AVALIAÇÃO DE LARVAS DE TENÉBRIO-GIGANTE (*Zophobas morio*) ALIMENTADAS EM DIFERENTES NÍVEIS DE RESÍDUOS DE PESCADO

Autores: Erivelto Oliveira de Souza[1], Macllene Rodrigues Zeferino[1], Matheus de Morais Alves[1], Rodrigo Martins Pereira[2], Ana Amélia Caprioli[1], Pedro Pierro Mendonça[1].

[1] Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Alegre, Rodovia BR 482, Distrito de Rive - 29500-000 - Alegre-ES, Brasil velto3032@gmail.com, macllener@hotmail.com, Matheusdemoraiis@gmail.com, anaameliacaprioli@gmail.com, ppierrom@gmail.com.
[2]Universidade Federal do Espírito Santo/CCAE, Alto Universitário, s/n, Guararema - 29500-000 - Alegre-ES, Brasil, rmpereira@ifes.edu.br.

Resumo
A piscicultura gera resíduos durante o processamento dos peixes, especialmente na filetagem, tornando necessário o desenvolvimento de alternativas para o aproveitamento desses materiais. Entre as possibilidades, destaca-se a utilização de insetos, como o Tenébrio-Gigante (*Zophobas morio*), na transformação de resíduos em biomassa larval. Assim, este trabalho avaliou o efeito de diferentes níveis de resíduos de pescado sobre larvas de *Zophobas morio*. O experimento foi realizado durante 21 dias, utilizando oito tratamentos com substituição da ração convencional por resíduos de pescado nos níveis de 0% (condição de referência), 12,5, 25, 37,5, 50, 62,5, 75 e 100%, sendo que o 100% era de resíduo de peixe (condição extrema de referência), sendo avaliados proteína bruta, umidade, matéria mineral, ganho de peso e taxa de sobrevivência. Os maiores ganhos de peso foram observados nos tratamentos com 25 e 37,5% de resíduo, com 10,40 e 8,65 g, respectivamente, já a sobrevivência foi de 100% nesses tratamentos. Nos níveis de 75 e 100% ocorreu mortalidade total das larvas. Conclui-se que, nas condições avaliadas, os níveis intermediários de substituição apresentaram respostas mais favoráveis ao desenvolvimento das larvas, destacando-se 25 e 37,5% de resíduo de pescado.
Palavras-chave: *Desenvolvimento larval. Valorização de resíduos. Resíduos de pescado. Bioconversão. Desempenho larval.*

Área do Conhecimento: Ciências agrárias. Zootecnia.

Introdução

A atividade de piscicultura gera resíduos durante as etapas de processamento dos peixes, especialmente durante a filetagem, constituindo um material que pode apresentar potencial de aproveitamento. Esses resíduos podem ser destinados a sistemas de produção capazes de transformá-los em produtos de interesse, contribuindo para o aproveitamento de subprodutos agroindustriais e para a redução do descarte de materiais com potencial nutricional (Siddiqui *et al*., 2023; Junior; Nunes; Maraschin, 2025). Nesse contexto, a busca por alternativas de utilização desses materiais tem ampliado o interesse por sistemas de bioconversão baseados na utilização de organismos capazes de transformar diferentes substratos em biomassa.

Entre as alternativas de aproveitamento de resíduos, destaca-se a utilização de insetos, que podem utilizar diferentes materiais como fonte de alimentação durante seu desenvolvimento. O Tenébrio-Gigante (*Zophobas morio*) apresenta potencial para criação utilizando diferentes tipos de substratos, sendo sua composição e desempenho influenciados pelas características da alimentação fornecida (Harsányi *et al*., 2020; Dragojlović *et al*., 2022). Dessa forma, a utilização de resíduos de pescado como componente da alimentação de larvas de *Z. morio* pode representar uma possibilidade de aproveitamento desse subproduto, permitindo sua transformação em biomassa larval (Gourgouta *et al*., 2024a).

A utilização de resíduos de pescado na alimentação de *Z. morio* também permite avaliar como diferentes níveis de substituição da alimentação convencional podem interferir no desenvolvimento e na composição das larvas. Considerando que a composição do substrato pode influenciar o desempenho larval, torna-se importante avaliar diferentes proporções de resíduo, verificando respostas relacionadas ao ganho de peso, sobrevivência e composição bromatológica. Assim, este trabalho teve

como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de resíduos de pescado sobre larvas de Tenébrio-Gigante (*Zophobas morio*), considerando os resultados de proteína bruta, umidade, matéria mineral, ganho de peso e taxa de sobrevivência.

Metodologia

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO), localizado no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), *Campus* de Alegre, entre março de 2025 e fevereiro de 2026. Os resíduos utilizados foram provenientes do abate e processamento de peixes, principalmente tilápias, coletados em uma unidade de filetagem da região de Alegre, Espírito Santo. Após a coleta, os resíduos foram acondicionados em sacolas plásticas, transportados em bolsa térmica até o laboratório e posteriormente triturados em moedor elétrico com disco de 5 mm.

O material triturado foi acondicionado em baldes plásticos e armazenado, congelado por aproximadamente 15 dias até sua utilização. Como alimentação convencional de referência, utilizou-se uma ração formulada para suínos em fase de gestação (matrizes), composta por milho (67,1%), farelo de soja (15%), farelo de trigo (15%), fosfato bicálcico (1,4%), calcário (0,8%), sal (0,4%) e premix (0,3%). Em relação ao resíduo de pescado puro (utilizado no tratamento T8), a caracterização bromatológica prévia indicou teores médios de 38,44% de proteína bruta (PB), 6,15% de nitrogênio total (NT) e 62,14% de umidade.

O resíduo de pescado foi fornecido in natura, em temperatura ambiente, substituindo gradualmente a ração convencional. Foram estabelecidos oito tratamentos:

Tabela 1: Proporção de ração x substrato de cada tratamento.

Tratamento	Ração (%)	Resíduo (%)	Descrição no Delineamento
T1	100	0	Controle de referência (Ração 100%)
T2	87,5	12,5	Gradiente equidistante de substituição
T3	75	25	Gradiente equidistante de substituição
T4	62,5	37,5	Gradiente equidistante de substituição
T5	50	50	Gradiente equidistante de substituição
T6	37,5	62,5	Gradiente equidistante de substituição
T7	25	75	Gradiente equidistante de substituição
T8	0	100	Controle de extremo (Tratamento limite)

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Foram estabelecidos oito tratamentos, (Tabela 1) com T1 a T8 (100% de resíduo) foi mantido como controle de extremo (tratamento limite), representando a ausência total da ração convencional e servindo para avaliar a viabilidade biológica e mapear os limites operacionais de tolerância e sobrevivência das larvas frente ao aumento da umidade e da carga orgânica. A adoção dessa escala simétrica em intervalos de 12,5% cobriu de forma equilibrada todo o gradiente de substituição mútua entre os ingredientes (sendo um nível de 87,5% de resíduo, por exemplo, o oposto simétrico do tratamento T2).

Os níveis de substituição foram definidos com base em ensaio piloto previamente realizado, no qual foram avaliados intervalos de 25 pontos percentuais e observadas alterações mais pronunciadas no desempenho das larvas entre 50 e 75% de substituição. Dessa forma, no presente experimento, optou-se por aumentar a resolução experimental nessa faixa, adotando-se intervalos de 12,5 pontos percentuais até 75% de substituição. O nível de 100% foi mantido como condição extrema de referência, representando a substituição integral da ração convencional pelo resíduo de pescado. Assim, foram avaliados oito níveis de substituição: 0, 12,5, 25, 37,5, 50, 62,5, 75 e 100%, com cinco unidades experimentais por tratamento, totalizando 40 unidades experimentais.

Essa amplitude de variação mostrou-se suficiente para mapear o desempenho das larvas e os limites de tolerância e sobrevivência frente ao aumento da umidade e da carga orgânica, tornando desnecessária a inserção de frações intermediárias adicionais. Foram utilizadas cinco unidades experimentais para cada tratamento. Cada unidade era constituída por um pote de 500 mL, com tampa

vazada, contendo 100 g de substrato e 40 larvas de Tenébrio-Gigante. As unidades foram acondicionadas em caixas pretas de 40 L, teladas para proteção contra insetos e roedores.

Figura 1 - Foto das estruturas utilizadas para montagem do experimento com unidades experimentais acondicionadas com controle de temperatura e umidade e tampas vazadas.



Fonte: Arquivo pessoal.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), durante 21 dias, sob temperatura média de 28 °C e umidade média de 65%. Ao final do período experimental, foram avaliadas as variáveis de desenvolvimento das larvas de Tenebrio gigante, incluindo ganho de peso (GP) e taxa de sobrevivência (TS), além dos teores de proteína bruta (PB), umidade (UM) e matéria mineral (MM). O ganho de peso foi calculado pela diferença entre o peso final e o peso inicial das larvas, conforme a equação GP = Pf − Pi, em que Pf corresponde ao peso final (g) e Pi ao peso inicial (g).

A taxa de sobrevivência foi determinada pela relação entre o número final e o número inicial de larvas, multiplicada por 100, considerando-se 40 larvas inicialmente por unidade experimental (Senar, 2019). Os teores de proteína bruta, umidade e matéria mineral das larvas foram determinados em triplicata, seguindo metodologias baseadas na AOAC (2005). Os dados foram submetidos à avaliação dos pressupostos estatísticos, seguida da análise de variância e comparação das médias pelo teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa R, versão 4.5.1.

Resultados

Os valores de proteína bruta das larvas variaram entre os tratamentos. Para o valor de proteína bruta (PB), o maior valor foi observado em T1 (67,35%), seguido por T5 (60,45%), T2 (60,22%), T4 (58,33%) e T6 (53,84%). O menor valor de proteína bruto (PB) foi registrado em T3 (49,68%). Para T7 e T8 não foram apresentados valores devido à mortalidade das larvas. Os valores de umidade (UM) também apresentaram variação entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios da composição bromatológica e desempenho das Larvas de TG em diferentes níveis de substituição por resíduos de pescado.

Variável	Tratamentos								CV (%)
	0	12,5	25	37,5	50	62,5	75	100	
PB (%)	67,35a	60,22ab	49,68c	58,33b	60,45ab	53,84bc	-	-	**5,43**
UM (%)	57,90c	54,82c	61,77b	68,58a	68,14a	68,52a	-	-	**2,34**
MM (%)	2,32a	1,20c	0,92d	1,01cd	0,96d	1,20c	-	-	**5,90**
***GP**	-0,55cd	0,95c	10,40a	8,65a	4,92b	0,02cd	-1,30d	-1,20d	**26,10**
***TSOB**	92,00a	100,00a	100,00a	99,00a	88,00a	19,50b	0,00c	0,00c	**9,71**

PB: Proteína Bruta; UM: Umidade; GP: Ganho de peso; TSOB: Taxa de sobrevivência. CV: Coeficiente de Variação. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10%

de probabilidade. *Tukey 1% de probabilidade.
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Os tratamentos T7 e T8 não apresentaram valores para proteína bruta (PB), umidade (UM) e matéria mineral (MM), pois houve mortalidade total das larvas nas parcelas experimentais, impossibilitando a obtenção de material biológico suficiente para a realização das análises bromatológicas. Conforme apresentado na Tabela 2, ambos os tratamentos apresentaram taxa de sobrevivência de 0%.

O T4 apresentou o maior valor de umidade (UM) (68,58%), seguido por T6 (68,52%) e T5 (68,14%). Os tratamentos T3, T1 e T2 apresentaram valores de umidade (UM) de 61,77%, 57,90% e 54,82%, respectivamente. Não foram apresentados valores para T7 e T8 devido à mortalidade das larvas. A matéria mineral (MM) apresentou valores de 2,32% em T1, 1,20% em T2, 0,92% em T3, 1,01% em T4, 0,96% em T5 e 1,20% em T6. O maior valor de matéria mineral (MM) foi observado em T1 (2,32%), enquanto o menor ocorreu em T3 (0,92%). Nos demais tratamentos, os valores de matéria mineral (MM) permaneceram próximos, variando entre 0,96% e 1,20%. Não foram apresentados valores de matéria mineral (MM), para T7 e T8 devido à mortalidade das larvas. O ganho de peso (GP) apresentou diferenças entre os tratamentos, variando de −1,30 g a 10,40 g. Os maiores valores de ganho de peso (GP) foram observados em T3 e T4, com 10,40 g e 8,65 g, respectivamente, valores também apresentados na tabela acima.

O ganho de peso (GP) apresentou diferenças entre os tratamentos, com os maiores valores observados nos níveis intermediários de substituição, especialmente em T3 (25% de resíduo de pescado) e T4 (37,5%), com ganhos de 10,40 e 8,65 g, respectivamente. Em T5, o ganho foi de 4,92 g, enquanto T2 apresentou 0,95 g e T6 apenas 0,02 g. Já T1, T7 e T8 apresentaram perda de peso, com valores de −0,55, −1,30 e −1,20 g, respectivamente. A taxa de sobrevivência (TSOB) variou de 0 a 100% entre os tratamentos. Os maiores valores de taxa de sobrevivência (TSOB) foram observados em T2 e T3 (100%), seguidos por T4 (99%) e T1 (92%). Em T5, a sobrevivência foi de 88%, enquanto T6 apresentou redução acentuada, com 19,5%. Nos tratamentos T7 e T8, não houve sobrevivência das larvas, caracterizando mortalidade total. De modo geral, observou-se redução da sobrevivência com o aumento dos níveis de substituição, principalmente a partir de T5 (Tabela 2).

Discussão

Os valores de proteína bruta obtidos no presente experimento foram superiores aos relatados na literatura para larvas de *Zophobas morio*. Harsányi *et al*. (2020), ao avaliarem larvas alimentadas com diferentes resíduos orgânicos, vegetais, resíduos de jardim, estrume de gado e estrume de cavalo, complementados com 10% de ração de frango, observaram teores de proteína bruta variando de 38,70% a 46,79%. De forma semelhante, Dragojlović *et al*. (2022) encontraram 39,52% de proteína bruta em larvas de *Z. morio* alimentadas com uma mistura de repolho, cenoura e semente de linhaça. No presente estudo, os valores variaram de 49,68% no T3 (25% de resíduo de pescado) a 67,35% no T1 (0% de resíduo de pescado), enquanto Araújo *et al*. (2019) relataram valores entre 39% e 46,80%.

Dessa forma, os valores obtidos no presente experimento foram, em geral, superiores aos encontrados nos estudos citados, indicando que a composição nutricional das larvas pode variar conforme a dieta fornecida. Estudos com *Z. morio* demonstram variações na composição das larvas de acordo com o substrato utilizado, reforçando que a composição final da biomassa larval não necessariamente acompanha de forma linear a composição do alimento fornecido. Essa ausência de uma resposta perfeitamente linear nos teores corporais das larvas evidencia a complexidade metabólica de *Zophobas morio* na biotransformação de dietas com perfis nutricionais tão distintos, demonstrando que o acúmulo de nutrientes nos tecidos não acompanha de forma direta e proporcional a oferta do substrato.

Os teores de umidade obtidos neste estudo apresentaram valores semelhantes aos descritos na literatura. He *et al*. (2014) e Finke (2002) relataram valores de 57,87%, enquanto Rumbos e Athanassiou (2021) observaram uma faixa de 57,9% a 64,8%. Esses valores encontram-se dentro da faixa observada no presente estudo. Gali e Rajamani (2023) observaram que o excesso de umidade dos resíduos de cozinha afetou negativamente o desempenho das larvas, indicando que níveis elevados de umidade podem ser desfavoráveis à criação de *Z. morio*. Os teores de umidade observados no presente estudo foram superiores aos 20 ± 2% registrados por Gali *et al*. (2025) em cama com bola de algodão junto ao substrato. Entretanto, essa comparação deve ser interpretada com cautela, uma vez que o efeito da umidade sobre as larvas pode estar relacionado às características do

substrato e às condições de criação, não sendo possível atribuir isoladamente à umidade eventuais diferenças no desempenho larval (Gali; Bhuvana; Meenatchi, 2025).

Assim, o controle da umidade do substrato é importante no manejo de *Z. morio*, especialmente em materiais de elevada retenção de água (Gali; Bhuvana; Meenatchi, 2025). No presente estudo, os maiores valores de umidade foram acompanhados por redução do ganho de peso e da sobrevivência nos níveis mais elevados de substituição. Dessa forma, os resultados indicam associação entre o aumento da umidade e a redução do desempenho, embora não permitam afirmar que a umidade tenha causado diretamente a mortalidade. Os valores de matéria mineral observados neste estudo variaram de 0,92% a 2,32% e foram inferiores aos encontrados em alguns estudos com *Z. morio*. Rumbos e Athanassiou (2021), em uma revisão da composição nutricional da espécie, apresentaram valores de matéria mineral entre 2,4% e 8,2% da matéria seca das larvas. Oonincx e Dierenfeld (2012) também encontraram valor de 6,5% de cinzas para *Z. morio*, superior aos valores observados no presente experimento.

Entretanto, essa comparação deve ser interpretada com cautela, pois os estudos podem utilizar diferentes bases de expressão dos resultados, como matéria natural ou matéria seca. No presente experimento, a matéria mineral apresentou pouca variação entre os tratamentos que apresentaram sobrevivência, com valores entre 0,92% e 2,32%. Em relação ao ganho de peso, os estudos com Z. morio demonstram que a dieta pode influenciar o desenvolvimento das larvas. Goo *et al*. (2023), em experimento utilizando diferentes resíduos orgânicos como alimento, observaram ganhos de peso de até 166,46 mg por larva com farelo de trigo e 159,90 mg por larva com resíduo alimentar. Gourgouta *et al*. (2024a) também observaram variação no desempenho de larvas alimentadas com dietas enriquecidas, com pesos finais individuais entre 582,9 e 669,5 mg.

No presente estudo, os maiores ganhos de peso foram observados nos níveis intermediários de substituição, principalmente em T3 (25% de resíduo de pescado) e T4 (37,5%), com 10,40 e 8,65 g, respectivamente. Esses resultados sugerem que a composição da dieta exerce influência sobre o desenvolvimento de *Z. morio* e que proporções elevadas de resíduo de pescado podem não proporcionar condições adequadas ao desenvolvimento larval (Pintér *et a*l., 2022). Além disso, em relação ao ganho de peso, a perda de massa registrada em determinados grupos (T1 com −0,55 g, T7 com −1,30 g e T8 com −1,20 g) ocorreu por fatores distintos. No tratamento de referência (T1), a restrição de umidade no substrato seco atuou como fator limitante ao desenvolvimento das larvas. Por outro lado, nos níveis elevados de inclusão (T7) e no controle de extremo (T8), a perda de peso e a mortalidade total decorreram do excesso de umidade associado à rápida degradação do resíduo de pescado *in natura*.

Esse processo comprometeu a aeração do substrato, gerando um ambiente anóxico desfavorável que induziu ao esgotamento das reservas energéticas e à consequente mortalidade das larvas ao longo dos 21 dias de experimento. Dessa forma, o aumento da quantidade de resíduo no substrato não necessariamente favorece o crescimento, indicando a existência de uma proporção mais adequada para o aproveitamento do substrato pelas larvas. Em relação à taxa de sobrevivência, Gourgouta *et al*. (2024b), em estudo com *Z. morio* submetido a diferentes dietas, observaram valores entre 84,0% e 94,2%, demonstrando que a sobrevivência das larvas pode permanecer elevada em diferentes condições alimentares.

Burgos *et al*. (2024), ao avaliarem larvas de *Z. morio* alimentadas com diferentes dietas contendo polímeros derivados de petróleo, observaram sobrevivência de 93% no tratamento controle e valores entre 10,3% e 67,4% nos tratamentos contendo diferentes polímeros. No presente estudo, T2, T3 e T4 apresentaram sobrevivência superior ou próxima às observadas nos estudos citados, enquanto T5 apresentou 88% de sobrevivência, dentro da faixa observada em alguns estudos. Entretanto, T6 apresentou sobrevivência de apenas 19,5%, enquanto T7 e T8 apresentaram mortalidade total. Esse comportamento indica que os níveis mais elevados de substituição não foram favoráveis à sobrevivência das larvas nas condições avaliadas. A redução da sobrevivência ocorreu simultaneamente ao aumento da participação do resíduo de pescado e dos valores de umidade nos tratamentos com maiores níveis de substituição.

Conclusão

A utilização de resíduos de pescado na alimentação de larvas de Tenébrio-Gigante (*Zophobas morio*) mostrou-se viável nas condições experimentais avaliadas. Os resultados indicaram que os níveis intermediários de substituição foram mais favoráveis ao desenvolvimento das larvas, destacando-se as

proporções de 25% e 37,5% de resíduo de pescado. A inclusão do controle de extremo (100% de resíduo) cumpriu o seu papel metodológico ao evidenciar os limites biológicos de tolerância da espécie, demonstrando que a ausência total da ração convencional inviabiliza a sobrevivência das larvas devido às alterações físicas e químicas do substrato. Dessa forma, o objetivo do estudo foi atingido, identificando-se a faixa ideal para o aproveitamento do resíduo na bioconversão.

Referências

ARAÚJO, R. R. S. *et al*. Nutritional composition of insects *Gryllus assimilis* and *Zophobas morio*: potential foods harvested in Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 76, p. 22–26, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.11.005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005.

BURGOS, B. R. et al. Microbiological and physicochemical approach in the feeding of superworm (*Zophobas morio*) with petroleum-derived polymer diets. **Microorganisms**, v. 12, n. 11, p. 2118, 2024.

DRAGOJLOVIĆ, D. *et al*. Comparison of nutritional profiles of super worm (*Zophobas morio*) and yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) as alternative feeds used in animal husbandry: is super worm superior? **Animals**, v. 12, n. 10, p. 1277, 2022.

FINKE, M. D. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. **Zoo Biology**, v. 21, n. 3, p. 269–285, 2002.

GALI, S. P.; BHUVANA, S.; MEENATCHI, R. Impact of moisture content of the bedding material on the survival & growth of superworms (*Zophobas morio*). **International Journal of Advanced Biochemistry Research**, v. 9, n. 9, p. 1782–1786, 2025.

GOO, T.-W. *et al*. Development of optimized feed for lipid gain in *Zophobas morio* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae. **Animals**, v. 13, n. 12, p. 1958, 2023.

GOURGOUTA, M. *et al*. Larval performance of *Zophobas morio* (F.) (Coleoptera: Tenebrionidae) on various diets enriched with post-distillation residues and essential oils of aromatic and medicinal plants. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 31, n. 20, p. 28847–28855, 2024a.

GOURGOUTA, M. *et al*. Local agricultural by-products for rearing superworm larvae (*Zophobas morio*): a Greek example. **Journal of Insects as Food and Feed**, v. 10, n. 8, p. 1397–1410, 2024b. DOI: https://doi.org/10.1163/23524588-00001106.

HARSÁNYI, E. *et al*. Evaluation of organic wastes as substrates for rearing *Zophobas morio*, *Tenebrio molitor*, and *Acheta domesticus* larvae as alternative feed supplements. **Insects**, v. 11, n. 9, p. 604, 2020.

HE, W. L. *et al*. Analysis of nutritive composition in *Zophobas morio* larvae. **Guangdong Agricultural Sciences**, v. 41, n. 6, p. 122, 2014.

JUNIOR, A. A.; NUNES, A.; MARASCHIN, M. Transforming agro-industrial waste into high-value industrial products: a systematic review. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 19, n. 4, e011883, 2025. DOI: https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n4-099.

OONINCX, D. G. A. B.; DIERENFELD, E. S. An investigation into the chemical composition of alternative invertebrate prey. **Zoo Biology**, v. 31, n. 1, p. 40–54, 2012.

PINTÉR, R. *et al*. Evaluation of organic wastes as substrates for rearing *Zophobas morio*, *Tenebrio molitor*, and *Acheta domesticus* larvae as alternative feed supplements. **Journal of Central European Green Innovation**, v. 10, n. Suppl. 1, p. 143–156, 2022.

RUMBOS, C. I.; ATHANASSIOU, C. G. The superworm, *Zophobas morio* (Coleoptera: Tenebrionidae): a “sleeping giant” in nutrient sources. **Journal of Insect Science**, v. 21, n. 2, p. 13, 2021.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Piscicultura: alimentação**. Brasília, DF: Senar, 2019. 48 p. (Coleção Senar, 263).

SIDDIQUI, S. A. et al. Transformation of seafood side-streams and residuals into valuable products. **Foods**, v. 12, n. 2, p. 422, 2023.

Agradecimentos

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

(FAPES). Os autores agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) pelo apoio institucional e infraestrutura concedidos ao Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais para a execução desta pesquisa.