

Fontes alternativas de proteína: consumo de insetos e a promoção de sistemas alimentares sustentáveis

Alternative protein sources: insect consumption and the promotion of sustainable food systems

Joana Oliveira¹, Daniel Murta^{1,2}, Alexandre Trindade¹, Ricardo Assunção^{1,3}

ricardo.assuncao@insa.min-saude.pt

(1) Egas Moniz Center for Interdisciplinary Research (CiiEM); Egas Moniz School of Health & Science, Almada, Portugal

(2) Thunder Foods, SA, Santarém, Portugal

(3) Departamento de Alimentação e Nutrição, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Lisboa, Portugal

_Resumo

A crescente pressão exercida sobre os sistemas alimentares globais e os impactos ambientais da produção pecuária impulsionaram a procura por fontes de proteína alternativas sustentáveis. Os insetos comestíveis surgem como uma alternativa promissora, com elevado valor nutricional e reduzido impacto ambiental.

Este estudo analisa a literatura disponível sobre a utilização de insetos como fonte de proteína para consumo humano.

Espécies como *Tenebrio molitor* (tenébrio) e *Acheta domestica* (grilo doméstico) apresentam elevada quantidade de proteína, lípidos, vitaminas, minerais e fibra, podendo substituir, parcialmente, as proteínas convencionais. A produção de insetos requer menos água e terra e gera menores emissões de gases de efeito estufa do que a produção pecuária convencional, e a sua capacidade de valorizar subprodutos agroalimentares contribui para a economia circular. Contudo, a bioacumulação de contaminantes e a repulsa cultural por parte dos consumidores constituem barreiras à adoção generalizada do consumo de insetos, exigindo boas práticas de produção e estratégias para aumentar a aceitação por parte do consumidor.

Os insetos representam, assim, uma fonte proteica sustentável e eficiente, capaz de diversificar a alimentação e reduzir a pressão sobre os recursos naturais, consolidando o seu papel em sistemas alimentares resilientes e sustentáveis, alinhados com o conceito de *Uma Só Saúde*.

_Abstract

The growing pressure on global food systems and the environmental impacts of livestock production have driven the search for alternative, sustainable protein sources. Edible insects have become a promising option, offering high nutritional value and a low environmental footprint.

This review examines the available literature on the use of insects as a protein source for human consumption.

Species such as *Tenebrio molitor* (mealworms) and *Acheta domestica* (house crickets) are rich in protein, lipids, vitamins, minerals, and fibre, and can partially replace conventional proteins. Insect production requires less water and land and generates lower greenhouse gas emissions than traditional livestock farming, while their ability to utilise agri-food by-products contributes to the circular economy. However, the bioaccumulation of contaminants and cultural resistance among consumers remain obstacles to widespread adoption, calling for good production practices and strategies to improve consumer acceptance.

Insects, therefore, represent a sustainable and efficient protein source that can diversify diets and reduce pressure on natural resources, thereby reinforcing their role in resilient and sustainable food systems aligned with the One Health approach.

_Introdução

A população mundial deverá continuar a aumentar ao longo dos próximos 50 a 60 anos, prevendo-se que atinja cerca de 10,3 mil milhões de pessoas em meados da década de 2080 (1). Simultaneamente, estima-se que entre 630 e 720 milhões de pessoas tenham enfrentado situações de fome em 2024, o que evidencia a persistência de desafios significativos no acesso a uma alimentação adequada (2). Torna-se, assim, fundamental identificar fontes de proteína que conciliem segurança, qualidade nutricional e sustentabilidade (3). A pecuária, embora constitua uma das principais fontes globais de proteína para consumo humano, está fortemente associada a consequências ambientais, incluindo a emissão de gases com efeito de estufa e a utilização intensiva de recursos hídricos e de solos, contribuindo para a degradação dos ecossistemas terrestres (4,5). Assim, a procura por alternativas sustentáveis, como o consumo de insetos, tem vindo a ganhar destaque nos últimos anos.

Os insetos têm vindo a ser considerados uma fonte promissora de proteína sustentável, apresentando elevada eficiência na conversão alimentar, baixo impacto ambiental e um perfil nutricional rico em proteínas, gorduras mono e poli-insaturadas, aminoácidos essenciais, fibras, vitaminas e minerais (6). Uma das maiores vantagens da produção de insetos é o seu contributo para a circularidade da economia agroindustrial,

artigos breves_ n. 3

que, de outra forma, seriam desperdiçados, e a sua reintegração na cadeia de valor como matérias-primas secundárias para alimentação humana e alimentação animal (7,8). Além disso, os insetos requerem significativamente menos recursos hídricos e de solo, e apresentam emissões de gases com efeito de estufa mais baixas em comparação com a produção pecuária (8). A sua produção poderá complementar a proteína proveniente da pecuária, contribuindo para reduzir a pressão sobre os recursos naturais e melhorar o acesso a alimentos a nível global (9). Em 2025, quatro espécies de insetos encontram-se aprovadas para consumo humano, na categoria de novos alimentos: *Acheta domesticus* (grilo doméstico), *Tenebrio molitor* (tenébrio), *Alphitobius diaperinus* (tenebrião-pequeno) e *Locusta migratoria* (gafanhoto-migratório) (10-14). Perante o crescimento populacional e os desafios ambientais associados à produção de alimentos, os insetos surgem como uma estratégia promissora para tornar os sistemas alimentares mais sustentáveis e resilientes.

No entanto, é fundamental garantir a segurança dos alimentos produzidos a partir dessas proteínas, uma vez que os insetos podem bioacumular contaminantes, como metais, exigindo monitorização e controlo adequados durante a sua produção e processamento (15). Além disso, deve também ser considerada a potencial alergenicidade, dado que algumas proteínas de insetos apresentam semelhanças estruturais com alergénios de crustáceos e moluscos, podendo provocar reações em indivíduos sensíveis (16).

_Objetivo

O objetivo deste estudo consistiu em analisar criticamente a bibliografia disponível relativamente à utilização de insetos como fonte sustentável de proteína para consumo humano. Pretendeu-se sistematizar o conhecimento atual acerca do seu perfil nutricional, salientar os potenciais benefícios ambientais e a sua relevância no âmbito da economia circular, bem como avaliar os riscos inerentes à segurança dos alimentos.

_Materiais e métodos

O presente estudo considerou a realização de uma pesquisa bibliográfica, desenvolvida através de motores de pesquisa

científica, nomeadamente PubMed e Scopus. Foram utilizados termos de pesquisa como “insects for food”, “sustainable protein” e “insect farming”. Foram considerados artigos originais, revisões, relatórios técnicos de organizações internacionais (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA), Organização Mundial da Saúde (OMS) e Plataforma Internacional de Insetos para Alimentação Humana e Animal (IPIFF)). Incluíram-se ainda regulamentos da União Europeia relacionados com a autorização e o enquadramento legal do consumo de insetos, nomeadamente no contexto da legislação sobre novos alimentos (novel foods).

_Resultados e discussão

Os resultados da revisão bibliográfica realizada reforçam o potencial dos insetos como fonte alternativa de proteína, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas alimentares globais. Os insetos apresentam elevado valor nutricional e eficiência produtiva, representando uma oportunidade para diversificar a oferta proteica e reduzir a dependência de fontes convencionais, ao mesmo tempo que proporcionam benefícios ambientais e possibilitam a integração na economia circular (17).

Os insetos são ricos em proteína (18), e fornecem lípidos, vitaminas, minerais e fibra dietética, sobretudo quitina, embora a composição nutricional varie consoante a espécie e o substrato de produção (8,19,20). Para além do seu valor nutricional, os insetos têm outros benefícios para a saúde: são ricos em compostos bioativos, como péptidos antimicrobianos, compostos fenólicos, quitina e quitosano, que apresentam propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antimicrobianas, anti-hipertensivas e imunomoduladoras (5). Espécies como *Tenebrio molitor* (tenébrio) e *Acheta domesticus* (grilo doméstico) têm sido amplamente estudadas, apresentando elevado valor nutricional e potencial de substituição parcial de proteínas convencionais (18). A tabela 1 evidencia a variabilidade no conteúdo proteico de insetos em comparação com outras fontes sustentáveis de proteína.

Tabela 1: Comparação do teor proteico de insetos e outras fontes alimentares.

Fonte de proteína	Proteína digerível (%)	Referência
Vaca	17,0-20,2	(35)
Frango	13,1-16,3	(36)
Ovos	14	(37)
Soja	40	(22)
Ervilhas	23-31	(23)
Grão	18-29	(24)
Microalgas	60	(25)
Macroalgas	10-40	(25)
Tenébrio	47-65	(26)
Grilo doméstico	>70	(27)

Para a alimentação humana, os insetos representam uma alternativa proteica sustentável, comparável a fontes como algas ou leguminosas, oferecendo elevado valor nutricional e alto teor proteico (25).

Do ponto de vista ambiental, a produção de insetos revela-se mais eficiente e sustentável do que a produção convencional de proteínas, apresentando menor consumo de água e menor utilização de terra, menor emissão de gases com efeito de estufa e alta eficiência de conversão alimentar (19). A tabela 2 evidencia os impactos ambientais da produção de insetos. Essa produção também contribui para a valorização

de subprodutos agroalimentares e para a mitigação do desperdício alimentar, inserindo-se assim no conceito de economia circular, ao transformar resíduos em proteína de elevado valor nutritivo (8,17,20). Além disso, a produção de insetos apoia diretamente vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), incluindo: Erradicar a pobreza (ODS 1); Erradicar a fome (ODS 2); Produção e consumo sustentáveis (ODS 12); Ação climática (ODS 13); Proteger a vida terrestre (ODS 15) e Paz, justiça e instituições eficazes (ODS 16), promovendo sistemas alimentares mais resilientes, inclusivos e sustentáveis (28).

Tabela 2: Impacto ambiental da produção de insetos, em relação à produção de proteínas convencionais.

Fonte de proteína	Emissões GEE (kg CO ₂ -eq/UN)	Ocupação de solo (m ² /UN)	Consumo de energia (MJ/UN)	Consumo de água (L/UN)
Vaca	500	1640	132,2	174190
Aves	57	71	92,22	81860
Porco	76	110	123,33	413270
Ervilhas	4	34	348	125780
Tofu (soja)	20	22	19	31960
Microalgas (Spirulina e Clorela)	112,89-128,10	4,76-7,75	1842,69-2306,48	1900-7391
Tenébrio	20,4	22,38	213,66	23000
Grilo doméstico	2,35	155	96	21132

UN= unidade nutricional. Adaptado de Francis A. et al (2024) (29)

artigos breves_ n. 3

A **figura 1** ilustra a ligação entre a produção de insetos para alimentação e os ODS.

Apesar destes benefícios, os insetos podem bioacumular contaminantes presentes nos substratos, pelo que a aplicação de tratamentos térmicos e de boas práticas de produção é essencial para reduzir significativamente esses potenciais riscos (15). Para além disso, têm sido identificadas proteínas em insetos como *Tenebrio molitor* (tenébrio) e *Locusta migratoria* (gafanhoto-migratório) capazes de desencadear reações alérgicas, algumas das quais apresentam semelhanças estruturais com alergénios de crustáceos e ácaros do pó (30). Entre os principais alergénios descritos encontram-se a tropomiosina e a arginina quinase, reconhecidas como panalergénios devido à sua elevada homologia com proteínas de outros grupos animais (31,32). Deste modo, torna-se essencial i) a consciencialização dos consumidores com histórico

de alergias a crustáceos ou ácaros quanto ao potencial risco de reações cruzadas decorrentes da ingestão de insetos ou dos seus derivados, e ii) a conformidade com a legislação vigente no que concerne à informação obrigatória relativa à espécie utilizada nos rótulos dos alimentos que apresentem insetos na sua constituição.

A aceitação do consumidor a estas fontes alternativas é variável e constitui uma barreira importante à adoção dos insetos como alimento generalizado, sendo essa aceitação influenciada por fatores culturais, perceção do risco e repulsa em relação ao seu consumo (33). Estratégias como a incorporação de farinha de insetos em produtos processados, barras energéticas, bolachas ou massas, parecem aumentar a aceitação, refletindo tendências de mercado promissoras na Europa e a nível global (34).

Figura 1: Relação da produção de insetos com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).



Conclusão

Os insetos constituem uma fonte proteica promissora e sustentável, capaz de diversificar a alimentação e reduzir a pressão sobre os sistemas alimentares, ao mesmo tempo que promovem a valorização de resíduos e a economia circular.

Contudo, a aceitação do consumidor continua a representar uma barreira que deve ser superada. A expansão segura e sustentável do consumo de insetos depende de investigação contínua sobre segurança dos alimentos, otimização nutricional, impacto ambiental e regulamentação, consolidando o seu papel numa abordagem integrada de saúde, segundo o conceito de *Uma Só Saúde*.

Financiamento:

Joana Oliveira é financiada pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Lisboa, Portugal, através de uma bolsa de doutoramento (referência 2022.13540.BDANA; <https://doi.org/10.54499/2022.13540.BDANA>). Este trabalho foi financiado pelos projetos: "InsectERA" (n.º C644917393-0000032), no âmbito dos WPs InBioremediation e One Health, com o apoio do Fundo Europeu Next Generation EU e do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) de Portugal, no quadro da linha de incentivo "Agendas para a Inovação Empresarial", através do regime de financiamento C5 – Capitalização e Inovação Empresarial; CiiEM Investiga "FlyWaste" através do projeto 10.54499/UIDB/04585/2020, financiado pela FCT.

Referências bibliográficas:

- (1) United Nations Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects 2024: Summary of Results. New York: UN, 2024. https://population.un.org/wpp/assets/Files/WPP2024_Summary-of-Results.pdf
- (2) FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2025. Rome: FAO/ IFAD/UNICEF/WFP/WHO, 2025. <https://doi.org/10.4060/cd6008en>
- (3) Jafarzadeh S, Qazanfarzadeh Z, Majzoobi M, et al. Alternative proteins; A path to sustainable diets and environment. *Curr Res Food Sci.* 2024 Oct 10;9:100882. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2024.100882>
- (4) Food and Agriculture Organization. FAO land and water annual overview, 2023. Rome: FAO, 2025. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd4260en>
- (5) Nugrahaeningtyas E, Lee JS, Park KH. Greenhouse gas emissions from livestock: sources, estimation, and mitigation. *J Anim Sci Technol.* 2024 Nov;66(6):1083-98. <https://doi.org/10.5187/jast.2024.e86>
- (6) Aguilar-Toalá JE, Cruz-Monterrosa RG, Liceaga AM. Beyond Human Nutrition of Edible Insects: Health Benefits and Safety Aspects. *Insects.* 2022 Nov 1;13(11):1007. <https://doi.org/10.3390/insects13111007>
- (7) Hamam M, D'Amico M, Di Vita, G. Advances in the insect industry within a circular bioeconomy context: a research agenda. *Environ Sci Eur.* 2024 feb;36:29. <https://doi.org/10.1186/s12302-024-00861-5>
- (8) Siddiqui SA, Osei-Owusu J, Yunusa BM, et al. Prospects of edible insects as sustainable protein for food and feed – a review. *J Insects Food Feed.* 2023;10(2):191-217. <https://doi.org/10.1163/23524588-20230042>
- (9) Perez-Fajardo M, Bean SR, Subramanyam B, et al. Use of insect protein powder as a sustainable alternative to complement animal and plant-based protein contents in human and animal food. Sustainable agricultural practices and product design. *ACS Symp Ser.* 2023;1449:31-50. <https://doi.org/10.1021/bk-2023-1449.ch003>
- (10) União Europeia. Regulamento de Execução (UE) 2021/1975 da Comissão de 12 de novembro de 2021 que autoriza a colocação no mercado das formas congelada, desidratada e em pó de *Locusta migratoria* como novo alimento ao abrigo do Regulamento (UE) 2015/2283 do Parlamento Europeu e do Conselho e que altera o Regulamento de Execução (UE) 2017/2470 da Comissão. *OJ L 402,15.11.2021:10-16.* http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2021/1975/oj
- (11) União Europeia. Regulamento de Execução (UE) 2022/169 da Comissão de 8 de fevereiro de 2022 que autoriza a colocação no mercado das formas congelada, desidratada e em pó de *Tenebrio molitor* (larvas de *Tenebrio molitor*) como novo alimento ao abrigo do Regulamento (UE) 2015/2283 do Parlamento Europeu e do Conselho e que altera o Regulamento de Execução (UE) 2017/2470 da Comissão. *OJ L 28,9.2.2022:10-16.* http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2022/169/oj
- (12) União Europeia. Regulamento de Execução (UE) 2022/188 da Comissão de 10 de fevereiro de 2022 que autoriza a colocação no mercado das formas congelada, desidratada e em pó de *Acheta domestica* como novo alimento ao abrigo do Regulamento (UE) 2015/2283 do Parlamento Europeu e do Conselho e que altera o Regulamento de Execução (UE) 2017/2470 da Comissão. *OJ L 30, 1.2.2022:108-13.* http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2022/188/oj
- (13) União Europeia. Regulamento de Execução (UE) 2023/58 da Comissão de 5 de janeiro de 2023 que autoriza a colocação no mercado das formas congelada, em pasta, desidratada e em pó de larvas de *Alphitobius diaperinus* (tenebrião-pequeno) como novo alimento e que altera o Regulamento de Execução (UE) 2017/2470. *OJ L 5,6.1.2023:10-15.* http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2023/58/oj
- (14) União Europeia. Regulamento de Execução (UE) 2025/89 da Comissão de 20 de janeiro de 2025 que autoriza a colocação no mercado de pó de larvas inteiras de *Tenebrio molitor* (tenebrião) tratado com radiação UV como novo alimento e que altera o Regulamento de Execução (UE) 2017/2470. *OJ L,2025/89, 21.1.2025.* http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2025/89/oj
- (15) Heath D, Vehar A, Kourimská L, et al. Quality, safety and authenticity of insect protein-based food and feed: insights from the INPROFF Project. *Explor Foods Foodomics.* 2024;2:339 – 62. <https://doi.org/10.37349/eff.2024.00041>
- (16) De Marchi L, Wangorsch A, Zoccatelli G. Allergens from Edible Insects: Cross-reactivity and Effects of Processing. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2021 May 30;21(5):35. <https://doi.org/10.1007/s11882-021-01012-z>
- (17) Siddiqui SA, Harahap IA, Osei-Owusu J, et al. Bioconversion of organic waste by insects – A comprehensive review. *Process Saf Environ Prot.* 2024;187:1-25. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.04.122>
- (18) Mohamad A, Tan CK, Shah NNAK, et al. Insect protein: A pathway to sustainable protein supply chains, challenges, and prospects. *Agric Food Res.* 2025;19:101678. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101678>
- (19) Lange KW, Nakamura Y. Potential contribution of edible insects to sustainable consumption and production. *Front. Sustain.* 2023 Jan;4:1112950. <https://doi.org/10.3389/frsus.2023.1112950>
- (20) Safavi A, Thrastardottir R, Thorarinsdottir RI, et al. Insect Production: A Circular Economy Strategy in Iceland. *Sustainability.* 2024 oct;16(20):9063. <https://doi.org/10.3390/su16209063>
- (21) Ismail BP, Senaratne-Lenagala L, Stube A, et al. Protein demand: review of plant and animal proteins used in alternative protein product development and production. *Anim Front.* 2020 Oct 30;10(4):53-63. <https://doi.org/10.1093/af/vfaa040>
- (22) Bessada SMF, Barreira JCM, Oliveira MBPP. Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. *Trends Food Sci Technol.* 2019;93:53-68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.022>



artigos breves_ n. 3

- (23) Boukid F, Rosell CM, Castellari M. Pea protein ingredients: A mainstream ingredient to (re)formulate innovative foods and beverages. *Trends Food Sci Technol.* 2021 apr;110:729-42. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.040>
- (24) Wang J, Li Y, Li A, et al. Nutritional constituent and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *Food Res Int.* 2021 Dec;150(Pt A):110790. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110790>
- (25) Pastrana-Pastrana AJ, Rodríguez-Herrera R, Solanilla-Duque JF, et al. Plant proteins, insects, edible mushrooms and algae: more sustainable alternatives to conventional animal protein. *J Future Foods.* 2025 may;5(3):248-56. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2024.07.004>
- (26) Jansson A, Hunter D, Berggren Å. Insects as food – an option for sustainable food production? Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2019. https://www.researchgate.net/publication/335464467_Insects_as_food_-_an_option_for_sustainable_food_production
- (27) Udomsil N, Imsoonthornruksa S, Gosawit C, et al. Nutritional Values and Functional Properties of House Cricket (*Acheta domesticus*) and Field Cricket (*Gryllus bimaculatus*). *Food Sci Technol Res.* 2019;25(4):597-605. <https://doi.org/10.3136/fstr.25.597>
- (28) Barragán-Fonseca KB, Muñoz-Ramírez AP, Mc Cune N, et al. Fighting rural poverty in Colombia: circular agriculture by using insects as feed in aquaculture. *Wageningen: Wageningen Livestock Research*, 2022. <https://doi.org/10.18174/561878>
- (29) Francis A, Ghnimi S, Smetana S, et al. Development of a regionalized dynamic weighting method for the environmental impact of alternative protein sources. *Front Sustain Food Syst.* 2024;8:1294390. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1294390>
- (30) de Gier S, Verhoeckx K. Insect (food) allergy and allergens. *Mol Immunol.* 2018 Aug;100:82-106. <https://doi.org/10.1016/j.molimm.2018.03.015>
- (31) Hall FG, Liceaga AM. Isolation and proteomic characterization of tropomyosin extracted from edible insect protein. *Food Chem (Oxf).* 2021 Nov 9;3:100049. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2021.100049>
- (32) Wong L, Huang CH, Lee BW. Shellfish and House Dust Mite Allergies: Is the Link Tropomyosin? *Allergy Asthma Immunol Res.* 2016 Mar;8(2):101-6. Epub 2015 Jul 14. <https://doi.org/10.4168/aair.2016.8.2.101>
- (33) Ros-Baró M, Sánchez-Socarrás V, Santos-Pagés M, et al. Consumers' Acceptability and Perception of Edible Insects as an Emerging Protein Source. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Nov 26;19(23):15756. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315756>
- (34) van Huis A, Rumpold B. Strategies to convince consumers to eat insects? A review. *Food Qual Prefer.* 2023 Aug;110:104927. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.104927>
- (35) Yeh Y, Omaye ST, Ribeiro FA, et al. Evaluation of palatability and muscle composition of novel value-added beef cuts. *Meat Sci.* 2018 Jan;135:79-83. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.08.026>
- (36) Chepkemoi M, Macharia JW, Sila D, et al. Physical characteristics and nutritional composition of meat and eggs of five poultry species in Kenya. *LRRD.* 2017;29(8):1-11. <https://www.lrrd.org/lrrd29/8/somm29153.html>
- (37) Attia YA, Al-Harathi MA, Korish MA, et al. Protein and Amino Acid Content in Four Brands of Commercial Table Eggs in Retail Markets in Relation to Human Requirements. *Animals (Basel).* 2020 Mar 1;10(3):406. <https://doi.org/10.3390/ani10030406>