



## **Digestibilidade de ingredientes de origem animal para tambaqui e tilápia do Nilo**

**Geisiane Silva Sousa**

Discente de Mestrado, UFMA, Brasil  
geisiane.sousa.discente.ufma@gmail.com

**Marcos Antonio Delmondes Bomfim**

Professor Doutor, UFMA, Brasil.  
mad.bomfim@ufma.br

**Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento**

Professora Doutora, UFMA, Brasil.  
daphinne.nagib@ufma.br

**Rafael Silva Marchão**

Discente de Doutorado, UNIVASF, Brasil.  
rafaelmarchao@yahoo.com.br

**Felipe Barbosa Ribeiro**

Professor Doutor, UFMA, Brasil.  
felipe.barbosa@ufma.br

**Jefferson Costa de Siqueira**

Professor Doutor, UFMA, Brasil.  
jc.siqueira@ufma.br

Submissão: 19/03/2025

Aceite: 05/05/2025

SOUSA, Geisiane Silva; BOMFIM, Marcos Antonio Delmondes; NASCIMENTO, Daphne Cardoso Nagib do; MARCHÃO, Rafael Silva; RIBEIRO, Felipe Barbosa; SIQUEIRA, Jefferson Costa de. Digestibilidade de ingredientes de origem animal para tambaqui e tilápia do Nilo. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 21, n. 2, 2025. DOI: [10.17271/1980082721220256151](https://doi.org/10.17271/1980082721220256151).

Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum\\_ambiental/article/view/6151](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/6151)

Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Digestibilidade de ingredientes de origem animal para tambaqui e tilápia do Nilo

### RESUMO

**Objetivo** - determinar a digestibilidade proteica, energética e de fósforo das farinhas de: carne e ossos, peixe, sangue, penas e vísceras aplicados em rações para tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

**Metodologia** - foram utilizados 48 tambaquis e 48 tilápias com peso médio  $198,15 \pm 3,11$  e  $134,89 \pm 2,22$  gramas, respectivamente. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial (grupo x espécie), composto por 10 tratamentos (cinco alimentos x duas espécies), três repetições no tempo e oito peixes por unidade experimental.

**Originalidade/relevância** - O estudo compara, de forma simultânea, a digestibilidade de cinco farinhas de origem animal por duas das principais espécies da aquicultura brasileira, tambaqui e tilápia, sob um mesmo protocolo experimental. Essa abordagem fornece dados padronizados e comparáveis, pouco comuns na literatura. A relevância prática é notória, já que os coeficientes de digestibilidade obtidos podem ser diretamente utilizados na formulação de rações, contribuindo para a redução de custos, melhora da eficiência alimentar e simplificação da formulação para múltiplas espécies.

**Resultados** - o tambaqui obteve maior coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) para proteína bruta (PB) da farinha de peixe (87,20%) e a tilápia apresentou melhor CDA para PB das farinhas: carne e ossos (85,43%), peixe (86,38%) e vísceras (85,92%). Quanto ao coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB), a tilápia obteve melhor resultado com a farinha de carne e ossos (89,69%) e o tambaqui demonstrou maior CDAEB para as farinhas: carne e ossos (82,77%), peixe (85,01%) e vísceras (86,04%). Ambas as espécies apresentaram maior CDA do fósforo total (FT) para a farinha de sangue. As espécies aproveitaram de forma semelhante às farinhas de peixe (68,22%), sangue (90,36%), penas (55,68%) e vísceras (60,01%). Em termos práticos, e considerando as excepcionalidades, podem-se adotar valores médios para os coeficientes de digestibilidade de alimentos de origem animal para ambas as espécies, visto que, as diferenças observadas para o CDA da PB para os DOIs peixes foram apenas para as farinhas de sangue e vísceras.

**Contribuições teóricas/metodológicas** - A pesquisa atualiza os coeficientes de digestibilidade de proteína, energia e fósforo de ingredientes de origem animal para peixes tropicais, demonstrando que, com exceções, valores médios podem ser utilizados para tambaqui e tilápia, facilitando a formulação de rações em policultivos. O uso de delineamento fatorial com duas espécies e cinco ingredientes, aliado a três repetições no tempo, confere maior robustez estatística e confiabilidade aos resultados.

**Contribuições sociais e ambientais** - O estudo contribui para a eficiência alimentar e redução de custos na piscicultura, beneficiando pequenos e médios produtores com maior previsibilidade zootécnica e melhor planejamento produtivo. Além disso, favorece a sustentabilidade ao reduzir a carga de nutrientes no ambiente e estimular o uso de coprodutos da indústria animal, promovendo a economia circular no setor.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Colossoma macropomum*. Farinha de origem animal. *Oreochromis niloticus*. Valor nutricional.

## Digestibility of Animal-Based Ingredients for Tambaqui and Nile Tilapia

### ABSTRACT

**Objective** - to determine the protein, energy and phosphorus digestibility of meals from: meat and bones, fish, blood, feathers and viscera applied in diets for tambaqui (*Colossoma macropomum*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).

**Methodology** - 48 tambaquis and 48 tilapias with average weights of  $198.15 \pm 3.11$  and  $134.89 \pm 2.22$  grams, respectively, were used. The experiment was set up in a completely randomized design, factorial scheme (group x species), composed of 10 treatments (five foods x two species), three replicates in time and eight fish per experimental unit.

**Originality/relevance** - The study simultaneously compares the digestibility of five animal-based meals by two of the main Brazilian aquaculture species, tambaqui and tilapia, using the same experimental protocol. This approach provides standardized and comparable data, uncommon in the literature. The practical relevance is clear, since the

digestibility coefficients obtained can be directly used in feed formulation, contributing to cost reduction, improved feed efficiency and simplification of formulation for multiple species.

**Results** - tambaqui obtained the highest apparent digestibility coefficient (ADC) for crude protein (CP) from fishmeal (87.20%) and tilapia presented the best ADC for CP from the following meals: meat and bones (85.43%), fish (86.38%) and viscera (85.92%). Regarding the apparent digestibility coefficient of gross energy (ADCEG), tilapia obtained the best result with meat and bone meal (89.69%) and tambaqui demonstrated the highest ADCEG for the following meals: meat and bones (82.77%), fish (85.01%) and viscera (86.04%). Both species presented the highest ADC of total phosphorus (TP) for blood meal. The species made similar use of fish meal (68.22%), blood (90.36%), feathers (55.68%) and viscera (60.01%). In practical terms, and considering the exceptionalities, average values can be adopted for the digestibility coefficients of foods of animal origin for both species, since the differences observed for the CDA of PB for the two fish were only for blood and viscera meals.

**Theoretical/methodological contributions** - This study updates the digestibility coefficients for protein, energy, and phosphorus in animal-based ingredients for tropical fish, demonstrating that, with exceptions, average values can be used for tambaqui and tilapia, facilitating the formulation of feeds in polycultures. The use of a factorial design with two species and five ingredients, combined with three replicates, provides greater statistical robustness and reliability to the results.

**Social and environmental contributions** - The study contributes to feed efficiency and cost reduction in fish farming, benefiting small and medium-sized producers with greater zootechnical predictability and improved production planning. Furthermore, it promotes sustainability by reducing the nutrient load on the environment and encouraging the use of byproducts from the animal industry, promoting a circular economy in the sector.

**KEYWORDS:** *Colossoma macropomum*. Animal-based meal. *Oreochromis niloticus*. Nutritional value.

## Digestibilidad de ingredientes de origen animal para tambaqui y tilapia del Nilo

### RESUMEN

**Objetivo** – determinar la digestibilidad de proteínas, energía y fósforo de harinas de: carne y huesos, pescado, sangre, plumas y vísceras aplicadas en dietas para tambaqui (*Colossoma macropomum*) y tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

**Metodología** - Se utilizaron 48 tambaquis y 48 tilapias con pesos promedio de  $198,15 \pm 3,11$  y  $134,89 \pm 2,22$  gramos, respectivamente. El experimento se diseñó con un diseño completamente aleatorizado, esquema factorial (grupo x especie), compuesto por 10 tratamientos (cinco alimentos x dos especies), tres réplicas en el tiempo y ocho peces por unidad experimental.

**Originalidad/relevancia** - El estudio compara simultáneamente la digestibilidad de cinco harinas de origen animal de dos de las principales especies acuícolas brasileñas, el tambaqui y la tilapia, utilizando el mismo protocolo experimental. Este enfoque proporciona datos estandarizados y comparables, poco comunes en la literatura. La relevancia práctica es clara, ya que los coeficientes de digestibilidad obtenidos pueden utilizarse directamente en la formulación de alimentos, contribuyendo a la reducción de costos, la mejora de la eficiencia alimentaria y la simplificación de la formulación para múltiples especies.

**Resultados** - el tambaqui obtuvo el mayor coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) para proteína cruda (PC) de harina de pescado (87,20%) y la tilapia presentó el mejor CDA para PC de las siguientes harinas: carne y huesos (85,43%), pescado (86,38%) y vísceras (85,92%). Con respecto al coeficiente de digestibilidad aparente de energía bruta (CEBD), la tilapia obtuvo el mejor resultado con harina de carne y huesos (89,69%) y el tambaqui demostró el mayor CDA para las siguientes harinas: carne y huesos (82,77%), pescado (85,01%) y vísceras (86,04%). Ambas especies presentaron el mayor CDA de fósforo total (PT) para harina de sangre. Las especies hicieron un uso similar de harina de pescado (68,22%), sangre (90,36%), plumas (55,68%) y vísceras (60,01%). En términos prácticos, y considerando las excepciones, se pueden adoptar valores promedio para los coeficientes de digestibilidad de los alimentos de origen animal para ambas especies, ya que las diferencias observadas para el CDA de PB para los dos peces fueron solo para las harinas de sangre y vísceras.

**Contribuciones teóricas y metodológicas** - Este estudio actualiza los coeficientes de digestibilidad de proteína, energía y fósforo en ingredientes de origen animal para peces tropicales, demostrando que, salvo excepciones, se pueden utilizar valores promedio para tambaqui y tilapia, lo que facilita la formulación de alimentos en policultivos.



El uso de un diseño factorial con dos especies y cinco ingredientes, combinado con tres réplicas, proporciona mayor robustez estadística y fiabilidad a los resultados.

**Contribuciones sociales y ambientales** - El estudio contribuye a la eficiencia alimentaria y la reducción de costos en la piscicultura, beneficiando a los pequeños y medianos productores con una mayor previsibilidad zootécnica y una mejor planificación de la producción. Además, promueve la sostenibilidad al reducir la carga de nutrientes en el medio ambiente y fomentar el uso de subproductos de la industria pecuaria, promoviendo así una economía circular en el sector.

**PALABRAS CLAVE:** *Colossoma macropomum*. Harina de origen animal. *Oreochromis niloticus*. Valor nutricional.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, várias espécies são cultivadas, dentre elas o tambaqui e a tilápia, os quais têm como principais vantagens a tolerância a ambientes com níveis reduzidos de oxigênio dissolvido, rápido crescimento, constante produção de alevinos, grande aceitabilidade no mercado e alto valor nutritivo (SENA, 2012).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é natural da África. Esta espécie possui como principais características: hábito alimentar onívoro e fácil aceitação de rações inseridas em sua dieta desde a fase pós-larval. A tilapicultura mundial é uma das mais importantes fontes geradoras de alimentos, logo, essa espécie está presente em mais de 140 países dos cinco continentes com produção anual global ascendente, inserindo no mercado, em 2020, cerca de 6.100.719 toneladas de peixes. Apenas o Brasil, em 2021, produziu 361.286,198 toneladas de tilápia (FAO, 2018; FAO, 2020; IBGE, 2022).

Quanto ao tambaqui (*Colossoma macropomum*), este é um caracídeo pertencente à classe Actinopterygii, ordem Characiformes, também de hábito alimentar onívoro, nativo das bacias dos rios Amazonas e Orinoco (QUIRINO *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2024). Esse peixe alcança a maturidade sexual entre o 3º e o 4º ano de idade e, no ambiente natural, pode atingir, em média, 1 metro de comprimento e 45 quilogramas (VARELA *et al.*, 2021). Em 2022, a produção do tambaqui, juntamente com outras espécies nativas, ultrapassou 267.000 toneladas, representando 31,04% do total de peixes produzidos no Brasil (PEIXE BR, 2023).

Com o crescente cultivo dessas espécies, sobretudo o tambaqui, os pesquisadores têm intensificado os estudos voltados para melhorar sua alimentação em confinamento (PORTO *et al.*, 2020), visto que a nutrição baseada em rações comerciais representa o principal custo de produção para sistemas intensivos, sendo esta a principal fonte de nutriente para os animais confinados (SENA, 2012; BASSANI; ROCHA, 2020). Nesse contexto, a inclusão de subprodutos de origem animal nas rações contribui para a sustentabilidade do setor, ao reduzir a geração de resíduos sólidos, as emissões de gases de efeito estufa e os impactos ambientais, como a eutrofização (AGUILAR; PAULINO, 2024).

O aproveitamento desses ingredientes, que de outro modo poderiam ser destinados a aterros sanitários ou incineração, está alinhado aos princípios da economia circular e reduz a pressão sobre fontes proteicas convencionais, como a farinha de peixe. Além disso, favorece uma nutrição mais eficiente, com menor excreção de nutrientes como nitrogênio e fósforo, os quais estão associados à degradação da qualidade da água em viveiros e corpos d'água (RESENDE; CUSTÓDIO, 2024; SILVA; SANO; CHAVES, 2024). Essa abordagem também pode representar uma alternativa economicamente viável, ao diminuir os custos produtivos.

Para alcançar tais benefícios e aumentar a eficácia da produção, é fundamental estabelecer as necessidades nutricionais e os índices de digestibilidade dos alimentos utilizados na fabricação de rações (seja à base de alimentos de origem animal e/ou vegetal), a fim de desenvolver dietas equilibradas que melhorem o desempenho zootécnico e minimizem a geração de resíduos (PORTO *et al.*, 2020).

De modo geral, as dietas elaboradas para peixes utilizam ingredientes oriundos dos subprodutos da agricultura e do abate de animais, o qual este último dá procedência às farinhas de origem animal (ARAGÃO *et al.*, 2022). Embora essas farinhas sejam, em geral,

fontes valiosas de aminoácidos e energia – por apresentarem maior teor de gorduras em relação às farinhas de origem vegetal, além de elevadas concentrações minerais –, é essencial que sua inclusão nas dietas seja realizada em proporções adequadas, com o objetivo de evitar efeitos indesejados como o processo de rancificação e desequilíbrios nutricionais (MACHADO; DILELIS; LIMA, 2021; MENEZES *et al.*, 2021; SILVA, E. *et al.*, 2024).

Dentre os minerais presentes nas farinhas de origem animal, o fósforo apresenta destaque, uma vez que se encontra totalmente disponível à digestão (não associado ao fitato). Outra fonte de fósforo importante é o fosfato bicálcico, considerado principal fonte inorgânica de suplementação deste mineral em rações, sobretudo nas formuladas à base de alimentos de origem vegetal (MEYER *et al.*, 2019). Contudo, pesquisas com não ruminantes (MEYER *et al.*, 2019; ROSTAGNO *et al.*, 2017) indicam que o coeficiente de digestibilidade dessas fontes é inferior a 100%.

Considerando que a composição de uma ração deve levar em conta as frações dos nutrientes e energia com potencial uso no metabolismo animal, a determinação dos coeficientes de digestibilidade dos componentes nutricionais contidos nos ingredientes utilizados nas dietas de peixes é de extrema relevância a formulação de rações balanceadas que melhor atendam às necessidades nutricionais do animal, como mostrado no recente estudo dos pesquisadores Aragão *et al.* (2020) e Rodrigues *et al.* (2022), que reforçam essa relevância.

Considerando a importância dessas espécies na piscicultura, objetivou-se com este trabalho determinar os coeficientes de digestibilidade proteica, energética e de fósforo de ingredientes de origem animal utilizados em rações para tambaqui e tilápia do Nilo.

## **2 OBJETIVO**

Determinar a composição bromatológica e a digestibilidade proteica, energética e de fósforo de ingredientes de origem animal utilizados em rações para tambaqui e tilápia do Nilo.

## **3 METODOLOGIA**

O experimento foi realizado de acordo com as normas éticas de pesquisa com animais após aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA - UFMA) da Universidade Federal do Maranhão com protocolo de nº 23115.012035/2018-37. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos do Maranhão (LANUMA), no Centro de Ciências de Chapadinha – CCCh da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, localizado no município de Chapadinha – Maranhão.

Foram avaliados 05 ingredientes: farinha de peixe, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras, farinha de penas e farinha de sangue.

Para a determinação da digestibilidade da energia bruta, proteína bruta e fósforo total de cada ingrediente, foram utilizados 48 tambaquis (*Colossoma macropomum*) e 48 tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), ambos na fase de crescimento com peso médio 198,15



$\pm 3,11$  e  $134,89 \pm 2,22$  gramas, respectivamente. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial (grupo x espécie), composto por 10 tratamentos (cinco alimentos x duas espécies), três repetições no tempo (referem-se à repetição do mesmo conjunto de tratamentos em três momentos distintos) e oito peixes por unidade experimental. As coletas, em cada tempo, ocorreram até a obtenção do quantitativo necessário de amostras para realizar as análises laboratoriais.

Confeccionaram-se seis rações, sendo uma referência, à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), e as demais contendo uma mistura de 69,90% da ração referência e 30% dos alimentos testados. Acrescentou-se às rações experimentais 0,10% de óxido de cromo (99,90% da ração experimental + 0,10% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como indicador externo indigestivo na determinação de coeficientes de digestibilidade por método indireto (NRC, 2011). Neste sentido, um grupo adicional de 8 peixes por espécie foi utilizado para determinação do coeficiente de digestibilidade da ração referência (99,90% da ração referência + 0,10% do indicador).

Tabela 1 - Composição percentual e química da ração referência (matéria natural)

<b>Ingredientes (%)</b>	
Farelo de soja (45%)	54,995
Milho	36,386
Óleo de soja	4,400
DL-Metionina (99%)	0,159
L-Treonina (98,5%)	0,065
Calcário Calcítico	0,323
Fosfato Bicálcico	2,594
Suplemento Vitamínico e Mineral <sup>(1)</sup>	0,500
Vitamina C <sup>(2)</sup>	0,050
Sal	0,508
Antioxidante (BHT)	0,020
<b>Composição calculada<sup>(3)</sup></b>	
Proteína Bruta (%) <sup>(4)</sup>	29,09
Energia Bruta (kcal/kg) <sup>(4)</sup>	4.231,00
Extrato Etéreo (%)	6,61
Fibra Bruta (%)	3,54
Ca Total (%)	0,90
P Total (%) <sup>(4)</sup>	0,97
Na Total (%)	0,22
Lisina Total (%)	1,618
Met. + Cist Total (%)	0,982
Treonina Total (%)	1,159
Triptofano Total (%)	0,368
Relação EB/PB (Kcal/g)	14,72

Fonte: Autor, 2023.

<sup>(1)</sup>Suplemento vitamínico e mineral comercial (5 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D3, 200.000 UI; Vit. E, 1.200 mg; Vit. K3, 2.400 mg; Vit. B1, 4.800 mg; Vit. B2, 4.800 mg; Vit. B6, 4.800 mg; Vit. B12, 4.800 mg; Vit. C, 48 g; ác. Fólico, 1.200 mg; pantotenato de Ca, 12.000 mg; Vit. C, 48.000 mg; biotina, 48 mg; cloreto de colina, 108 g; niacina, 24.000 mg; Fe, 50.000 mg; Cu, 3.000 mg; Mn, 20.000 mg; Zn, 30.000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg. <sup>(2)</sup>Vit. C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo. <sup>(3)</sup>Com base nos valores propostos por Rostagno *et al.* (2017). <sup>(4)</sup>Com base nos coeficientes disponibilidade/digestibilidade propostos para tilápia do Nilo por Furuya *et al.* (2010).

No período pré-experimental, os peixes foram estocados em caixas de polietileno (aquários) com capacidade volumétrica de 1.000 litros, dotadas de sistema de abastecimento e

drenagem individuais, além de aeração suplementar, e foram alimentados com ração experimental.

No período experimental, os peixes foram transferidos para incubadoras de fibra de vidro de formato cônico (220 litros), adaptadas para coleta de fezes e dotadas de aeração. Durante o dia, os peixes recebiam as rações experimentais e a ração referência em seis refeições *ad libitum* (8h, 10h, 12h, 14h, 15h e 16h), por arrasto manual, realizando-se sucessivos repasses, possibilitando a ingestão máxima, até a aparente saciedade. Após 30 minutos da última alimentação, realizava-se a limpeza das incubadoras, renovação de 70% da água e cobertura com lonas pretas sobre cada incubadora para evitar contaminação de resíduos provenientes do ar. No período noturno foram realizadas as coletas das fezes entre 18h e 06h do dia seguinte.

Nas incubadoras de fibra de vidro foram acopladas, na porção inferior, coletores de polietileno com volume médio de 240 mililitros adaptados para coletar as fezes por decantação (método de Guelph modificado), conforme Abimorad e Carneiro (2004). Para evitar a fermentação das fezes, os coletores foram mantidos em caixas térmicas com gelo durante todo período de coleta que ocorreu em intervalos de duas horas, em média, totalizando 6 coletas. Para realizar a coleta, fechava-se o registro acoplado entre o coletor e a incubadora, retirava o coletor e descartava-se o sobrenadante. As fezes (decantadas) foram depositadas em placa de petri e levada a estufa de circulação forçada para secagem, sob temperatura de 65°C durante 72 horas para fins de análises laboratoriais.

Os ingredientes das rações experimentais foram moídos, misturados, umedecidos com água aquecida a 50°C, em média, e peletizados utilizando moinho de carne para minimizar a possibilidade de lixiviação de ingredientes. Em seguida, as rações foram secas por um tempo médio de 72 horas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, trituradas e peneiradas (peneira com malha de 3,00 mm) obtendo-se péletes com diâmetros de  $\cong 3$  mm.

A digestibilidade aparente da proteína bruta, energia bruta e do fósforo total de cada ingrediente e da ração referência foi estimada por meio do cálculo do fator de indigestibilidade, utilizando-se as fórmulas apresentadas por Pezzato *et al.* (2004).

$$CDAr (\%) = 100 - \left[ 100 \times \left( \frac{\% \text{ indicador da dieta}}{\% \text{ indicador nas fezes}} \right) \times \left( \frac{\% \text{ nutriente nas fezes}}{\% \text{ nutriente da dieta}} \right) \right]$$

Em que: (%) CDAr = coeficiente de digestibilidade aparente da ração.

$$CDA_{ing} (\%) = \frac{CD_{rt} - (b \times CD_{rb})}{a}$$

Em que:  $CDA_{ing} (\%)$  = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente;  $CD_{rt}$  = coeficiente de digestibilidade aparente da ração com o ingrediente teste;  $CD_{rb}$  = coeficiente de digestibilidade aparente da ração basal;  $b$  = percentagem da ração basal;  $a$  = percentagem do ingrediente teste.

A temperatura da água das caixas foi monitorada duas vezes ao dia (08h e 16h), com o auxílio de um termômetro de bulbo de mercúrio graduado de 0 a 50° C. Os teores do potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD) e da amônia (NH<sub>3</sub>) na água foram



aferidos a cada 3 dias por intermédio de um potenciômetro, oxímetro e kit comercial para teste de amônia tóxica, respectivamente.

A composição bromatológica dos ingredientes e das rações foram realizadas na empresa C.B.O Análises Laboratoriais LTDA, com exceção das determinações da matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e óxido crômico, que foram conduzidas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, conforme procedimentos descritos por Detmann *et al.* (2021).

As análises estatísticas foram processadas com auxílio do software *InfoStat* (2008) e os dados, interpretados por meio de análise de variância ao nível de cinco por cento de probabilidade. Os efeitos da espécie sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes avaliados foram comparados utilizando o teste F. Os efeitos significativos sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes avaliados foram comparados por teste *Tukey* (P 0,05).

#### 4 RESULTADOS

Os parâmetros físico-químicos da água, tanto nas caixas d'água quanto nas incubadoras, mantiveram-se constantes no decorrer do experimento, com valores dentro da faixa considerada adequada para o cultivo de ambas as espécies. A temperatura diária permaneceu em  $26,01^{\circ}\text{C} \pm 1,10$  e o nível de oxigênio dissolvido (OD) em  $6,67 \pm 1,15\text{ mg L}^{-1}$ , superior a  $5\text{ mg L}^{-1}$ , portanto ideal, não sendo observado prolapso labial no tambaqui (IZEL-SILVA *et al.*, 2020). O potencial hidrogeniônico (pH) se manteve em  $6,33 \pm 0,23$ , resultado considerado favorável, uma vez que o ideal estabelecido fica entre 6 e 9 (GOMES; BORGES; FERREIRA, 2025). A concentração de amônia se manteve  $\leq 1,00\text{ mg L}^{-1}$ , dentro dos limites aceitáveis (NASCIMENTO, L. T. *et al.*, 2020).

Os dados referentes à análise da composição dos alimentos testados estão organizados na Tabela 2 e os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína dos alimentos na Tabela 3. A composição das farinhas de origem animal encontram-se relativamente similares aos valores e variações apresentados nas tabelas brasileiras para nutrição de tilápias (FURUYA *et al.*, 2010) e tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais (ROSTAGNO *et al.*, 2017). Ressalta-se que essas farinhas normalmente não seguem uma padronização de composição devido à origem do material e seu processamento (MACHADO; DILELIS; LIMA, 2021).

Tabela 2 - Composição nutricional dos ingredientes utilizados no experimento (matéria natural)

Componente nutricional	Farinha de carne e ossos	Farinha de peixes	Farinha de sangue	Farinha de penas	Farinha de vísceras
MS (%)	94,81	89,31	93,49	93,22	93,03
PB (%)	49,88	64,34	84,44	80,48	59,00
EB (Kcal/kg)	3.795	4.365	5.334	5.398	4.800
EE (%)	13,12	8,02	1,66	7,68	15,20
MM (%)	32,27	23,55	3,41	2,59	17,44
F total (%)	5,49	3,29	0,12	0,43	2,70

Fonte: Autor, 2023.

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EB: energia bruta; MM: matéria mineral; F: fósforo.

O valor da proteína bruta da farinha de carne e ossos (49,88%) está entre os encontrados na literatura, com percentuais que variam de 37,90% a 59,00% (PEZZATO *et al.*, 2002; FURUYA *et al.*, 2010; ROSTAGNO *et al.*, 2017). De modo similar, a energia bruta (3.795 Kcal/kg), em que estudos mostram variação de 3.022,53 a 4.176,00 Kcal/kg (PEZZATO, 2002; ABIMORAD; CARNEIRO, 2004; FURUYA *et al.*, 2010; ROSTAGNO *et al.*, 2017). Quanto ao fósforo total (5,49%), os resultados demonstrados em outros trabalhos são de 5% a 7,5% (ROSTAGNO *et al.*, 2017; MACHADO; DILELIS; LIMA, 2021).

Os teores de proteína bruta (64,34%) e da energia bruta (4.365,00 Kcal/kg) da farinha de peixes apresentaram resultados superiores aos citados em diferentes pesquisas, com valores mínimos de 53,93% para a proteína e 3.436,13 Kcal/kg para a energia e máximos de 63,80% e 4.199 Kcal/kg (GONÇALVES; CARNEIRO, 2003; ABIMORAD; CARNEIRO, 2004; FURUYA *et al.*, 2010; ROSTAGNO *et al.*, 2017). Ao passo que, o fósforo total (3,29%) apresentou valor inferior ao disposto nas tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias (4,33%) (FURUYA *et al.*, 2010).

O valor observado na farinha de sangue para proteína bruta (84,44%) encontra-se dentro da faixa citada por diferentes autores, variando de 73,44% a 84,50%. A energia bruta (5.334,00 Kcal/kg) apresentou valor similar ao disposto na literatura 4756,00 Kcal/kg a 5.725,83 Kcal/kg, diferente do fósforo total (0,12%), com resultado inferior, 0,24% a 0,32%. (PEZZATO *et al.*, 2002; GONÇALVES; CARNEIRO, 2003; HENN, 2004; FURUYA *et al.*, 2010; PEZZATO *et al.*, 2012; ROSTAGNO *et al.*, 2017; MACHADO, DILELIS; LIMA, 2021).

A respeito da farinha de penas, os dados para proteína bruta (80,48%) e energia bruta (5.398,00 Kcal/kg) estão semelhantes aos expostos nas tabelas brasileiras para aves e suínos, com respectivos valores que variam entre 76,20-83,10% e 5.137-5.238,00 Kcal/kg (ROSTAGNO *et al.*, 2017). Quanto ao extrato etéreo (7,68%) observado, o valor encontra-se inferior ao apontado na revisão elaborada por Henriques, Rodrigues e Lazzari (2018) de 15,60%, enquanto que a matéria mineral (2,59%) foi inferior ao resultado observado 5,40% demonstrado no trabalho do autor citado.

No que diz respeito à composição da farinha de vísceras, os valores encontrados neste estudo para proteína bruta (59,00%) e energia bruta (4.800,00 Kcal/kg) estão análogos aos citados por Furuya *et al.* (2010) e por Abimorad e Carneiro (2003), em média, 58,64% e 4.616,71 Kcal/kg. O conteúdo de fósforo total (2,70%) da farinha de vísceras obtido neste estudo está dentro da faixa de valores apresentados por Rostagno *et al.* (2017), que variam de 2,54% a 4,68%.

Essas diferenças nas composições bromatológicas dos alimentos são justificáveis devido à falta de padronização decorrente das composições das matérias-primas e diferentes processamentos (VIEIRA *et al.*, 2007).

Para os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) foi observado interação ( $P < 0,05$ ) entre os alimentos e as espécies, indicando que o aproveitamento digestivo da proteína bruta dos alimentos pode variar entre as diferentes espécies (Tabela 3). Não houve diferença estatística para os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB) entre as espécies para as farinhas de carne e ossos (FCO), peixes (FPX) e penas (FP), possibilitando assim, adotar valores médios de 84,25%; 86,79% e 66,04%, respectivamente, para as duas espécies. Entretanto, observou-se diferença

significativa entre as espécies para as farinhas de sangue (FS) e vísceras (FV), sendo os maiores CDAPB da farinha de vísceras (85,92%) para tilápia em relação ao CDAPB verificado para o tambaqui (82,68%); e da farinha de sangue (46,72%) para o tambaqui em relação ao CDAPB verificado para a tilápia (43,39%).

Tabela 3 - Médias  $\pm$  desvio padrão dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) e valores de proteína digestível de alimentos de origem animal para tambaqui e tilápia

Espécie	Coeficiente de digestibilidade (%)				
	FCO	FPX	FS	FP	FV
<b>Tambaqui</b>	83,08 $\pm$ 0,81 <sup>Ab</sup>	87,20 $\pm$ 1,27 <sup>Aa</sup>	46,72 $\pm$ 0,85 <sup>Ad</sup>	65,21 $\pm$ 0,74 <sup>Ac</sup>	82,68 $\pm$ 0,34 <sup>Bb</sup>
<b>Tilápia</b>	85,43 $\pm$ 1,40 <sup>Aa</sup>	86,38 $\pm$ 0,99 <sup>Aa</sup>	43,39 $\pm$ 1,04 <sup>Bc</sup>	66,87 $\pm$ 0,93 <sup>Ab</sup>	85,92 $\pm$ 1,28 <sup>Aa</sup>
Valores digestíveis (%)					
<b>PD Tambaqui</b>	41,44 $\pm$ 0,40	56,10 $\pm$ 0,81	39,45 $\pm$ 0,84	52,48 $\pm$ 0,64	48,78 $\pm$ 0,20
<b>PD Tilápia</b>	42,61 $\pm$ 0,69	55,58 $\pm$ 0,64	36,64 $\pm$ 0,98	53,81 $\pm$ 0,75	50,69 $\pm$ 0,76

Fonte: Autor, 2023.

Médias seguidas de letras iguais nas colunas (maiúsculas) ou linhas (minúsculas) não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey; FCO: farinha de carne e ossos; FPX: farinha de peixes; FS: farinha de sangue; FP: farinha de penas; FV: farinha de vísceras; PD: proteína digestível (não houve análise estatística);  $P > F$ : Significância do teste "F" de análise de variância; Alimento (A):  $<0,0001$ ; Espécie (E): 0,1101; A\*E: 0,0001; Coeficiente de variação (%): 1,39.

Dentre os alimentos testados, a farinha de sangue e a farinha de penas foram os que apresentaram maior percentual de proteína bruta (84,44% e 80,48%, respectivamente) na sua composição, mas apresentaram o menor CDAPB (média de 45,06% e 66,04%, respectivamente) em relação às demais farinhas avaliadas. Considerando os resultados, observa-se que a farinha de peixe apresentou a maior digestibilidade para proteína. Isso, provavelmente, pode está relacionado ao adequado balanceamento de aminoácidos essenciais, reduzindo as possíveis competições por um mesmo transportador (que podem ocorrer entre moléculas de estruturas similares), caracterizando-a como um alimento de alto valor biológico (FAO, 2018; NASCIMENTO *et al.*, 2020).

Dentre os ingredientes avaliados para o tambaqui, observou-se que a farinha de peixes expressou maior CDAPB (87,20%), seguida das farinhas de carne e ossos (83,08%) e de vísceras (82,68%), sendo as duas últimas estatisticamente iguais, e os menores valores foram obtidos por farinhas de penas (65,21%) e de sangue (46,72%). Já para a tilápia, as farinhas de peixes (86,38%), vísceras (85,92%) e de carne e ossos (85,43%) apresentaram semelhança estatística, e foram superiores às farinhas de penas (66,87%) e sangue (43,39%), que diferiram estatisticamente.

Embora fosse de se esperar uma correlação positiva entre a quantidade de proteína bruta contida no alimento e os coeficientes de digestibilidade de energia e proteína (SENA, 2012), no caso da farinha de sangue e de penas o motivo atribuído para os baixos valores de CDAPB seriam, em tese, devido à composição/qualidade da proteína bruta desses ingredientes, os quais apresentam ligações aminoacídicas que proporcionam baixa solubilidade e, conseqüentemente, digestibilidade (PEZZATO *et al.*, 2012).

Abimorad e Carneiro (2004) obtiveram CDAPB de 57,72% da farinha de sangue para o pacu e Furuya *et al.* (2010) reportaram valor de 50,69% do mesmo alimento para a tilápia, sugerindo que esta última espécie poderia ter menor capacidade de aproveitamento em relação ao pacu. Como já mencionado, é provável que as diferenças entre esses índices para o

mesmo alimento entre as espécies avaliadas tenham sido decorrentes das características intrínsecas dos animais ou protocolos experimentais.

Semelhante ao CDAPB, para os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB) foi observado interação ( $P < 0,05$ ) entre os alimentos e as espécies, indicando que o aproveitamento digestivo da energia bruta dos alimentos pode variar entre as diferentes espécies (Tabela 3). Em termos práticos, o aproveitamento energético do alimento pode ser diferente para cada espécie de peixe, levando em consideração a idade, hábito alimentar, entre outros (NRC, 2011). Os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB) dos alimentos, com exceção da farinha de carne e ossos (82,77 e 89,69% para o tambaqui e tilápia, respectivamente), não diferiram estatisticamente para o tambaqui e a tilápia (médias de 84,91; 76,17; 74,73 e 85,31% para as farinhas de peixe, sangue, penas e vísceras, respectivamente).

Para a tilápia, a farinha de carne e ossos (89,69%) obteve maior valor, seguido das farinhas de peixes (84,80%) e de vísceras (84,58%), estatisticamente iguais entre si, e das farinhas de sangue (76,70%) e de penas (73,94%), que não diferiram entre si. Para o tambaqui, os CDAEB das farinhas de vísceras (86,04%), peixes (85,01%) e de carne e ossos (82,77%) foram superiores e não diferiram entre si, seguidos das farinhas de sangue (75,63%) e de penas (75,52%), que não diferiram entre si (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias  $\pm$  desvio padrão dos coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB) e valores de energia digestível de alimentos de origem animal para tambaqui e tilápias

Espécie	Coeficiente de digestibilidade (%)				
	FCO	FPX	FS	FP	FV
<b>Tambaqui</b>	82,77 $\pm$ 1,47 <sup>Ba</sup>	85,01 $\pm$ 1,56 <sup>Aa</sup>	75,63 $\pm$ 1,02 <sup>Ab</sup>	75,52 $\pm$ 1,86 <sup>Ab</sup>	86,04 $\pm$ 1,26 <sup>Aa</sup>
<b>Tilápia</b>	89,69 $\pm$ 1,41 <sup>Aa</sup>	84,80 $\pm$ 1,51 <sup>Ab</sup>	76,70 $\pm$ 0,60 <sup>Ac</sup>	73,94 $\pm$ 0,76 <sup>Ac</sup>	84,58 $\pm$ 1,78 <sup>Ab</sup>
Valores digestíveis (Kcal/kg)					
<b>ED Tambaqui</b>	3.141,0 $\pm$ 55,9	3.710,5 $\pm$ 68,1	4.034,3 $\pm$ 54,4	4.076,7 $\pm$ 100,3	4.129,9 $\pm$ 60,6
<b>ED Tilápia</b>	3.403,6 $\pm$ 53,5	3.701,5 $\pm$ 66,1	4.091,2 $\pm$ 32,2	3.991,0 $\pm$ 41,1	4.059,8 $\pm$ 85,3

Fonte: Autor, 2023.

Médias seguidas de letras iguais nas colunas (maiúsculas) ou linhas (minúsculas) não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey; FCO: farinha de carne e ossos; FPX: farinha de peixes; FS: farinha de sangue; FP: farinha de penas; FV: farinha de vísceras; ED: energia digestível (não houve análise estatística);  $P > F$ : Significância do teste "F" de análise de variância; Alimento (A):  $<0,0001$ ; Espécie (E): 0,0752; A\*E: 0,0002; Coeficiente de variação (%): 1,70.

Em termos práticos, a similaridade entre os CDAEB dos alimentos para as duas espécies, com exceção da farinha de carne e ossos, indica que é possível utilizar um único valor de CDA de energia bruta para cada alimento, independente da espécie.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e energia bruta dos alimentos avaliados estão dentro da faixa de valores dispostos na literatura. Nota-se uma relevante variação nos níveis de digestibilidade da proteína e energia dos alimentos, destacando-se a farinha de penas, com mínimo de 29,12% (PEZZATO *et al.*, 2002) e máximo de 78,88% (XAVIER, 2015) para proteína bruta, e para os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta, as farinhas de vísceras encontram-se no mínimo de 69,99% (ABIMORAD; CARNEIRO, 2004) e máximo de 89,79% (SENA, 2012).

Os baixos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) para as farinhas de sangue e de penas, em relação aos demais alimentos testados, podem ter ocorrido devido à alta concentração de proteínas de qualidade inferior. A

digestibilidade das farinhas de sangue (84,44%) e penas (80,48%) pode ter sido prejudicada em razão da baixa solubilidade devido às pontes dissulfeto, assim como, a presença de aminoácidos sulfurados, pois neles contêm pontes de hidrogênio, as quais suas ligações são difíceis de serem rompidas, limitando a ação das enzimas digestivas. Xavier (2015) relata em seu trabalho de digestibilidade de farinha de penas com tilápia que esse alimento apresenta a maior parte da proteína bruta composta por queratina que é extremamente resistente a atuação das enzimas proteolíticas, além da grande quantidade de cistina que, devido às ligações hidrogênicas e pontes de dissulfeto, ocasionam baixa digestibilidade.

Além disso, as farinhas de penas e sangue, se acrescentadas nas dietas em quantidades elevadas, apresentam problemas no consumo em virtude de sua baixa aceitabilidade (palatabilidade). Por isso, os níveis de inclusão desses alimentos para peixes variam de 5 a 10%, conforme a idade do animal (FRACALOSS; CYRINO, 2013). Nas tabelas brasileiras para a nutrição de tilápia, o nível máximo de inclusão indicado é de 10% para farinha de sangue (FURUYA *et al.*, 2010) e 8% para farinha de penas (FINKLER, *et al.* 2013).

Rocha e Silva (2004) relataram em sua pesquisa que a farinha de penas comparada à farinha de peixes é considerada pobre por conter elevado percentual de cistina e pontes de hidrogênio, dificultando a ação das enzimas digestivas. Narváez-Solarte (2006), em seu ensaio para avaliar a digestibilidade de diferentes tipos de farinha de sangue, obteve coeficiente de digestibilidade aparente da proteína de 44,07%, resultado similar ao deste estudo.

Destaca-se que os níveis de inclusão das farinhas de origem animal para esta pesquisa seguiram os protocolos experimentais utilizados em outras pesquisas similares (GONÇALVES; CARNEIRO, 2003; MEURER; HAYASHI; BOSCOLO, 2003; ABIMORARD; CARNEIRO, 2004; NARVÁEZ-SOLARTE, 2006). Deste modo, é necessário extrapolar valores com o intuito de determinar coeficientes de digestibilidade mínimos para a espécie em questão, e assim evitar possíveis superestimações.

Para os coeficientes de digestibilidade aparente do fósforo total (CDAFT) foi observado interação ( $P < 0,05$ ) entre os alimentos e as espécies, indicando que o aproveitamento digestivo do fósforo nos alimentos pode variar entre as diferentes espécies (Tabela 5). O tambaqui obteve melhor aproveitamento digestivo do fósforo total (FT) na farinha de sangue (91,28%), seguido do fosfato bicálcico (76,07%), da farinha de peixes (68,42%), das farinhas de carne e ossos (57,13%) e vísceras (59,72%), que não diferiram entre si, sendo o menor valor absoluto para a farinha de penas (55,71%), também estatisticamente igual à farinha de carne e ossos.

Tabela 5 – Média  $\pm$  desvio padrão dos coeficientes de digestibilidade aparente do fósforo total (CDAFT) e valores de fósforo digestível de alimentos de origem animal para tambaqui e tilápias

Espécie	Coeficiente de digestibilidade (%)				
	FCO	FPX	FS	FP	FV
<b>Tambaqui</b>	57,13 $\pm$ 0,68 <sup>Bde</sup>	68,42 $\pm$ 1,00 <sup>Ac</sup>	91,28 $\pm$ 1,43 <sup>Aa</sup>	55,71 $\pm$ 1,07 <sup>Ae</sup>	59,72 $\pm$ 0,57 <sup>Ad</sup>
<b>Tilápia</b>	60,31 $\pm$ 0,10 <sup>Ad</sup>	68,02 $\pm$ 0,99 <sup>Ac</sup>	89,44 $\pm$ 1,20 <sup>Aa</sup>	55,66 $\pm$ 0,63 <sup>Ae</sup>	60,31 $\pm$ 1,80 <sup>Ad</sup>
Valores digestíveis (%)					
<b>FD Tambaqui</b>	3,14 $\pm$ 0,04	2,25 $\pm$ 0,33	0,11 $\pm$ 0,00	0,24 $\pm$ 0,00	1,61 $\pm$ 0,01
<b>FD Tilápia</b>	3,31 $\pm$ 0,05	2,24 $\pm$ 0,33	0,11 $\pm$ 0,00	0,24 $\pm$ 0,00	1,63 $\pm$ 0,03

Fonte: Autor, 2023.

Médias seguidas de letras iguais nas colunas (maiúsculas) ou linhas (minúsculas) não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey; FCO: farinha de carne e ossos; FPX: farinha de peixes; FS: farinha de sangue; FP: farinha de penas;



FV: farinha de vísceras; FD: fósforo Digestível (não houve análise estatística);  $P > F$ : Significância do teste "F" de análise de variância. Alimento (A): <0,0001; Espécie (E): 0,4276; A\*E: 0,0053; Coeficiente de variação (%): 1,56.

Semelhante ao tambaqui, para a tilápia destaca-se também o maior valor do coeficiente de digestibilidade aparente do fósforo total (CDAFT) da farinha de sangue, com 89,44%, enquanto a farinha de penas possui o menor aproveitamento, com 55,66%. Os níveis restantes para os demais alimentos demonstraram valores intermediários para os CDAFT para as dietas testadas.

Os dados revelados neste estudo apresentaram valores para proteína e energia digestíveis, em média, de 55,84% e 3.705,99 Kcal/kg, respectivamente, para farinha de peixes, resultados superiores aos encontrados nas tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias (46,57% e 3.436,13 Kcal/kg, respectivamente). Para o fósforo digestível (2,245%), o valor foi similar ao disponível das tabelas (2,37%) (FURUYA *et al.*, 2010). Essas dissimilaridades ocorrem principalmente por causa da falta de padronização desses alimentos durante o processamento e as diferentes proporções das matérias-primas utilizadas (GOMES *et al.*, 2007).

Nota-se também que a tilápia conseguiu digerir de forma eficiente a proteína bruta das farinhas de vísceras e de carne e ossos. A farinha de vísceras tem composição semelhante à farinha de peixes (CRUZ-SUÁREZ *et al.*, 2007). Sena (2012) verificou em seu estudo com tambaqui que o CDAEB da farinha de vísceras foi igual aos da farinha de peixes e farinha de carne e ossos, e que o CDAPB foi maior para farinha de peixes, seguido das farinhas de carne e ossos e vísceras, significativamente iguais, corroborando com os resultados desta pesquisa. Guimarães (2006), ao analisar diferentes alimentos (para tilápia) constatou que os CDAPB das farinhas de carne e ossos, de peixes e vísceras foram, respectivamente, 78,44%, 88,60% e 89,73%, valores relativamente próximos aos deste estudo.

O tambaqui apresenta como estruturas especializadas os cecos pilóricos (invaginações da parede intestinal) que podem ser considerados uma "extensão" da superfície interna do intestino delgado no qual parte da dieta fica armazenada por um período maior, o que possivelmente prolonga o tempo de ação das enzimas proteases (secretadas no pâncreas e liberadas no intestino e cecos pilóricos), assim como, a maior área de contato com o alimento (SEIXAS FILHO *et al.*, 2000; ROTTA, 2003). Nesse sentido, esperava-se que o tambaqui aproveitasse melhor os alimentos em relação à tilápia em virtude da presença dos cecos pilóricos, entretanto, essa característica pode ter sido suprimida devido à tilápia apresentar maior coeficiente intestinal (REIS NETO *et al.*, 2018).

O comprimento do intestino também pode influenciar no coeficiente de digestibilidade, pois quanto mais extenso, maior será o tempo de passagem do alimento, permitindo que as enzimas digestivas tenham a máxima atuação (SOARES *et al.*, 2017; MORAES; ALMEIDA, 2020). A digestão química dos alimentos nos peixes é essencialmente dependente da quantidade e do tipo de enzimas presentes em seu suco digestivo. A distribuição e atividade dessas enzimas podem ser influenciadas por diversos fatores, como a dieta, o ambiente, o estado de saúde, hábito alimentar, morfologia do trato digestivo e o tipo de peixe (CORRÊA *et al.*, 2007).

Apesar das espécies apresentarem hábito alimentar onívoro, seria de se esperar que a disponibilidade enzimática ao longo do trato digestório variasse devido à diferença de



espécie (NRC, 2011). Os peixes onívoros podem naturalmente passar por processos de variações na estrutura e anatomia do trato gastrointestinal durante seu desenvolvimento, o que possivelmente pode ser causado por uma adaptação a diferentes hábitos alimentares, sugerindo maior alteração no comprimento dos intestinos, interferindo na capacidade de digerir e absorver nutrientes (BOMFIM; LANNA, 2004; SOARES *et al.*, 2017).

A dieta também pode interferir nos coeficientes de digestibilidade. Silva *et al.* (2022) avaliaram o impacto da composição da dieta referência nos coeficientes de digestibilidade aparente em alimentos proteicos para tilápia do Nilo e concluíram que incluir alimentos práticos nessa dieta promovem melhor resultado para os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, com maior destaque para os aminoácidos: arginina, histidina, ácido aspártico e cisteína, pois tiveram valores mais digestíveis. Os autores sugerem ainda que a digestibilidade de um aminoácido está sujeita ao tipo de proteína (alto ou baixo valor biológico) presente no alimento e à capacidade digestiva do animal, considerando a composição bromatológica do alimento.

Ainda segundo Silva *et al.* (2022), o tipo de dieta (prática, purificada ou semipurificada) também influencia na aceitabilidade (palatabilidade) do animal, em que a ração referência prática é mais palatável (em relação à semipurificada ou purificada), visto que, os autores observaram que as tilápias alimentadas com dietas práticas demonstraram maior voracidade, afetando o consumo voluntário e, conseqüentemente, os resultados. Conforme Moraes e Almeida (2020) destacaram, à medida que o consumo se intensifica, a disponibilidade de substrato aumenta, resultando em maior atividade das enzimas digestivas, sugerindo-se que o maior consumo pode promover melhora na digestibilidade.

Para esta pesquisa, a ração referência foi a mesma para ambas as espécies e formulada com ingredientes do tipo prático, podendo-se especular que os resultados obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente estão com valores mais próximos aos verdadeiros (uma vez que a dieta prática pode estimular o consumo, causando maior diluição das perdas endógenas) e que, apesar de não ter aferido o consumo, as diferenças observadas entre as espécies para alguns alimentos podem ter sido em função de eventuais diferenças no consumo voluntário das rações experimentais (SILVA *et al.*, 2022).

O tambaqui e a tilápia, comparados a outras espécies, ocupam lugar de destaque, integrando a teia alimentar (conjunto de cadeias alimentares interligadas) tanto como consumidores primários quanto secundários, o que resultou em alterações morfofisiológicas favoráveis, possibilitando uma melhor eficiência na digestão e absorção de diferentes tipos de alimentos, independentemente de serem de origem animal ou vegetal (MEURER; HAYASHI; BOSCOLO, 2003; SENA, 2012). Essas duas espécies apresentam similaridade na fisiologia digestiva, o que poderia explicar os CDAPB, CDAEB e CDAFT da maioria dos alimentos testados serem estatisticamente iguais para ambas.

O balanço entre os minerais é imprescindível, uma vez que diversos desses elementos têm qualidades físico-químicas parecidas, permitindo-lhes uma possível competição por mecanismos de ligação em moléculas transportadoras, de modo que a sobra de um mineral pode prejudicar a absorção de outro devido a uma possível saturação nos transportadores (QUINTERO-PINTO *et al.*, 2011; NRC, 2011; BOMFIM, 2013), e de forma similar, a ausência ou limitação de um mineral também pode afetar a absorção e utilização de

outro (FRACALOSS; CYRINO, 2013). Sena (2012) demonstrou que o elevado teor de mineral presente na farinha de carne e ossos apresenta interação negativa para o tambaqui, no qual o percentual da matéria mineral do alimento e o coeficiente de digestibilidade aparente são inversamente proporcionais.

É válido destacar que, no geral, não houve um padrão nas alterações dos valores contidos nas tabelas acima, ou seja, ora o tambaqui apresentou maior CDA, ora a tilápia, com exceção para farinha de carne e ossos. Os valores digestíveis mostram-se semelhantes para ambas às espécies estudadas. Embora este estudo apresente resultados que não tenham sido significativamente iguais para alguns alimentos ( $P < 0,05$ ) entre as duas espécies, considerando que o nível de inclusão desses alimentos é restrito, principalmente em função do teor elevado de minerais (FCO, FP e FV) ou baixa digestibilidade e valor biológico da proteína (FS e FP), sugere-se aplicar as médias dos valores para os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta, energia bruta e fósforo total para ambos os peixes, independente do resultado estatístico, uma vez que os coeficientes de variações obtidos neste estudo foram extremamente baixos.

Esses resultados são importantes para estimular a aplicação de mais estudos voltados para a nutrição e o valor nutritivo (digestibilidade) de alimentos utilizados para confecção de rações para ambas as espécies, visto que ambas estão com produção já consolidada no País e ainda assim, a disponibilidade de informações apresenta variação nos valores obtidos e é mais limitada, no caso do tambaqui. Dados sobre os coeficientes de digestibilidade do fósforo ainda são escassos, o que dificulta formular rações com valores mais precisos para suprirem as exigências metabólicas do animal. Além disso, os resultados obtidos neste estudo podem servir de base na elaboração de rações balanceadas com elevada qualidade nutritiva e maior eficiência produtiva, minimizando a geração de resíduos fecais e metabólicos ao ambiente aquático e efluentes das pisciculturas.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em termos práticos, e considerando as excepcionalidades, podem-se adotar valores médios para os coeficientes de digestibilidade de alimentos de origem animal para ambas as espécies, visto que, as diferenças observadas para os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB) para os DOIs peixes foram apenas para as farinhas de sangue (FS) e vísceras (FV). O tambaqui tem maior CDA da PB para a farinha de peixe (FPX) e menor para a FS. A tilápia do Nilo apresenta maiores CDA da PB para a FPX, FV e farinha de carne e ossos (FCO), e o pior para a FS.

As espécies apresentam coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da energia bruta (EB) similares, exceto para a FCO, no qual a tilápia do Nilo registrou maior valor. O tambaqui, por sua vez, obteve os maiores valores de CDA da EB para a FV, FPX e FCO, e, assim como a tilápia do Nilo, apresentou os menores CDA da EB para a farinha de penas (FP) e FS.

No que diz respeito ao fósforo total (FT), a tilápia do Nilo teve o maior CDA do FT para a FCO; entretanto, para ambas as espécies, a FS demonstrou o maior coeficiente, enquanto a FP apresentou o menor.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA.

## 6 REFERÊNCIAS

- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1101-1109, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/Sr46Wrrxf7HWYCgQrqsdyts/?format=pdf&lang=pt&gt;>. Acesso em: 08 jul. 2021.
- AGUILAR, G.; PAULINO, S. Sistema agroalimentar e mudanças climáticas: o foco nas abordagens da agroecologia e da agricultura regenerativa. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 20, n. 4, p. 283-301, 2024. DOI: 10.17271/1980082720420245246.
- ARAGÃO, C. *et al.* Alternative formulations for gilthead seabream diets: Towards a more sustainable production. **Aquaculture Nutrition**, 26: 444–455, 2020. DOI: 10.1111/anu.13007
- ARAGÃO, C. *et al.* Alternative Proteins for Fish Diets: Implications beyond Growth. **Animals**, p. 01-41, 2022. DOI: 10.3390/ani12091211.
- BASSANI, I. S.; ROCHA, A. F. Caracterização da piscicultura continental no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 29-45, 2020. DOI: <https://DOI.org/10.36812/pag.202026129-45>. Disponível em: <http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/214/564>. Acesso em: 29 abr. 2023.
- BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T. Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n. 1, p. 20-30, 2004.
- 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, p. 122-140, 2013.
- CORRÊA, C. F.; AGUIAR, L. H.; LUNDSTEDT, L. M.; MORAES, G. Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to dietary cornstarch changes and metabolic inferences, **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, V. 147, n. 4, p. 857-862, 2007.
- CRUZ-SUÁREZ, L.E. *et al.* Replacement of fish meal with poultry by-product meal in practical diets for *Litopenaeus vannamei*, and digestibility of the tested ingredients and diets. **Aquaculture**. 272: 466-476, 2007. Disponível em: <https://DOI.org/10.1016/j.aquaculture.2007.04.084>. Acesso em: 22 maio 2023.
- DETMANN, E.; SILVA, L. F. C.; PALMA, M. N. N.; ROCHA, G. C.; RODRIGUES, P. P. R. **Métodos para análise e alimentos**. 2ª. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 350p., 2021.
- FAO. Food and Agriculture Organization. **The state of world fisheries and aquaculture 2018 – Meeting the sustainable development goals**. Rome, 210 p., 2018.
- FAO. Food and Agriculture Organization. **O estado da pesca e aquicultura mundial 2022**. Rome, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc0461en/online/sofia/2022/world-fisheries-aquaculture.html>. Acesso em: 16 ago. 2023.
- FINKLER, J. K. *et al.* **Farinha de penas em dietas para Tilápia do Nilo**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, PR. 54 f. 2013. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/1529>. Acesso em: 07 nov. 2023.

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

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

GOMES, F. A.; FASSANI, E. J.; RODRIGUES, P. B.; SILVA FILHO, J. C da. Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 461 36, 2, 396-402. 2007.

GOMES, J. P.; BORGES, F. E.; FERREIRA, C. C. Produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiro escavado na região de Urupá, Rondônia-Relato de caso. **NATIVA-Revista de Ciências, Tecnologia e Inovação**, v. 7, n. 1, p. 179-190, 2025.

GONÇALVES, E. G.; CARNEIRO, D. J. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 779–786, ago. 2003.

GUIMARÃES, I. G. **Digestibilidade aparente, pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), de alimentos extrusados**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Botucatu, SP. 65 f. 2006.

HENN, J. D. **Determinação do valor nutritivo de farinhas de sangue e de farinhas de vísceras para suínos utilizando o método da proteína e da gordura digestíveis**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 65 f. 2004.

HENRIQUES, J. K. S.; RODRIGUES, R. B.; LAZZARI, R. Caracterização e uso das farinhas de abatedouros de aves em dietas para peixes. **Acta Tecnológica**, v.12, n. 2, p. 103-115, 2018.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. MPOG. Planilha eletrônica, 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940>. Acesso em: 30 mar. 2023.

IZEL-SILVA, J. *et al.* Estratégia de aeração no cultivo intensivo de tambaqui, *Colossoma macropomum*, nos trópicos, **Aquaculture**, v.529, n.1, p. 29-45, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735644>.

MACHADO, A. C.; DILELIS, F.; LIMA, C. A. R. Qualidade das farinhas de origem animal utilizadas em rações avícolas: um referencial teórico. In: GALATI, R. L. (ORGS.). **Alimentos e Alimentação Animal**. São Paulo: Científica Digital, 2021. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/books/978-65-5360-014-0.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2023.

MEYER, C. CORRÊA, R. O.; MARTINS-JUNIOR, H.; SILVA, R. M.; COSTA, S. M.; SANTANA, M. F. S. Tambacus (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) alimentados com rações artesanais de macaxeira e soja. **Archivos de Zootecnia**, 68 (263): 376-382. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202111/1/4196-10765-1-PB.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2023.

MENEZES, L. L. C. *et al.* A new approach for quantifying phosphorus requirement in *Colossoma macropomum* using CT scanning. **Aquaculture Nutrition**, v. 27, n. 6, p. 1798–1810, dez. 2021.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1801–1809, nov. 2003.

MORAES, G.; ALMEIDA, L. C. **Nutrição e aspectos funcionais da digestão de peixes**. In: Baldisseroto, B.; Cyrino, J.E.P.; Urbinati, E.C. *Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce*. FUNEP, UNESP. Jaboticabal, p. 251 - 271. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815872-2.00011-7>. Acesso em: 18 set. 2023.

NARVÁEZ-SOLARTE, W. V. **Avaliação de farinhas de sangue como fonte de proteína para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu. Botucatu, SP. 74 f. 2006. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104117/narvaezsolarte\\_wv\\_dr\\_botfmvz.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104117/narvaezsolarte_wv_dr_botfmvz.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 08 jun. 2023.

NASCIMENTO, L. T. *et al.* Qualidade da água para produção de *Colossoma macropomum* (Serrasalminidae) em Salvaterra, Estado do Pará. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 10, n. 3, p. 12-15, 2020. Disponível em: <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>. Acesso em: 03 maio de 2023.

NASCIMENTO, T. M. T. *et al.* Apparent digestibility coefficients for amino acids of feed ingredients in tambaqui (*Colossoma macropomum*) diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 49:e20190032, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/FxWCJLMTDbPGBXpKcZkmnCQ/?format=pdf>. Acesso em: 03 jun de 2023.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington: National Academy of Science, 376 p, 2011.

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário PEIXE BR da Piscicultura 2023**. São Paulo (SP): Edição Texto Comunicação Corporativa; 126 p. 2023. Disponível em: [https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2023-03/anuarioPEIXE BR2023.pdf](https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2023-03/anuarioPEIXE BR2023.pdf). Acesso em: 02 abr. 2023.

PEZZATO, L. E. *et al.* Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/xH4hz5tBT7ws67FwFWn6stz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 abr. 2023.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M.; QUINTERO PINTO, L. G. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela Tilápia do Nilo (*O. niloticus*). **Acta Scientiarum**. v. 26, n. 3, p. 329-337, 2004. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/1798/1177>. Acesso em: 07 maio 2023.

PEZZATO, A. C.; NARVÁEZ-SOLARTE, W. V.; PEZZATO, L. E. Avaliação nutricional, em tilápias-do-nilo, de farinhas de sangue bovino obtidas por três métodos de processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.491-500, 2012.

PORTO, M. O. *et al.* Frequência alimentar para tambaquis *Colossoma macropomum* (cuvier, 1818) cultivados em um centro de pesquisa amazônico. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.12, n.1, p108-121, 2020. ISSN:2176-8366 DOI 10.18361/2176-8366/rara.v12n1p108-121.

QUINTERO-PINTO, L. G.; PARDO-GAMBOA, B. S.; QUINTERO-PARDO, A. M. C.; PEZZATO, L. E. Exigências e disponibilidade de fontes de fósforo para tilápias. **Veterinária e Zootecnia**, n.5, v.2, p.30-43, 2011. Disponível em: <http://190.15.17.25/vetzootec/downloads/v5n2a03.pdf>. Acesso em: 17 out. 2023.

QUIRINO, É. F. da S. *et al.* Qualidade física em rações para aquicultura de Tambaqui (*Colossoma macropomun*): Uma Revisão. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. e69575-e69575, 2024. DOI: 0.34188/bjaerv7n2-058.

REIS NETO, J. R.; REIS, G. P.; VASCONCELOS, V. C.; GUIMARÃES, I. M. SANTOS, E. L. Morfologia comparativa do trato digestório de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em sistema semi-intensivo vs da pesca artesanal. **Jornal Interdisciplinar de Biociências**, v. 3, n. 2, p. 19-24, 2018.

RESENDE, A. L. S. S.; CUSTÓDIO, J. G. M. Aproveitamento sustentável de resíduos da piscicultura no Brasil: uma revisão de alternativas ambientais e econômicas. **Revista ft**, v. 28, 2024. DOI: 10.69849/revistaft/ma10202409160914. Disponível em [https://revistaft.com.br/aproveitamento-sustentavel-de-residuos-da-piscicultura-no-brasil-uma-revisao-de-alternativas-ambientais-e-economicas/?utm\\_source=chatgpt.com](https://revistaft.com.br/aproveitamento-sustentavel-de-residuos-da-piscicultura-no-brasil-uma-revisao-de-alternativas-ambientais-e-economicas/?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 15 jul. 2025.

ROCHA, T. C. da; SILVA, B. A. N. Utilização da farinha de pena na alimentação de animais monogástricos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n°1, p.35-43, julho/agosto de 2004. Disponível em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Artigo-005.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2023.

RODRIGUES, A. P. O.; RAMOS, A. M. J.; FRACALOSSO, D. M.; MORO, G. V.; FREITAS, L. E. L. de; SANTOS, V. R. V. dos. Ingredientes para a formulação de rações para o pirarucu (*Arapaima gigas*): tabelas de digestibilidade. Circular Técnica 04, **Embrapa**. 1ª. ed. 15 p. Palmas, TO. ISSN 2359-1854; maio, 2022.



ROSTAGNO, R. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ª. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 488 p., 2017.

ROTTA, M. A. Aspectos Gerais da Fisiologia e Estrutura do Sistema Digestivo dos Peixes Relacionados à Piscicultura. Corumbá: **Embrapa Pantanal**, 48 p. – Documentos / Embrapa Pantanal ISSN 1517-1973; 53, 2003.

SEIXAS FILHO, J. T. *et al.* Anatomia funcional e morfometria dos intestinos e dos cecos pilóricos do teleostei (Pisces) de água doce *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(2):313-324, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/7bs9dnFSzYqgKKNydWyXnNM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 jun. 2023.

SENA, M. F. **Digestibilidade aparente de alimentos para o tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO: UFG. 56 f. 2012. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/893/1/Dissertacao%20Monaliza%20Sena.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2023.

SILVA, A. C. B. da *et al.* Tambaqui e RAS: viabilidade de biofiltros com LECA para a piscicultura intensiva em sistema de recirculação de água. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v.22, n.3, p. 01-20. 2024. DOI: 10.55905/oelv22n3-102.

SILVA, E. da *et al.* Suplementação dietética de taurina para tilápia-do-nilo criada em bioflocos. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v.22, n.11, p. 01-16. 2024.

SILVA, M. F. O. da.; ROMANELI, R. DE S.; MUSSOI, L. F.; MASAGOUNDER, K.; FRACALOSSO, D. M. Impact of reference diet composition on apparent digestibility coefficients of two protein-rich ingredients in Nile tilapia. **Scientia Agricola**, v. 80, p. 1-9. e20220189, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/4TdCkZL7yWUJBF3H8mcmNWx/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 07 jun. 2023.

SILVA, N. S. da; SANO, E. E.; CHAVES, J. M. Eficiência na gestão de resíduos sólidos urbanos: uma revisão bibliométrica dos últimos 20 anos. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 20, n. 4, p. 264-282, 2024. DOI: 10.17271/1980082720420245245.

SOARES, K. J. A.; RIBEIRO, F. B.; BOMFIM, M. A. D.; MARCHÃO, R. S. Valor nutricional de alimentos alternativos para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, v.66, n.256, p. 491-497, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49553571004.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2023.

VARELA, E. S. *et al.* A high-density linkage map and sex-linked markers for the Amazon Tambaqui *Colossoma macropomum*. **BMC genomics**, v. 22, p. 1-10, 2021. DOI: 10.1186/s12864-021-08037-8.

VIEIRA, A. R.; RABELL, C. B.; LUDKE, M. do C. M. M.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; TORRES, D. M.; LOPES, J. B. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Revista Acta Scientiae Animal Science**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 267- 275, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3031/303126488001.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2023.

XAVIER, T. O. **Digestibilidade e desempenho de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizando farinha de penas submetida a diferentes tecnologias de produção**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PA. 74 f. 2015. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/1532/1/000220502.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2023.



---

## DECLARAÇÕES

---

### CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** O profº. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, profº. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro e a Ma. Geisiane Silva Sousa tiveram a ideia central do estudo e ajudaram a definir os objetivos e a metodologia.
  - **Curadoria de Dados:** Me. Rafael Silva Marchão, Ma. Geisiane Silva Sousa, profº. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim e a profª. Drª. Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento organizaram e verificaram os dados para garantir sua qualidade.
  - **Análise Formal:** O profº. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, Me. Rafael Silva Marchão, Ma. Geisiane Silva Sousa e o profº. Drº. Jefferson Costa de Siqueira quem realizaram as análises dos dados, aplicando métodos específicos.
  - **Aquisição de Financiamento:** O profº. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim conseguiu os recursos financeiros necessários para o estudo.
  - **Investigação:** Ma. Geisiane Silva Sousa e Me. Rafael Silva Marchão conduziram a coleta de dados e os experimentos práticos.
  - **Metodologia:** O profº. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, Ma. Geisiane Silva Sousa e Me. Rafael Silva Marchão desenvolveram e ajustaram as metodologias aplicadas no estudo.
  - **Redação - Rascunho Inicial:** Ma. Geisiane Silva Sousa quem escreveu a primeira versão do manuscrito.
  - **Redação - Revisão Crítica:** O profº. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim e a profª. Drª. Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento revisaram o texto, melhorando a clareza e a coerência.
  - **Revisão e Edição Final:** Me. Rafael Silva Marchão revisou o manuscrito para garantir que atenda às normas da revista.
  - **Supervisão:** O profº. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim quem coordenou o trabalho e garantiu a qualidade geral do estudo.
- 

### DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, Geisiane Silva Sousa, Marcos Antonio Delmondes Bomfim, Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento, Rafael Silva Marchão, Felipe Barbosa Ribeiro, Jefferson Costa de Siqueira, declaramos que o manuscrito intitulado "**Digestibilidade de Ingredientes de Origem Animal para Tambaqui e Tilápia do Nilo**":

1. **Vínculos Financeiros:** Este trabalho foi financiado por Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA.
2. **Relações Profissionais:** Possuímos relações profissionais, profº. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, profº. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro, profª. Drª. Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento e profº. Dr. Jefferson Costa de Siqueira na Universidade Federal do Maranhão no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA), onde Geisiane Silva Sousa foi orientada pelo professor Marcos Antonio Delmondes Bomfim e coorientada pela professora Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento. O discente de Doutorado Rafael Silva Marchão é da UNIVASF



(Universidade Federal do Vale do São Francisco), colaborador externo das pesquisas na pós-graduação.

3. **Conflitos Pessoais:** Formamos um grupo de pesquisa, prof<sup>o</sup>. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim e prof<sup>o</sup>. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro, com trabalhos envolvendo a temática nutrição animal.