DESEMPENHO DE *Hermetia illucens* COM NÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO DA RAÇÃO POR RESÍDUOS DE PESCADO

Autores: Erivelto Oliveira de Souza[1], Macllene Rodrigues Zeferino[1], Dayane Vitoria Silva Mello[1], Maria Verônica Pachêco[2], Ana Amélia Caprioli[1], Pedro Pierro Mendonça[1].

[1] Erivelto Oliveira de Souza/Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Alegre, Rodovia BR 482, Distrito de Rive - 29500-000 - Alegre-ES, Brasil velto3032@gmail.com, macllener@hotmail.com, daymellovitoria@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, mariaveronicapacheco23@gmail.com.

Resumo
O presente estudo avaliou o desempenho de larvas de *Hermetia illucens* submetidas a diferentes níveis de substituição da ração convencional por resíduos de pescado. O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre, utilizando larvas com 10 dias de vida, distribuídas em oito tratamentos, com cinco repetições, correspondentes a 0, 12,5, 25, 37,5, 50, 62,5, 75 e 100% de substituição. Após 21 dias, foram avaliados o ganho de peso, a taxa de sobrevivência e a composição físico-química das larvas. Os melhores resultados de desempenho foram observados nos níveis intermediários de substituição. O maior ganho de peso foi registrado com 25% de substituição, enquanto os tratamentos de 25 a 62,5% apresentaram 100% de sobrevivência. A proteína bruta das larvas variou de 32,44 a 55,27%. Os resultados indicam que resíduos de pescado podem ser utilizados como parte do substrato para a criação de *H. illucens*, com melhores respostas nas proporções intermediárias avaliadas.
Palavras-chave: *Substrato*. Bioconversão. Desempenho larval. Larvas de insetos. Piscicultura.

Área do Conhecimento: Ciências agrárias. Zootecnia.

Introdução

A piscicultura brasileira tem apresentado crescimento nos últimos anos, com destaque para a produção de tilápia (Valenti *et al*., 2021). Esse crescimento também aumenta a geração de resíduos durante o abate e processamento dos peixes, como cabeças, vísceras, carcaças, espinhas, pele e aparas (Naghdi *et al*., 2024). Quando descartados de forma inadequada, esses materiais podem causar problemas ambientais devido à sua carga orgânica, embora ainda apresentem nutrientes que podem ser aproveitados em outros processos produtivos (Bhattacharya *et al*., 2022).

Uma das possibilidades de aproveitamento desses resíduos é a bioconversão por meio de insetos. Nesse processo, o material orgânico é utilizado como alimento e parte de seus nutrientes é transformada em biomassa. Entre as espécies com potencial para essa finalidade está a *Hermetia illucens*, conhecida como mosca-soldado-negra ou BSF – Blak Soldier Fly, cujas larvas utilizam diferentes materiais orgânicos, incluindo resíduos agroindustriais, restos alimentares e resíduos da produção animal (Amrul *et al*., 2022). O interesse pela *H. illucens* está relacionado à capacidade das larvas de consumir matéria orgânica e transformá-la em biomassa com interesse nutricional, especialmente pelo conteúdo de proteína e lipídios (Wang e Shelomi, 2017).

A fase larval é de maior interesse para a produção de BSF, pois é quando ocorre o consumo e a conversão do substrato. O desenvolvimento das larvas depende das características do material fornecido, incluindo sua umidade (Frooninckx *et al*., 2024). Assim, além da composição nutricional, é necessário considerar as características físicas do resíduo e a proporção incorporada ao substrato (Arena *et al*., 2023). Os resíduos do processamento de peixes apresentam potencial para essa finalidade por possuírem elevada quantidade de matéria orgânica e nutrientes. Entretanto, seu uso como alimento para as larvas pode gerar diferentes respostas conforme a quantidade utilizada.

Nesse contexto, a substituição da alimentação convencional por diferentes proporções de resíduos pode alterar características do substrato, como umidade e composição, refletindo no ganho de peso e na sobrevivência das larvas. O aproveitamento de resíduos da tilapicultura na criação de *H. illucens*

pode representar uma alternativa para dar novo destino a materiais que seriam descartados, contribuindo para a redução dos resíduos gerados e para a produção de biomassa larval com potencial de utilização como ingrediente na alimentação animal. Diante disso, este trabalho avaliou o desempenho de larvas de *Hermetia illucens* submetidas a diferentes níveis de substituição da ração convencional por resíduos de pescado, verificando os efeitos dessas proporções sobre o ganho de peso, a taxa de crescimento, a sobrevivência e a composição físico-química das larvas.

Metodologia

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO), do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre, entre março de 2025 e fevereiro de 2026. Os resíduos utilizados no experimento foram provenientes do abate e processamento de peixes, principalmente tilápias, coletados na região de Alegre, Espírito Santo. Após a coleta, realizada em uma filetadora, o material foi acondicionado em sacolas plásticas e transportado até o laboratório em bolsa térmica. No laboratório, os resíduos foram triturados em moedor elétrico equipado com disco de 5 mm. Após a trituração, o material foi acondicionado em baldes plásticos e armazenado em freezer por aproximadamente 15 dias, permanecendo congelado até o momento de sua utilização nos experimentos.

Foram utilizadas larvas de *Hermetia illucens* adquiridas da IllucensBR – Flávio Medeiros. Para a montagem do experimento, foram selecionadas larvas com 10 dias de vida. A alimentação convencional utilizada como referência foi composta por milho, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal, farelo de trigo e premix. O resíduo de pescado foi utilizado *in natura*, sendo fornecido às larvas em temperatura ambiente. A ração convencional foi parcialmente substituída pelo resíduo de pescado em oito níveis: 0, 12,5, 25, 37,5, 50, 62,5, 75 e 100%. Foram utilizadas cinco unidades experimentais para cada tratamento, totalizando 40 unidades experimentais. Cada unidade foi constituída por um pote plástico de 500 mL, com tampa vazada, contendo 100 g de substrato e 40 larvas.

As unidades experimentais foram mantidas em caixas plásticas pretas com capacidade de 40 L, protegidas por tela para evitar o acesso de insetos e roedores. As unidades foram distribuídas em bandejas de criação seguindo delineamento inteiramente casualizado. Durante o período experimental, de 21 dias, as unidades foram mantidas sob temperatura média de 28 °C e umidade média de 65%. Ao final desse período, as larvas foram avaliadas quanto às características relacionadas ao desenvolvimento e à sobrevivência. O ganho de peso foi obtido pela diferença entre o peso médio final e o peso médio inicial das larvas.

A taxa de crescimento específico foi determinada considerando a diferença entre os logaritmos dos pesos inicial e final em relação ao período experimental. A taxa de sobrevivência foi calculada pela relação entre o número final de larvas e o número inicial de indivíduos, considerando-se 40 larvas por unidade experimental. Também foram realizadas análises físico-químicas das larvas, considerando os teores de umidade, matéria mineral, nitrogênio total e proteína bruta. As análises foram realizadas conforme metodologias preconizadas pela AOAC e utilizando também o método de Kjeldahl, adaptado das metodologias descritas na literatura (Aoac, 2005; Galvani; Gaertner, 2006).

Para as análises físico-químicas, foram coletadas amostras em triplicata. Os dados obtidos foram inicialmente avaliados quanto à normalidade dos resíduos e à homogeneidade das variâncias. Após a verificação dos pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância. Quando foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas no software R, versão 4.5.1.

Resultados

De forma geral, os tratamentos com níveis intermediários de substituição apresentaram os melhores resultados para o desempenho das larvas de *Hermetia illucens*. Os tratamentos T3, T4, T5 e T6, correspondentes a 25, 37,5, 50 e 62,5% de substituição da ração por resíduo de pescado, respectivamente, apresentaram 100% de sobrevivência. No T7, com 75% de substituição, a sobrevivência foi de 69,50%, enquanto no T8, com substituição total da ração, foi de 47,00%. O tratamento T1, sem inclusão de resíduo de pescado, apresentou 0,50% de sobrevivência, enquanto o T2, com 12,5% de substituição, apresentou 78,00%. O ganho de peso apresentou diferenças entre os tratamentos.

Os tratamentos T1 e T2 apresentaram perda de peso, com valores de -0,76 e -0,75, respectivamente. O maior ganho de peso foi observado no T3, com 25% de substituição, alcançando 7,57 g. Nos tratamentos T4, T5 e T6, os valores foram de 6,98 g, 6,18 g e 7,05 g, respectivamente. No T7, o ganho de peso foi de 5,04 g, enquanto no T8, com substituição total da ração, foi de 2,61 (g). Em relação à proteína bruta, os valores variaram de 32,44 a 55,27%. O maior teor foi observado no T2, com 55,27%, enquanto o menor valor foi registrado no T8, com 32,44%. O T1 apresentou 50,57% de proteína bruta e diferiu do T8.

O T8, com 100% de substituição da ração por resíduo de pescado, apresentou redução no ganho de peso, na sobrevivência e no teor de proteína bruta. O desempenho inferior observado nesse tratamento demonstra que a substituição total da ração não proporcionou as mesmas condições de desenvolvimento observadas nos níveis intermediários de substituição.

Os resultados de ganho de peso, sobrevivência e composição físico-química das larvas estão apresentados na figura 1. Os tratamentos T3 e T4, com valores de 44,85 e 43,39%, respectivamente, apresentaram comportamento intermediário, enquanto T5, T6 e T7 apresentaram valores de 47,66, 48,88 e 46,17%, respectivamente. A umidade das larvas apresentou diferença principalmente no T1, que registrou 10,37%, enquanto os demais tratamentos apresentaram valores entre 57,15 e 62,45%, sendo o maior valor observado no T7. O T1, que apresentou o menor teor de umidade, também apresentou a menor sobrevivência (0,50%) e perda de peso (-0,76), evidenciando um comportamento distinto dos demais tratamentos. Para a matéria mineral, o maior valor foi observado no T1, com 7,33%. Nos demais tratamentos, os valores variaram de 2,78 a 3,67%, apresentando comportamento estatisticamente semelhante.

Figura 1 - Desempenho e composição físico-química de larvas de *Hermetia illucens* submetidas a diferentes níveis de substituição da ração por resíduos de pescado.

Variável	Tratamentos								CV
	0	12,5	25	37,5	50	62,5	75	100	(%)
PB (%)	50,57a	55,27a	44,85ab	43,39ab	47,66a	48,88a	46,17a	32,44b	**8,17**
UM (%)	10,37b	58,97a	61,38a	57,15a	59,13a	58,45a	62,45a	60,97a	**8,86**
MM (%)	7,33a	3,32b	2,78b	3,35b	2,91b	3,67b	2,79b	3,61b	**10,3**
GP	-0,76d	-0,75d	7,57a	6,98ab	6,18ab	7,05ab	5,04b	2,61c	**21,2**
TSOB	0,50d	78,00b	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	69,50b	47,00c	**12**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Discussão

Os resultados demonstram que a proporção de resíduo de pescado utilizada em substituição à ração influencia o desempenho de *Hermetia illucens*. A resposta das larvas não ocorreu de forma linear com o aumento da substituição, uma vez que os níveis intermediários apresentaram melhores resultados, enquanto as menores e maiores proporções apresentaram desempenho inferior. Esse comportamento está associado às diferentes características nutricionais e físicas proporcionadas pelas proporções de resíduo no substrato. No presente estudo, o maior ganho de peso foi observado no tratamento com 25% de substituição, enquanto os tratamentos com 25, 37,5, 50 e 62,5% apresentaram 100% de sobrevivência.

Em relação ao ganho de peso, os níveis intermediários de resíduo proporcionaram melhor desenvolvimento larval. Entretanto, o aumento da quantidade de resíduo não promoveu crescimento contínuo. Rossi *et al.* (2023), ao avaliarem diferentes proporções de resíduos sólidos de aquicultura em substratos para *H. illucens*, também observaram que o aumento da quantidade de resíduo não promoveu aumento contínuo do crescimento larval. Embora o nível de melhor desempenho tenha sido diferente entre os estudos, o comportamento foi semelhante, com redução do desempenho nas maiores proporções de resíduo.

Tirtawijaya *et al.* (2024) observaram comportamento semelhante ao utilizarem resíduos de cabeça de cavala em diferentes concentrações na alimentação de *H. illucens*. O maior crescimento ocorreu em concentração intermediária, enquanto concentrações superiores não proporcionaram aumento proporcional do crescimento. No presente estudo, essa tendência foi observada, com redução do ganho de peso nos tratamentos com 75 e 100% de substituição.

A sobrevivência apresentou comportamento semelhante ao observado para o ganho de peso. No presente estudo, os tratamentos com 25 a 62,5% de substituição apresentaram 100% de sobrevivência, enquanto os tratamentos com 75 e 100% apresentaram redução para 69,50 e 47,00%, respectivamente. Tirtawijaya *et al.* (2024) também observaram redução da sobrevivência com o aumento da concentração de resíduo de cabeça de cavala. As diferenças entre os estudos estão associadas às características específicas dos resíduos utilizados, à composição da alimentação, à umidade do substrato, à densidade larval e às demais condições experimentais.

A umidade também diferiu entre os tratamentos. No presente estudo, o T1 apresentou 10,37% de umidade, enquanto os demais tratamentos apresentaram valores entre 57,15 e 62,45%. Rossi *et al.* (2023), ao avaliarem resíduos sólidos de aquicultura como substrato para *H. illucens*, observaram diferenças nas características físicas e químicas dos substratos e sua relação com o desempenho larval. Dessa forma, as características físicas do material fornecido influenciam o desenvolvimento das larvas, embora os resultados do presente estudo não permitam atribuir o desempenho exclusivamente à umidade.

A composição nutricional da biomassa larval também apresentou diferenças entre os tratamentos. Os teores de proteína bruta variaram de 32,44 a 55,27%, enquanto Arantes, Kamimura e Marchini (2021) apresentaram valor de 42,1% para larvas de *H. illucens*. A variação entre os estudos está relacionada ao substrato utilizado, às condições de criação, ao estágio de desenvolvimento das larvas e à composição do material fornecido. Rossi *et al.* (2023) também observaram diferenças na composição química da biomassa de *H. illucens* de acordo com o substrato utilizado, incluindo os teores de proteína. Esses resultados demonstram que a composição do material fornecido influencia a composição final da biomassa larval.

Em relação à matéria mineral, os valores observados no presente estudo variaram de 2,78 a 7,33%, sendo o maior valor registrado no tratamento sem substituição da ração por resíduo de pescado. Arantes, Kamimura e Marchini (2021) apresentaram valor de 20,6% para as larvas avaliadas em seu estudo, superior aos valores observados no presente experimento. Essa diferença está relacionada às características do substrato, às condições de criação e às metodologias utilizadas para a determinação da composição química, que devem ser consideradas na comparação entre os estudos.

Pérez-Pacheco *et al.* (2022) também avaliaram a utilização de resíduos de peixe como substrato para *H. illucens*. Em conjunto com os resultados de Rossi *et al.* (2023) e Tirtawijaya *et al.* (2024), os dados demonstram que resíduos de pescado podem ser utilizados na criação de *H. illucens*, mas a resposta das larvas varia conforme o tipo, a proporção e as características físicas e nutricionais do resíduo, além das condições de criação. Dessa forma, a utilização desses resíduos permite integrar o aproveitamento de subprodutos da piscicultura à produção de biomassa larval de interesse nutricional, mas a proporção de substituição deve ser definida de acordo com as características do resíduo e do sistema de criação.

Conclusão

Os resíduos de pescado apresentaram potencial para utilização como substrato na criação de larvas de *Hermetia illucens*. Nas condições avaliadas, a substituição de 25% da ração proporcionou o maior ganho de peso, enquanto os níveis de 25 a 62,5% apresentaram 100% de sobrevivência. A substituição total da ração reduziu o desempenho das larvas. Os resultados demonstram que níveis intermediários de substituição são mais adequados para o aproveitamento de resíduos de pescado na bioconversão por *H. illucens*.

Referências

AMRUL, Nur Fardilla; KABIR AHMAD, Irfana; AHMAD BASRI, Noor Ezlin; SUJA, Fatihah; ABDUL JALIL, Noor Azlina; AZMAN, Noor Aziah. A review of organic waste treatment using black soldier fly (*Hermetia illucens*). **Sustainability**, v. 14, n. 8, p. 4565, 2022. DOI: 10.3390/su14084565.

ARANTES, Vânia Maria; KAMIMURA, Regis; MARCHINI, Cristiane Ferreira Prazeres. Agregação de valor à nutrição a partir do uso de farinha de insetos: aves e suínos. In: **Inovações na nutrição animal: desafios da produção de qualidade**. [S. l.]: Editora Científica Digital, 2021. DOI: 10.37885/210404410.

ARENA, Rosaria; MANUGUERRA, Simona; CURCURACI, Eleonora; CUSIMANO, Maria; LO MONACO, Daniela; DI BELLA, Calogero; SANTULLI, Andrea; MESSINA, Concetta Maria. Fisheries and aquaculture by-products modulate growth, body composition, and omega-3 polyunsaturated fatty acid content in black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. **Frontiers in Animal Science**, v. 4, 1204767, 2023. DOI: 10.3389/fanim.2023.1204767.

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

BHATTACHARYA, Ankures; CHOWDHURY, Supratim; IKBAL, Asik; MURMU, Prasanta; NATH, S. Fish processing wastes: environmental impacts and mitigation measures. **Indian Journal of Animal Health**, v. 61, n. 2, p. 67–82, 2022. DOI: 10.36062/ijah.2022.spl.02222.

FROONINCKX, Lotte; BROECKX, Laurens; GOOSSENS, Sarah; WUYTS, Ann; VAN MIERT, Sabine. Optimizing substrate moisture content for enhanced larval survival and growth performance in *Hermetia illucens*: exploring novel approaches. **Discover Animals**, v. 1, 7, 2024. DOI: 10.1007/s44338-024-00005-2.

GALVANI, Fábio; GAERTNER, Eliney. **Adequação da metodologia Kjeldahl para determinação de nitrogênio total e proteína bruta**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2006. 9 p. (Circular Técnica, 63). Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/812198. Acesso em: **[coloque a data em que você acessou]**.

NAGHDI, Shahab; REZAEI, Masoud; GHARIB HEIDARI, Mahshid; TAHERGORABI, Reza; LORENZO, Jose M.; MIRZAEI, Fatemeh. Insights into fishery by-product application in aquatic feed and food: a review. **Aquaculture International**, v. 32, n. 5, p. 5851–5910, 2024. DOI: 10.1007/s10499-024-01447-x.

PÉREZ-PACHECO, Rafael; HINOJOSA-GARRO, Demián; RUÍZ-ORTÍZ, Fernando; CAMACHO-CHAB, Juan Carlos; ORTEGA-MORALES, Benjamín Otto; ALONSO-HERNÁNDEZ, Nancy; FONSECA-MUÑOZ, Alicia; LANDERO-VALENZUELA, Nadia; LOEZA-CONCHA, Henry Jesús; DIEGO-NAVA, Fidel; ARROYO-BALÁN, Fabián; GRANADOS-ECHEGOYEN, Carlos Alejandro. Growth of the black soldier fly *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) on organic-waste residues and its application as supplementary diet for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae). **Insects**, v. 13, n. 4, 326, 2022. DOI: 10.3390/insects13040326.

ROSSI, Giacomo; OJHA, Shikha; MÜLLER-BELECKE, Andreas; SCHLÜTER, Oliver K. Fresh aquaculture sludge management with black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae: investigation on bioconversion performances. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, 20982, 2023. DOI: 10.1038/s41598-023-48061-0.

TIRTAWIJAYA, Gabriel; LEE, Jin-Hwa; BASHIR, Khawaja Muhammad Imran; LEE, Hae-Jeung; CHOI, Jae-Suk. Evaluating the efficiency of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae in converting mackerel head waste into valuable resources. **Animals**, v. 14, n. 9, 1332, 2024. DOI: 10.3390/ani14091332.

VALENTI, Wagner C.; BARROS, Helenice P.; MORAES-VALENTI, Patricia; BUENO, Guilherme W.; CAVALLI, Ronaldo O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, v. 19, 100611, 2021. DOI: 10.1016/j.aqrep.2021.100611.

WANG, Yu-Shiang; SHELOMI, Matan. Review of black soldier fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food. **Foods**, v. 6, n. 10, 91, 2017. DOI: 10.3390/foods6100091.

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.