de triptofano digestível, também foi observado por Ahmed, (2012) para alevinos de peixe-gato indiano (*H. fossilis*). Isso pode ser explicado pelo fato que nas fases iniciais os peixes demandam maior exigência nutricional e que o aumento no consumo de ração está correlacionado com maior consumo de energia e dos demais nutrientes.

O consumo de triptofano digestível aumentou de forma linear ($P < 0,001$) de acordo com a elevação da sua concentração na ração. Porém, o modelo *Linear Response Plateau*- LRP ($P < 0,001$) foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,337% o nível de triptofano digestível a partir do qual ocorreu um platô (Tabelas 2 e 3). Maiores consumos de triptofano digestível foram observados nas dietas em que tinham os níveis mais elevados de triptofano digestível. Isso demonstra a importância desse aminoácido essencial para o

peixe tambatinga, assim como observado para outras espécies de peixe de cultivo, como para alevinos de tambaqui (BOMFIM et al., 2020), alevinos de catfish (AHMED, 2012) e alevinos de tilápia-do-Nilo (TAKISHITA, 2012).

A elevação dos níveis de triptofano digestível na ração aumentou o ganho de peso e a taxa de crescimento específico dos alevinos de tambatinga de forma significativa ($P < 0,05$) para os modelos linear, quadrático e *Linear Response Plateau*-LRP, tendo melhor ajuste ao modelo quadrático ($P < 0,05$) estimando em 0,346% e 0,349% o nível de triptofano digestível, respectivamente (Tabela 3, Figuras 2 e 3).

O resultado para ganho de peso e taxa de crescimento específico obtido neste estudo é semelhante ao observado por Pianesso, et al., (2015) que estimaram em 0,340% a exigência de triptofano digestível para maior ganho de peso em juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*). Porém, é superior ao determinado por Bomfim, et al., (2020) que estimaram em 0,323% a exigência de triptofano digestível para alevinos de tambaqui para maior ganho de peso e taxa de crescimento específico e por Farhat, et al., (2014) que estimaram em 0,280% a exigência de triptofano digestível, correspondente a relação de 19,5% de triptofano: lisina digestível, por proporcionar melhor ganho de peso dos alevinos de peixe-gato (*Heteropneustes fossilis*). Quinteiro-Pardo & Giaquinto, (2016) não observaram efeito para o ganho de peso para cachama branca (*Piaractus brachypomus*) com a suplementação de triptofano nas dietas que variaram de 0,32% - 1,92% de triptofano. A diferença observada neste estudo para alevinos de tambatinga em comparação aos demais estudos apresentados, está relacionado ao efeito da fase de cultivo, a variação no tamanho dos animais, ao hábito alimentar de cada espécie e/ou modelo estatístico utilizado para determinar o nível ótimo para cada animal.

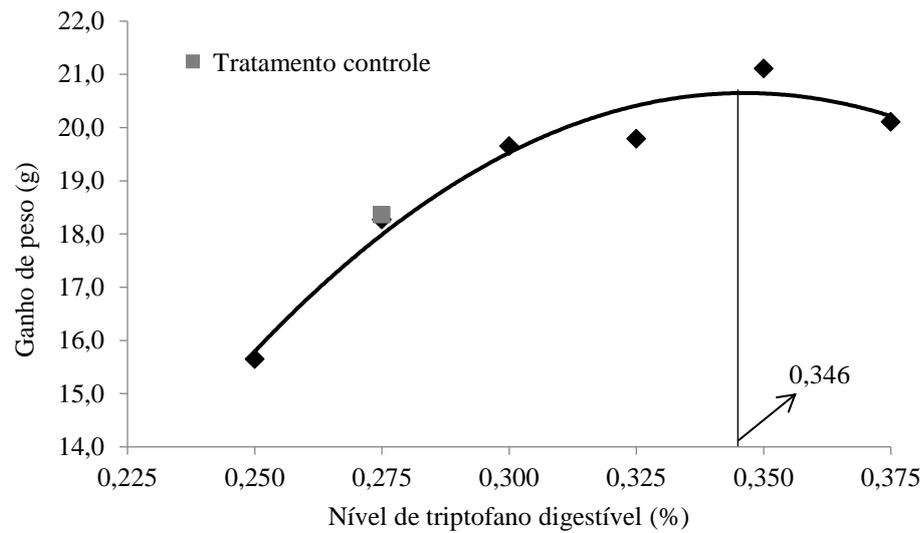


Figura 2. Representação gráfica do ganho de peso de alevinos de tambatinga em função da elevação dos níveis de triptofano digestível da ração.

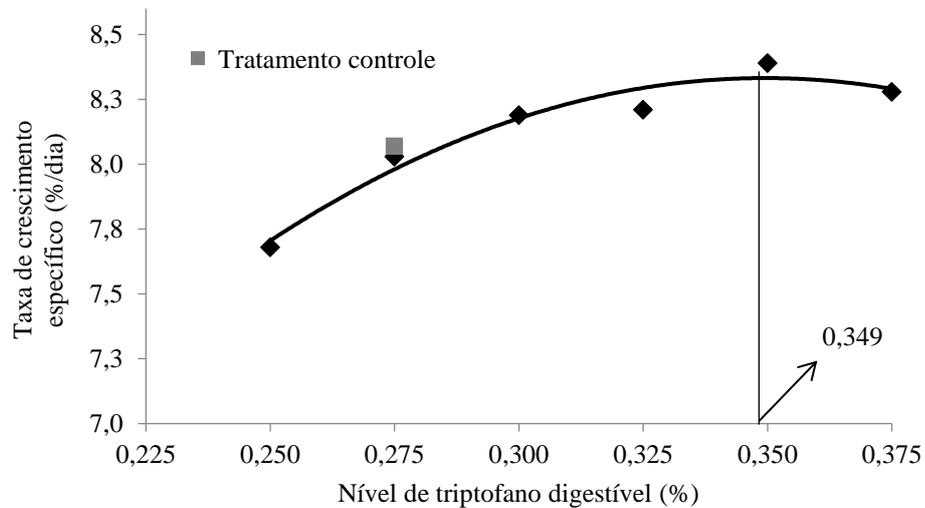


Figura 3. Representação gráfica da taxa de crescimento específico de alevinos de tambatinga em função da elevação dos níveis de triptofano digestível da ração.

A suplementação de triptofano nas dietas estimula a secreção de hormônios como a insulina e o hormônio do crescimento; e o triptofano participa do metabolismo de proteínas e lipídeos em peixe (AHMED, 2012). Os acréscimos de triptofano digestível até o nível ótimo encontrado para o ganho de peso (0,346%) e taxa de crescimento específico (0,349%),

demonstra que o menor desempenho dos peixes foi observado nos níveis abaixo dos níveis estimados, visto que a deficiência de um aminoácido essencial limita o crescimento dos animais podendo estar associado à redução da síntese proteica (BOMFIM et al., 2020; SILVA et al., 2018; NRC, 2011).

Em relação a conversão alimentar, reduziu linearmente com a elevação dos níveis de triptofano digestível na ração. A suplementação de triptofano digestível relacionado com o aumento do ganho de peso e o consumo de ração refletiu em melhor conversão alimentar, apesar do seu nível ótimo não ter sido determinado, sugerindo assim que a utilização do triptofano foi eficaz para a formação de tecido magro (BOMFIM et al., 2010; SILVA et al., 2018).

A elevação de triptofano digestível na ração influenciou a eficiência de triptofano para ganho de peso que reduziu de forma linear. Com o aumento de triptofano digestível na ração houve menor contribuição desse aminoácido para o incremento de ganho de peso. Isso porque o excedente do triptofano assim como dos demais aminoácidos na dieta, em sua grande parte, foram utilizados para outras vias metabólicas que não estão relacionados somente com a síntese de proteína corporal. (SIQUEIRA et al., 2013).

6. CONCLUSÃO

A recomendação do nível de triptofano digestível em ração para alevinos de tambatinga é de 0,346%, por proporcionar maior ganho de peso.

REFERÊNCIAS

- AHMED, I. Dietary amino acid L-tryptophan requirement of fingerling Indian catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), estimated by growth and haemato-biochemical parameters. **Fish physiology and biochemistry**, v. 38, n. 4, p. 1195-1209, 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**. 77f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal do Piauí, Teresinha-PI, 2009.
- ARARIPE, M. N. B. A.; ARARIPE, H. G. A.; LOPES, J. B.; CASTRO, P. L.; BRAGA, T. E. A.; FERREIRA, A. H. C.; ABREU, L. Redução da proteína bruta com suplementação em rações para alevinos de tambatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.40, n.9, p.1845-1850, 2011.
- BAKER, D. H.; BATAL, A. B.; PARR, T. M.; AUGSPURGER, N. R.; PARSONS, C. M. Ideal ration (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v. 81, n. 4, p. 485-494, 2002.
- BOARATTI, A.Z. **Relação entre aminoácidos essenciais em dietas para pacu (*Piaractus mesopotamicus*) na fase inicial de crescimento utilizando o método de deleção**. Dissertação (Pós-Graduação) - Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista – Unesp. Jaboticabal- SP, 2018.
- BOMFIM, M. A. D. Estratégias nutricionais para redução das excreções de nitrogênio e fósforo nos sistemas de produção de peixes no Nordeste: sustentabilidade ambiental e aumento da produtividade. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 122-140, 2013.
- 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-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1713-1720, 2008.
- 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-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 1-8. 2010.
- BOMFIM, M. A. D.; MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. SILVA, L. R.; TAKISHITA, S. S. Digestible tryptophan requirement for tambaqui (*Colossoma macropomum*) fingerlings. **Revista Ciência Agronômica**. v.51, n.2, 2020.
- BOSCOLO, W.R.; BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J.M.A.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40.p.145-154, 2011.
- BRANDÃO, L.V.; PEREIRA-FILHO, M.; GUIMARÃES, S.F.; FONSECA, F.A.L. Suplementação de metionina e/ou lisina em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **ACTA Amazonica**, v.39, n.3, p.675 - 680, 2009.

- CAVALHEIRO, A.C.M.*; CASTRO, M.L.S.; EINHARDT, M.D.S.; POUHEY, J.L.O.F.; PIEDRAS, S.N.; XAVIER, E.G. Microingredientes utilizados em alimentação de peixes em cativeiro revisão use of microingredients in farmed fish feeding – a review. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. RCPV 109 (589-590) 11-20, 2014.
- 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, 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.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. Planejamento experimental em avicultura e interpretação de resultados. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2002. p.117-133.
- FARHAT; KHAN, M. A. Exigência dietética de L-triptofano de alevinos de peixe-gato, *Heteropneustes fossilis* (Bloch). **Aquaculture Research**. 45 (7), 1224-1235. 2014
- FILHO, M. X. P., RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. **Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil**. Ativos da Aquicultura (CNA – Brasil), ano 2, Ed. 7, 2016.
- 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.; 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.
- GIRÔTTO JÚNIOR, C. J.; BRUSTOLINI, P. C.; SILVA, F. C. O.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; NALON, P. M.; MOUTINHO, J. V. Suplementação de aminoácidos para redução de proteína bruta em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade. **Arquivos de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.4, p. 1131-1138, 2013.
- GOMES, L. C.; SIMÕES, L.N.; ARAUJÚ-LIMA, C. A. R. M.; BALDISSEROTO, B. **Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. 2º.Ed. Editora: UFSM, Santa Maria, p. 175-204, 2010.

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

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.

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.

HOSHIBA, M. A. **Enriquecimento da alimetação das larvas de matrinxã (*brycon amazonicus*) com aminoácidos. Influência do crescimento inicial e sobrevivência das larvas.** Dissertação (Pós-Graduação). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal-SP. 2007.

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

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.

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

LOPES, J.M.; PASCOAL, L.A.F.; SILVA FILHO, F.P.D.; SANTOS, I.B.; WATANABE, P.H.; ARAUJO, D.D.M.; PINTO, D.C.; OLIVEIRA, P.D.S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde de Produção e Animal**. v.11, n2, p. 519-526, 2010.

MAHANJANE JÚNIOR, A. **Análise económica e desempenho produtivo de juvenis de Tilápia Nilótica (*O. niloticus*) submetidos a dietas com diferentes níveis de farinha de resíduos de filetagem do bagre africano (*C. gariepinus*) como fonte de proteína.** Tese (Doutorado). Universidade Eduardo Mondlane. 2020.

MARTINS, T.P. **Efeito do l-triptofano na mediação do estresse de transporte e social do matrinxã (*brycon amazonicus*).** Dissertação (Pós-Graduação). Pós-Graduação do Centro de Aquicultura- UNESP. Jaboticabal-SP, 2013.

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.

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

PACK, M.; HOEHLER, D.; LEMME, A. Economic assessment of amino acid responses in growing poultry. In: D'MELLO, J.P.F. (Ed.) **Amino acids in animal nutrition**. Cambridge: CABI Publishing, p.459-483. 2003.

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.

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.

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

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 43-51. 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.

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.

RIBEIRO, P. A. P.; MELO, D. C.; COSTA, L. S.; TEIXEIRA, E. A. Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 2012.

RODRIGUES, A.T. **Perfil ideal de aminoácidos essenciais em dietas para tilápia-do-nilo, 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.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal, SP. Funep, 116 p. 2014.

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.

SILVA, J. C., BOMFIM, M. A. D., LANNA, E. A. T., RIBEIRO, F. B., DE SIQUEIRA, J. C., DE SOUSA, T. J. R., MARCHÃO, R. S., DO NASCIMENTO, D. C. N. Lysine requirement for tambaqui juveniles. **Semina: Ciências Agrárias**, 39(5), 2157-2168. 2018.

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.

SILVA-ACUÑA, A.; GUEVARA, M. Evolución de las dietas comerciales sobre em el crecimiento del híbrido *Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*. **Zootecnia Tropical**, 20: 449 – 459. 2002.

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, J. C. D.; SAKOMURA, N. K.; DOURADO, L. R. B.; EZEQUIEL, J. M. B.; BARBOSA, N. A. A.; FERNANDES, J. B. K. Técnicas de formulação de dietas e exigências de lisina de frangos de corte de 1 a 22 dias de idade. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 15, 123-134. 2013.

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.

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.

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

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.

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 Araciso Sousa Pereira

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



Instituto Acadêmico de Engenharia
Estrutural e Meio Ambiente
Rua dos Anjos, 1300 - Fátima
65065-900 - São Luís - MA
Telefone: (98) 3241-1000
Site: www.ufma.br