# DIGESTIBILIDADE APARENTE DA FARINHA DE LARVA DE *Tenebrio molitor* EM RAÇÃO PARA O LAMBARI (*Astyanax bimaculatus*)

**Maria Verônica Pachêco[1], Tiago Oliveira de Aguilar[1], Matheus de Morais Alves[2], Leonardo dos Reis Periard[1], Manuel Vazquez Vidal Junior[3], Pedro Pierro Mendonça[2].**

[1]Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/nº, Bairro Guararema,29500-000-Alegre-ES, Brasil, mariaveronicapacheco23@gmail.com, tiagoaguilar.eaqui@gmail.com, leozinho.periard@gmail.com
[2]Instituto Federal do Espírito Santo, Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre), Km 47, Distrito de Rive, 29500-000-Alegre – ES, Brasil, Matheusdemoraiis@gmail.com, ppierrom@gmail.com
[3]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Avenida Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, 28013-602- Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil, mvidalpx@gmail.com

**Resumo**

O lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*) é uma espécie de grande relevância econômica na aquicultura brasileira, favorecida pela facilidade de manejo e pelo curto ciclo produtivo. Neste trabalho avaliou-se a digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e do extrato etéreo de uma ração contendo 30% de farinha de larva de *Tenebrio molitor*, comparada a uma ração referência sem inclusão do inseto. O experimento foi conduzido em incubadoras cônicas de 80 litros, com 70 lambaris por unidade experimental, em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. As fezes foram coletadas pelo método de coleta total e submetidas a análise bromatológica para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente. A ração com farinha de larva apresentou digestibilidade de matéria seca de 95,75%, extrato etéreo de 33,74% e proteína bruta de 60,43%, valores significativamente superior aos observados na ração referência. Conclui-se que a farinha de larva de *Tenebrio molitor* constitui ingrediente de elevada digestibilidade e representa alternativa proteica viável para a formulação de rações destinadas ao lambari.

**Palavras-chave:** Insetos. Nutrição de peixes. Coeficiente de digestibilidade. Aquicultura sustentável.

**Área do Conhecimento:** Ciências agrárias: Aquicultura.

## Introdução

O lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax bimaculatus*, pertence à família Characidae e apresenta ampla distribuição nas bacias hidrográficas brasileiras, sendo especialmente expressivo na região amazônica (De Oliveira Furo *et al.*, 2024). Seu hábito alimentar onívoro permite o uso de diversas fontes proteicas na formulação de rações, o que amplia as possibilidades de inclusão de ingredientes alternativos (Evangelista *et al.*, 2023).

Os insetos vêm sendo apontados como fonte proteica promissora para a alimentação animal, incluindo aves e peixes, por apresentarem elevado teor de proteína e um perfil equilibrado de minerais, vitaminas e ácidos graxos essenciais (Reis; Dias, 2020). A regulamentação europeia que autorizou o uso de proteína de insetos em rações para aquicultura ampliou o interesse comercial pelo tema (EUROPEAN UNION, 2017), e a FAO já apontava os insetos como alternativa capaz de reduzir a pressão sobre os recursos naturais utilizados na produção de proteína animal (FAO, 2013). Revisões recentes reforçam que a farinha de *Tenebrio molitor* está entre os ingredientes de insetos mais estudados para substituição parcial da farinha de peixe em dietas aquícolas, com resultados favoráveis de digestibilidade em diferentes espécies (Hasan *et al.*, 2023).

O tenébrio (*Tenebrio molitor*) destaca-se entre os insetos estudados na nutrição animal por apresentar elevados níveis de proteína bruta, podendo a larva atingir cerca de 47% de proteína em base seca (Rumpold; Schlüter, 2013). Estudos conduzidos com robalo europeu confirmam a elevada digestibilidade da farinha de larva de tenébrio quando utilizada em substituição parcial de ingredientes convencionais, sustentando seu potencial como fonte proteica em dietas comerciais (Flores-Moreno *et al.*, 2025).

A digestibilidade de um alimento expressa a facilidade com que o animal consegue absorver e aproveitar os nutrientes e a energia nele contidos, sendo um parâmetro essencial para avaliar a

qualidade nutricional de novos ingredientes (Andriguetto *et al.*, 1981). Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e do extrato etéreo de uma ração contendo farinha de larva de *Tenebrio molitor*, em comparação a uma ração referência, na alimentação do lambari-do-rabo-amarelo.

## Metodologia

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO/Ifes – Campus Alegre), sob aprovação da CEUA/IFES nº 23149.003781/2023-18. Foram utilizados 420 lambaris, com peso inicial médio de 2 g, distribuídos em seis unidades experimentais, em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e três repetições, sendo 70 peixes por unidade. Foram avaliadas uma ração referência e uma ração contendo 30% de farinha de larva de *Tenebrio molitor*, ambas formuladas como isoproteicas e isoenergéticas, com 36% de proteína bruta e 3,6 Mcal/kg de energia digestível, a ração referência foi composta por 38,27% de farelo de soja 45%, 31% de farinha de peixe 54%, 22,40% de milho-fubá, 0% de farinha de tenébrio, 8,23% de óleo de soja e 0,1% de adsorvente.

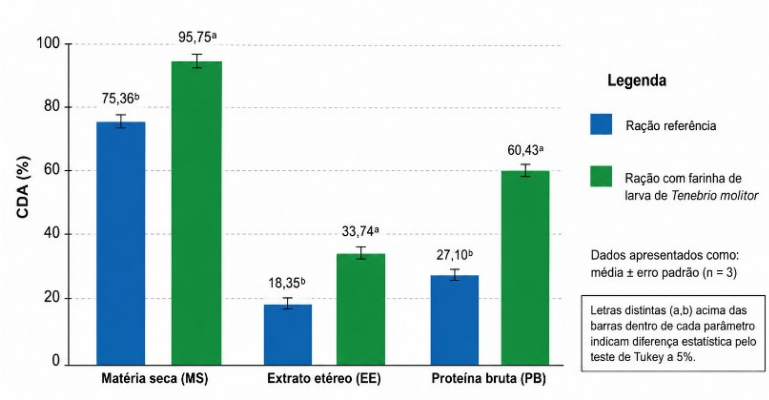
Os peixes permaneceram por 22 dias em incubadoras cônicas de fibra de vidro (80 L), com aeração constante, controle de temperatura e trocas parciais de 40% da água três vezes por semana. A qualidade da água foi monitorada durante todo o período experimental. Os animais foram alimentados três vezes ao dia (7h, 10h e 13h) até a saciedade aparente, e as fezes foram coletadas pelo método de coleta total, em diferentes horários ao longo de 24 horas, utilizando coletores acoplados às incubadoras.

As fezes foram congeladas, posteriormente secas em estufa a 55 °C por 24 horas, maceradas e analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). As rações também foram submetidas às mesmas análises, sendo a PB determinada pelo método de Kjeldahl e o EE pelo aparelho ANKOM XT15. Os coeficientes de digestibilidade aparente foram calculados conforme Sakomura e Rostagno (2007). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%, utilizando o programa Genes.

## Resultados

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, do extrato etéreo e da proteína bruta da ração referência e da ração contendo farinha de larva de *Tenebrio molitor* encontram-se na figura 1.

Figura 1 - Coeficiente de Digestibilidade Aparente (CDA) da ração referência e da ração com farinha de larva de *Tenebrio molitor*..




Fonte: elaborado pelos próprios autores.

A ração contendo farinha de larva apresentou CDA de matéria seca de 95,75%, superior estatisticamente ao valor observado na ração referência (75,36%). Para o extrato etéreo, a ração com larva apresentou CDA de 33,74%, quase o dobro do valor da ração referência (18,35%). O mesmo padrão foi observado para a proteína bruta, com CDA de 60,43% na ração com larva contra 27,10% na ração referência, diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

## Discussão

A superioridade da digestibilidade da matéria seca na ração com farinha de larva está associada à composição nutricional acessível deste ingrediente, com fração relativamente baixa de quitina quando comparada à fase adulta do tenébrio (Manditsera *et al.*, 2019). Resultado semelhante foi relatado por De Sousa (2021) para o jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentado com farinha de larva de tenébrio, com CDA de matéria seca de 84,7%, próximo ao observado no presente estudo, o que reforça a consistência da resposta positiva da larva de *T. molitor* em diferentes espécies de peixes.

A quitina, principal componente do exoesqueleto dos insetos, é reconhecida como fator limitante da digestibilidade em diversas espécies de peixes, já que a maioria não possui atividade suficiente da enzima quitinase para promover sua quebra em unidades de N-acetilglicosamina (Ikeda *et al.*, 2009; Souto, 2015). Revisões recentes têm discutido de forma mais aprofundada o papel duplo da quitina na nutrição de peixes, apontando que, em baixas concentrações, ela pode até favorecer a saúde intestinal, mas que, em teores elevados, compromete a digestibilidade da proteína e do lipídio da dieta (Pascon *et al.*, 2024; Hasan *et al.*, 2023). Como a larva de *T. molitor* apresenta proporção de quitina inferior à do adulto, sua inclusão tende a comprometer menos a digestibilidade da ração, o que explica os resultados superiores observados neste trabalho.

Para o extrato etéreo, os resultados encontrados corroboram estudos com outras espécies. Chemello *et al.* (2020), avaliando a inclusão de farinha de larva de tenébrio parcialmente desengordurada em dietas para truta arco-íris, obtiveram CDA de extrato etéreo de 98,45% no tratamento com 25% de substituição da farinha de peixe. Embora os valores absolutos sejam distintos, ambos os estudos indicam que a fração lipídica da larva de tenébrio é bem aproveitada pelos peixes, reforçando o potencial do ingrediente como fonte energética em rações aquícolas.

Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta obtidos para a farinha de larva também se aproximam dos relatados por Chen *et al.* (2023) em juvenis de black bass (*Micropterus salmoides*), que encontraram CDA de matéria seca, proteína bruta e lipídio bruto de 74,66%, 91,03% e 90,91%, respectivamente. Já Jian *et al.* (2023), trabalhando com corvina amarela (*Larimichthys crocea*), relataram coeficientes de digestibilidade da proteína bruta entre 69,93% e 89,59%, de matéria seca entre 56,77% e 75,53% e de extrato etéreo entre 58,58% e 93,77%. Esses resultados, somados aos dados obtidos para o lambari, demonstram a efetividade da farinha de larva de tenébrio como ingrediente proteico digestível para diferentes espécies de peixes, reforçando que sua fase larval representa alternativa promissora à farinha de peixe convencional (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2023).

Estudos comparativos entre diferentes fontes de insetos reforçam a vantagem nutricional da fase larval do tenébrio. Sándor *et al.* (2022), avaliando os coeficientes de digestibilidade aparente de farinhas de mosca-soldado-negra, tenébrio e mosca-varejeira-azul para híbridos juvenis de bagre africano, constataram desempenho digestivo satisfatório para o tenébrio na fase larval, mesmo em comparação com outras fontes de insetos. Em contrapartida, Souza *et al.* (2025), trabalhando com o próprio lambari-do-rabo-amarelo alimentado com farinha de mosca-soldado-negra na fase adulta, observaram piora no desempenho zootécnico atribuída ao elevado teor de quitina característico da fase adulta dos insetos. Esse contraste reforça que a escolha da fase de desenvolvimento do inseto utilizado na farinha é determinante para o sucesso de sua inclusão em rações para peixes, favorecendo o uso da larva em detrimento de fases mais avançadas.

Em conjunto, os resultados obtidos indicam que a farinha de larva de *Tenebrio molitor* apresenta digestibilidade elevada e consistente para os três parâmetros avaliados, superando de forma expressiva a ração referência. Esses achados sustentam a viabilidade técnica da inclusão de farinha de larva de tenébrio em rações formuladas para o lambari-do-rabo-amarelo, especialmente diante do crescente interesse por ingredientes proteicos alternativos e mais sustentáveis para a aquicultura (Van Huis, 2013; FAO, 2013).

## Conclusão

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a ração contendo 30% de farinha de larva de *Tenebrio molitor* apresentou digestibilidade aparente de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta significativamente superior à da ração referência. A farinha de larva de tenébrio demonstrou, portanto, ser um ingrediente proteico de elevada qualidade nutricional, representando alternativa viável e

sustentável para compor rações destinadas ao lambari-do-rabo-amarelo, podendo contribuir para a redução da dependência da farinha de peixe na aquicultura de espécies nativas.

**Referências**

ANDRIGUETTO, J. M. *et al.* Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos. São Paulo: **Nobel**, 1981. v. 1.

CHEMELLO, G. *et al.* Partially defatted *Tenebrio molitor* larva meal in diets for grow-out rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): effects on growth performance, diet digestibility and metabolic responses. **Ani.**, v. 10, n. 2, p. 229, 2020. DOI: 10.3390/ani10020229. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ani10020229. Acesso em: 14 mar. 2026.

CHEN, H. *et al.* Effects of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) on growth performance, hepatic health and digestibility in juvenile largemouth bass (*Micropterus salmoides*). **Ani.**, v. 13, n. 8, p. 1389, 2023. DOI: 10.3390/ani13081389. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ani13081389. Acesso em: 02 fev. 2026.

DE OLIVEIRA FURO, I. *et al.* New parameters for in vitro development of cell lines of the species *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) and Geophagus proximus (Castelnau, 1855). **J. of Fish Biol.**, v. 105, n. 1, p. 85-94, 2024. DOI: 10.1111/jfb.15731. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jfb.15731. Acesso em: 27 jun. 2026.

DE SOUSA, N. C. **Farinha de tenébrio (Tenebrio molitor) em dietas para jundiá (Rhamdia quelen)**. 2021. 38 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável) - Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, 2021.

EUROPEAN UNION. Regulation (EU) 2017/893 of the European Parliament and of the Council of 24 May 2017. **Offic. J. of the Europ. Union**, 2017.

EVANGELISTA, P. A. *et al.* Bioaccumulation and depletion of the antibiotic sulfadiazine 14C in lambari (*Astyanax bimaculatus*). **Ani.**, v. 13, n. 15, p. 2464, 2023. DOI: 10.3390/ani13152464. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ani13152464. Acesso em: 19 jan. 2026.

FAO. **Edible insects: future prospects for food and feed security**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, n. 171, 2013.

FLORES-MORENO, S. *et al.* A comparative study of the effect of including full-fat *Tenebrio molitor* for replacing conventional ingredients in practical diets for *Dicentrarchus labrax* juveniles. **Ani.**, v. 15, n. 2, p. 131, 2025. DOI: 10.3390/ani15020131. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ani15020131. Acesso em: 21 jan. 2026.

HASAN, I. *et al.* Chitinase and insect meal in aquaculture nutrition: a comprehensive overview of the latest achievements. **Fishes**, v. 8, n. 12, p. 607, 2023. DOI: 10.3390/fishes8120607. Disponível em: https://doi.org/10.3390/fishes8120607. Acesso em: 08 mai. 2026.

IKEDA, M. *et al.* Purification and characterization of chitinase from the stomach of silver croaker *Pennahia argentatus*. **Prot, Express. and Purificat.**, v. 65, n. 2, p. 214-222, 2009. DOI: 10.1016/j.pep.2009.01.015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.pep.2009.01.015. Acesso em: 11 jul. 2026.

JIAN, Z. *et al.* Apparent digestibility of five new non-grain protein ingredients for large yellow croakers (*Larimichthys crocea*). **Acta Hydrobiologic Sinica**, v. 47, n. 9, p. 1416-1424, 2023. DOI: 10.7541/2022.2022.040510. Disponível em: https://doi.org/10.7541/2022.2022.040510. Acesso em: 30 abr. 2026.

MANDITSERA, F. A. *et al.* Effect of domestic cooking methods on protein digestibility and mineral bioaccessibility of wild harvested adult edible insects. **Food Rese. Inter.**, v. 121, p. 404-411, 2019.

DOI: 10.1016/j.foodres.2019.03.052. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.052. Acesso em: 12 abr. 2026.

PASCON, G. *et al.* Effect of dietary chitin on growth performance, nutrient utilization, and metabolic response in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aqua. Report.**, v. 37, p. 102244, 2024. DOI: 10.1016/j.aqrep.2024.102244.Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102244. Acesso em: 16 jun. 2026.

REIS, T. L.; DIAS, A. C. C. Farinha de insetos na alimentação de não ruminantes, uma alternativa alimentar. **Vet. e Zootec.**, v. 27, p. 1-16, 2020. DOI: 10.35172/rvz.2020.v27.428. Disponível em: https://doi.org/10.35172/rvz.2020.v27.428. Acesso em: 21 mai. 2026.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, M. *et al.* Evaluation of in vitro protein hydrolysis in seven insects approved by the EU for use as a protein alternative in aquaculture. **Ani.**, v. 14, n. 1, p. 96, 2023. DOI: 10.3390/ani14010096. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ani14010096. Acesso em: 09 mar. 2026.

RUMPOLD, B. A.; SCHLÜTER, O. K. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. **Mole. Nutrit. & Food Research.**, v. 57, n. 5, p. 802-823, 2013. DOI: 10.1002/mnfr.201200735. Disponível em: https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735. Acesso em: 03 jul. 2026.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.

SÁNDOR, Z. J. *et al.* Apparent digestibility coefficients of black soldier fly (*Hermetia illucens*), yellow mealworm (*Tenebrio molitor*), and blue bottle fly (*Calliphora vicina*) insects for juvenile African catfish hybrids (*Clarias gariepinus* x *Heterobranchus longifilis*). **Aqua. Research**, 2022. DOI: 10.1155/2022/4717014. Disponível em: https://doi.org/10.1155/2022/4717014. Acesso em: 12 jan. 2026.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

SOUTO, C. N. **Farinha de camarão em dietas para o tambaqui (Colossoma macropomum)**. 2015. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SOUZA, E. O. *et al.* Performance of lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) fed diets based on adult black soldier fly meal: analysis of its effectiveness as a substitute for fish meal. **Brazil. J. of Biol.**, v. 85, e292260, 2025. DOI: 10.1590/1519-6984.292260. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1519-6984.292260. Acesso em: 25 ago. 2026.

VAN HUIS, A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. **Ann. Rev. of Entomol.**, v. 58, n. 1, p. 563-583, 2013. DOI: 10.1146/annurev-ento-120811-153704. Disponível em: https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153704. Acesso em: 17 abr. 2026.

**Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), *Campus* Alegre, pela infraestrutura concedidos ao Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO) para a execução desta pesquisa e ao Laboratório de Bromatologia Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), pelo apoio na realização das análises bromatológicas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).