

Insetos comestíveis como fonte de proteínas emergentes: revisão **Edible insects as a source of emerging proteins: a review**

Heloísa de Fátima Mendes Justino^{1*}, Jeferson Silva Cunha², Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior³

RESUMO

A entomofagia, ou seja, o consumo de insetos, é considerado uma tendência futura e uma estratégia viável, isso devido sua produção ser mais sustentável quando comparada a outras fontes de proteínas convencionais. Além disso, os insetos possuem considerável teor de proteínas, contendo aminoácidos essenciais e não essenciais, com propriedades biológicas. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo abordar o uso de insetos na alimentação humana, destacando aspectos sociais, econômicos e ambientais em sua produção e consumo, bem como, os aspectos nutricionais, principalmente em relação ao conteúdo proteico.

Palavras-chave: Alimento emergente; Entomofagia; Saudabilidade; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Entomophagy, that is, the consumption of insects, is considered a future trend and a viable strategy, because its production is more sustainable when compared to other conventional protein sources. In addition, insects have considerable protein content, containing essential and non-essential amino acids, with biological properties. Therefore, the present work aimed to address the use of insects in human food, highlighting social, economic and environmental aspects in their production and consumption, as well as nutritional aspects, especially in relation to protein content.

Keywords: Emerging food; Entomophagy; Healthiness; Sustainability.

^{1,2,3} Universidade Federal de Viçosa

*E-mail: heloisa.justino@ufv.br

INTRODUÇÃO

A sustentabilidade envolvendo a utilização dos recursos naturais para sobrevivência humana é um assunto que vem sendo cada vez mais discutido, pois é necessário a utilização desses recursos de forma equilibrada para não comprometer as futuras gerações (JUSTINO et al., 2022a). O aumento da população e demanda por alimentos levaram ao desmatamento, exploração animal e aumento das emissões de gases de efeito estufa. Um dos principais fatores que contribuem negativamente para essa exploração é o consumo de carne, que é estimado aumentar em 75% entre o período 2007 e 2050 (VAN HUIS et al., 2015).

Com isso, fontes alternativas de alimentos obtidos de maneira mais sustentável devem ser exploradas para que as próximas gerações não sejam comprometidas. O consumo de insetos é interessante dentro desse fundamento, podendo ser uma solução para atender as necessidades nutricionais crescentes, isso devido fornecerem quantidades significativas de proteínas, gorduras, vitaminas e minerais e serem obtidos de forma mais sustentável do que outras fontes de proteínas convencional (JUSTINO et al., 2022b).

Devido ao seu alto teor de proteína, composição de nutrientes e fatores ambientais, os insetos comestíveis estão sendo avaliados como proteína emergente para as crescentes demandas em todo o mundo (HALL et al., 2017). Peptídeos liberados de proteínas dietéticas por hidrólise enzimática demonstram bioatividades antioxidante, antidiabético, anti-hipertensivo, antitrombótico, imunomodulador, osteoprotetor, antimicrobiano, anticarcinogênico e propriedades promotoras de crescimento (LI-CHAN, 2015).

Diante disso, o objetivo desse trabalho é revisar o uso de insetos na alimentação humana, destacando aspectos sociais, econômicos e ambientais em sua produção e consumo, bem como, os aspectos nutricionais, principalmente em relação ao conteúdo proteico. Com isso, é esperado orientar e atualizar a comunidade científica, indústrias e a quem mais interessar sobre os estudos relacionados à insetos comestíveis, além de contribuir para o progresso de uma produção mais sustentável.

METODOLOGIA

Essa revisão de literatura enquadra-se como uma revisão narrativa, que busca analisar novas compreensões sobre o tema em questão, com abordagens de conclusões inovadoras e indagações sobre a área de pesquisa, não se caracterizando como uma repetição do que já existe na literatura (DE ANDRADE MARCONI; LAKATOS, 2007).

Para sua elaboração, foi realizada a pesquisa de artigos científicos, monografias, teses e dissertações publicados e disponíveis em diferentes bases de indexação, a fim de se ter uma maior heterogeneidade. Dessa forma, usou-se as seguintes palavras chaves: “insetos comestíveis”, “proteínas de insetos comestíveis”, “composição nutricional insetos comestíveis”, “sustentabilidade insetos comestíveis”. As informações obtidas sobre o tema foram extraídas das seguintes bases de dados: Science direct (Elsevier), Google Acadêmico e Web of Science. Os critérios escolhidos para a seleção dos artigos incluíram publicações em língua inglesa e portuguesa, entre os anos de 1999 a 2022.

DISCUSSÃO

Um dos maiores problemas que a humanidade enfrentará no futuro é a fome, visto que a população mundial encontra-se em constante crescimento, o que ocasiona um aumento significativo no consumo de produtos de origem animal, levando ao aparecimento de efeitos colaterais negativos, como emissão de metano para a atmosfera, poluição de solos e recursos hídricos e desflorestação para formação de áreas de pastagens. Em 2050, a estimativa é que a população mundial seja de 9,7 bilhões de pessoas, exigindo assim que a produção de alimentos aumente em 70% e a produção de carne em 100% para atender às demandas globais. Para atender essa carência, a inclusão de novas fontes alimentares, como o consumo de insetos na dieta humana, é fortemente atrativa e recomendada (FAO, 2013; FAO, 2020)

Apesar de não ser um hábito novo, a entomofagia, isto é, o consumo de insetos como fonte alimentar, não é uma prática convencional em muitos países. No entanto, os insetos comestíveis fazem parte de dietas tradicionais em mais de 113 países, incluindo os da Ásia, África e América do Sul. Atualmente, estima-se que 2 bilhões de pessoas consomem insetos, sendo que mais de 2000 insetos são registrados como comestíveis (TAO; LI, 2018).

Os insetos destinados à alimentação podem ser obtidos por três diferentes estratégias principais: colheita direta da natureza, semi-domesticação e domesticação. Estima-se que aproximadamente 92% dos insetos comestíveis são obtidos diretamente da natureza, 6% são semi-domesticados e apenas 2% das espécies são criadas de forma domesticada, o que causa preocupação, pois esse elevado percentual de insetos comestíveis obtidos diretamente da natureza pode causar a extinção da espécie da natureza (YEN, 2015). Devido a isso, são propostas duas alternativas de criação de insetos

para alimentação humana e animal, sendo a criação totalmente domesticada e a criação parcialmente domesticada (FENG et al., 2018). Larvas, baratas e alguns besouros, fazem parte do grupo que podem ser totalmente domesticados, já os gafanhotos, vespas, lagartas de bambu, larvas do gorgulho da palma e libélulas devem ser parcialmente domesticados (BAIANO, 2020).

A composição nutricional irá variar de acordo com a espécie analisada, com destaque para elevados teores de proteínas de alta qualidade, lipídios, carboidratos, minerais e algumas vitaminas (de CASTRO et al., 2018; ESKOLA et al., 2020). De maneira geral, apresentam uma média de 35-61% de proteínas, 13-33% de lipídios e contém uma quantidade significativa de fibra na forma de quitina insolúvel (OJHA et al., 2021). São considerados um alimento com elevado valor energético, isso devido aos elevados teores de proteína e gordura, quantidades significativas de diversos micronutrientes como cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo, selênio, zinco, e vitaminas como riboflavina, ácido pantotênico, biotina e ácido fólico (RUMPOLD; SCHLÜTER, 2013). Pesquisadores analisaram alguns macronutrientes de insetos comestíveis desidratados, como proteína, gordura e fibras, e alguns desses valores apresentam-se superiores a outras fontes proteicas tradicionais ocidentais, como carne bovina, suína, frango e pescados (Tabela 1).

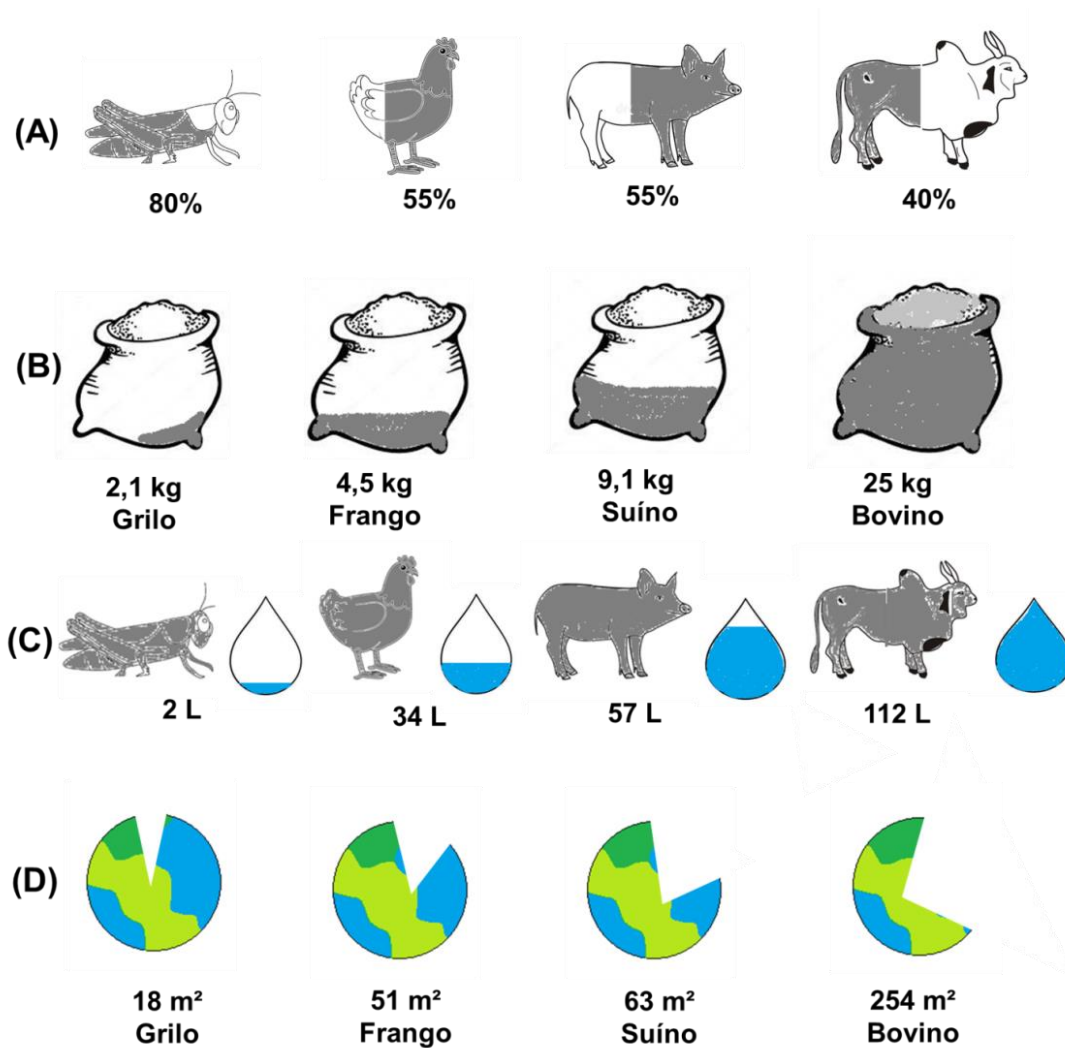
Tabela 1 – Composição nutricional de algumas espécies de insetos comestíveis na sua forma desidratada, bovino, suíno, frango e pescado.

Alimento	Proteína	Lipídeos	Fibra	Autores
Besouro rinoceronte (<i>Oryctesrhinoceros</i>)	34,7	10,0	8,7	Anaduaka et al., 2021
Gafanhoto pintado (<i>Zonocerusvariegatus</i>)	30,7	20,0	22,0	Anaduaka et al., 2021
Larva de <i>Protaetiabrevitarsis</i> (<i>Protaetiabrevitarsis</i>)	44,2	15,3	11,0	Ghosh et al., 2017
Larva-da-farinha (<i>Tenebriomolitor</i>)	53,2	34,5	6,2	Ghosh et al., 2017
Grilo japonês (<i>Teleogryllusemma</i>)	55,6	25,1	10,3	Ghosh et al., 2017
Grilo Africano (<i>Gryllusbimaculatus</i>)	58,3	11,8	9,5	Ghosh et al., 2017

Grilo preto (<i>Gryllus assimilis</i>)	62,7	20,9	8,4	Da Rosa Machado e Thys, 2019
Formiga verde (<i>Oecophylla smaragdina</i>)	55,2	14,9	19,8	Chakravorty et al., 2016
Cupim (<i>Odontotermes</i>)	33,6	50,9	6,2	Chakravorty et al., 2016
Barata (<i>Dictyoptera/Blatodea</i>)	57,3	29,9	5,3	Rumpold e Schlüter, 2013
Cigarras, percevejos, pulgões e cochonilhas (<i>Hemiptera</i>)	48,3	30,3	12,4	Rumpold e Schlüter, 2013
Vespas, abelhas e formigas (<i>Himenoptera</i>)	46,5	25,1	5,7	Rumpold e Schlüter, 2013
Mariposa e borboleta (<i>Lepidoptera</i>)	45,4	27,7	6,6	Rumpold e Schlüter, 2013
Libélulas (<i>Odonata</i>)	55,2	19,8	11,8	Rumpold e Schlüter, 2013
Gafanhotos, grilos, esperanças, wetas e paquinhas (<i>Orthoptera</i>)	61,3	13,4	9,6	Rumpold e Schlüter, 2013
Bovina, peito, sem gordura, cru	17,6	20,4	0	TACO, 2011
Frango, peito, sem pele, cru	21,5	3,0	0	TACO, 2011
Suíno, pernil, cru	20,1	11,1	0	TACO, 2011
Pescada, filé, cru	16,7	4	0	TACO, 2011

O incremento de insetos comestíveis na dieta humana é capaz de fornecer altos níveis de micro e macronutrientes, muitas vezes superiores aos dos alimentos de origem animal, sendo esse fato alvo de debates sobre sustentabilidade e alimentos do futuro (IMATHIU, 2020). Neste contexto, deve-se levar em consideração a porcentagem da massa corporal digestiva do inseto, a relação do kg de peso digestível/kg de alimento, litros de água por quantidade de proteína produzida e metros quadrados por quilogramas de massa corporal digestível produzida (Figura 1).

Figura 1 – Parâmetros de uso de recursos e impacto ambiental da criação de insetos em comparação com outros animais. (A) Porcentagem de biomassa digestível; (B) taxa de conversão alimentar; (C) uso de água; (D) uso da terra.



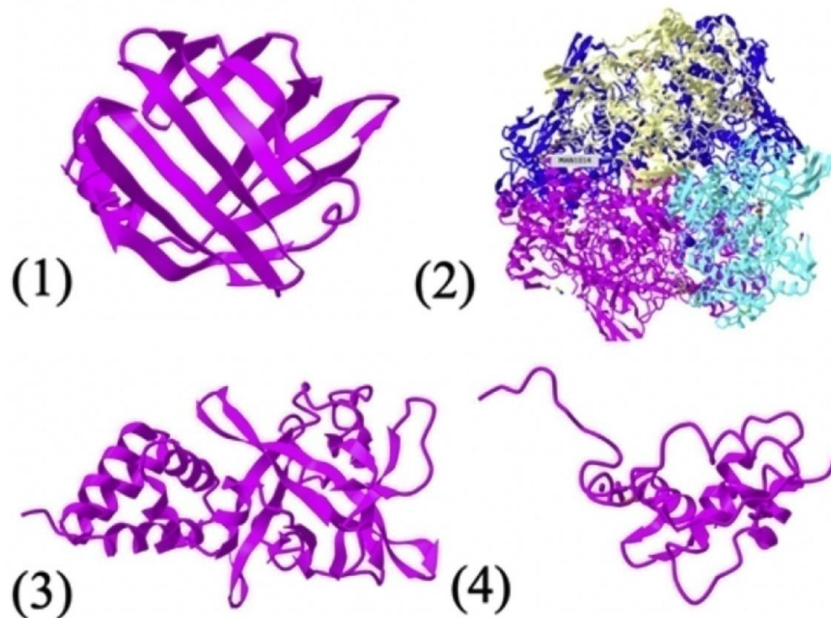
Fonte: van Huis et al. (2013); Pimentel e Pimentel (2003); Oonincx et al. (2010)

Os insetos comestíveis podem apresentar de 13 a 77% de proteína, sendo que esse teor irá variar de acordo com a espécie de inseto e de seu estágio de desenvolvimento (AKHTAR; ISMAN, 2018). Porém, já foi relatado uma grande variabilidade (>50%) no conteúdo proteico na mesma espécie, em certos casos. Essa variabilidade se deve a fatores extrínsecos, como alimentação e ecologia, que podem afetar a composição final (PAYNE et al., 2016).

Proteínas musculares, como a actina, α -actinina-4, cadeia pesada da miosina, cadeia leve essencial da miosina-2, tropomiosina 1 e 2, troponina 1, troponina T e

tropomiosina C foram identificadas em frações com diferentes solubilidades na farinha da larva de *Tenebrio molitor* (YI et al., 2016). Além disso, nesse mesmo inseto foi encontrado cadeia pesada da miosina (225,4 kDa) junto com a tropomiosina-1 e a tropomiosina-2 (VERHOECKX et al., 2014). Nos músculos dos insetos também pode ser encontrado outras proteínas, como proteínas de ligação aos ácidos graxos, sendo estas localizadas e caracterizadas nos músculos de voo de Gafanhoto-migratório (*Locusta migratoria*), complexo de duas proteínas de armazenamento e lipoproteína, como encontrado no bicho-da-seda (*Bombyx mori*) e proteína hemolinfa de larva-da-farinha (*Tenebrio molitor*), conforme Figura 2.

Figura 2 – Estrutura das proteínas: (1) Proteína de ligação aos ácidos graxos de Gafanhoto-migratório (2) Complexo de duas proteínas de armazenamento da hemolinfa de bicho-da-seda; (3) Lipoproteína de bicho-da-seda; (4) Proteína hemolinfa de larva-da-farinha



Fonte: Zhang et. (2007); Pietrzyk et al. (2013); Pietrzyk et al. (2014); Rothmund et al. (1999); Mishyna; Keppler; Chen, 2021

A qualidade da proteína de um alimento pode ser medida pela quantidade e capacidade de fornecer todos os aminoácidos necessários para um bom desenvolvimento e manutenção das funções corpóreas e pela digestibilidade proteica (CHAMPE; HARVEY; FERRIER, 2008). Algumas espécies de insetos podem conter quantidades significativas de lisina, treonina e triptofano, enquanto outras não contêm esses aminoácidos em quantidades suficientes. Com isso, Oibiokpa et al. (2018) estudaram o conteúdo de aminoácidos do grilo preto (*Gryllus assimilis*), cupim (*Macrotermes*

nigeriensis), gafanhoto (*Melanoplus foedus*) e mariposa-imperadora (*Cirina forda*) (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição de aminoácidos de algumas espécies de insetos comestíveis (g/100 g de proteína)

Aminoácidos	Grilo preto (<i>Gryllus assimilis</i>)	Cupim (<i>Macrotermes nigeriensis</i>)	Gafanhoto (<i>Melanoplus foedus</i>)	Mariposa- imperadora (<i>Cirina forda</i>)
Lisina	5,29	6,16	6,32	4,59
Treonina	3,09	4,20	10,60	5,19
Valine	4,63	4,92	6,66	5,10
Metionina	2,29	0,78	2,24	0,62
Isoleucina	3,36	4,31	1,52	3,68
Leucina	6,62	7,76	6,99	5,91
Fenilalanina	3,37	4,47	5,31	4,64
Triptofano	2,53	2,36	2,64	1,84
Histidina	2,52	3,07	5,61	2,08
Arginina	4,14	6,91	8,63	5,35
Ácido aspártico	8,25	6,82	1,67	7,82
Serine	3,80	5,10	5,59	3,80
Ácido glutâmico	10,60	13,00	5,60	8,94
Proline	5,09	5,90	8,95	3,26
Glicina	4,03	6,01	6,92	5,29
Alanina	6,23	5,93	3,87	3,80
Cistina	1,14	0,40	0,53	0,66
Tirosina	4,23	4,76	7,59	3,81

Fonte: Oibiokpa et al. (2018)

Em relação à taxa de eficiência de proteína, o grilo preto (*Gryllus assimilis*) apresenta um valor de 1,78, sendo este mais elevado quando comparado a outros insetos, como por exemplo, o cupim rainha (*Macrotermes bellicosus*, 1,18), besouro rinoceronte do coco (*Oryctes rhinoceros*, 1,15) e até mesmo a caseína, que apresenta uma taxa de 1,22.

O valor biológico de uma proteína pode ser entendido como o quão bem a proteína é utilizada pelo organismo. Neste sentido, o valor biológico do grilo preto apresentou-se 93,02%, superior ao da caseína, que é de 73,45% (OIBIOKPA et al., 2018; OIBIOKPA, 2017). Estes resultados indicam que os insetos comestíveis têm grandes potencialidades de ser uma fonte atrativa e sustentável de proteína do futuro.

CONCLUSÃO

Os insetos são uma fonte sustentável de alimentos para atender uma população mundial que não para de crescer. Destacam-se pelo conteúdo nutricional e sustentabilidade do processo de produção, demandando menos recursos naturais, quando comparado a outras fontes tradicionais, como proteínas à base de carne bovina. As pesquisas científicas reforçam esse fato, mas um desafio a ser enfrentado é em relação a aceitação, visto que, a aceitabilidade de um alimento vai além de aspectos ambientais e nutricionais.

Ademais, considera-se que os resultados e a pesquisa com insetos comestíveis são de grande relevância para a comunidade científica, como também, apontam que ainda existe lacuna no conhecimento técnico-científico para melhor compreensão da atividade metabólica associada ao seu consumo, principalmente em relação a toxicidade. Portanto, o aprofundamento de estudos nessa linha de pesquisa é um passo fundamental, sendo uma estratégia para diminuir impactos ambientais, contribuindo para o desenvolvimento sustentável de indústrias alimentícias e farmacêuticas.

REFERÊNCIAS

AGBIDYE, F. S. et al. Some edible insect species consumed by the people of Benue State, Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 8, n. 7, p. 946-950, 2009.

AKHTAR, Y.; ISMAN, M. Insects as an alternative protein source. In: (Ed.). **Proteins in food processing**: Elsevier, 2018. p.263-288.

ANADUAKA, E. G. et al. Nutritional compositions of two edible insects: *Oryctes rhinoceros* larva and *Zonocerus variegatus*. **Heliyon**, v. 7, n. 3, p. e06531, 2021.

BAIANO, A. Edible insects: An overview on nutritional characteristics, safety, farming, production technologies, regulatory framework, and socio-economic and ethical implications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 100, p. 35-50, 2020.

CHAKRAVORTY, J. et al. Nutritional and anti-nutritional composition of *Oecophylla smaragdina* (Hymenoptera: Formicidae) and *Odontotermes* sp.(Isoptera: Termitidae):

Two preferred edible insects of Arunachal Pradesh, India. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 19, n. 3, p. 711-720, 2016.

CHAMPE, Pamela C .; HARVEY, Richard A .; FERRIER, Denise R. **Biochemistry**. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

DA ROSA MACHADO, C.; THYS, R. C. S. Cricket powder (*Gryllus assimilis*) as a new alternative protein source for gluten-free breads. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 56, p. 102180, 2019.

DE ANDRADE MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. Atlas, 2007.

DE CASTRO, R. J. S.; SATO, H. H. Biologically active peptides: Processes for their generation, purification and identification and applications as natural additives in the food and pharmaceutical industries. **Food Research International**, v. 74, p. 185-198, 2015.

ESKOLA, M. et al. Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: Validity of the widely cited 'FAO estimate' of 25%. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 60, n. 16, p. 2773-2789, 2020.

FAO. **A Situação Mundial da Pesca e Aquicultura 2020** . Sustentabilidade em ação . Roma. 2020.

FAO. **Edible insects: Future prospects for food and feed security**. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO. 2013. 2013

FENG, Y. et al. Edible insects in China: Utilization and prospects. **Insect Science**, v. 25, n. 2, p. 184-198, 2018.

GHOSH, S. et al. Nutritional composition of five commercial edible insects in South Korea. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 20, n. 2, p. 686-694, 2017.

HALL, F. G. et al. Functional properties of tropical banded cricket (*Gryllobates sigillatus*) protein hydrolysates. **Food Chemistry**, v. 224, p. 414-422, 2017.

IMATHIU, S. Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. **NFS Journal**, v. 18, p. 1-11, 2020.

JUSTINO, H. F. M. et al. Insetos na alimentação humana: composição nutricional, PROCESSAMENTO E NEOFOBIA.. In: **Anais do I Simpósio Online Sulamericano de Tecnologia, Engenharia e Ciência de Alimentos**. Diamantina(MG) Online, 2022b.

JUSTINO, H. F. M. et al. Principais biopolímeros derivados de subprodutos alimentares: uma breve revisão. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 8, n. 7, p. 14711-01e, 2022a.

LI-CHAN, E. C. Bioactive peptides and protein hydrolysates: research trends and

challenges for application as nutraceuticals and functional food ingredients. **Current Opinion in Food Science**, v. 1, p. 28-37, 2015.

MISHYNA, M.; KEPPLER, J. K.; CHEN, J. Techno-functional properties of edible insect proteins and effects of processing. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, p. 101508, 2021.

OIBIOKPA, F. I. et al. Nutrient and antinutrient compositions of some edible insect species in Northern Nigeria. **Fountain Journal of Natural and Applied Sciences**, v. 6, n. 1, 2017.

OIBIOKPA, F. I. et al. Protein quality of four indigenous edible insect species in Nigeria. **Food Science and Human Wellness**, v. 7, n. 2, p. 175-183, 2018.

OJHA, S. et al. Edible insect processing pathways and implementation of emerging technologies. **Journal of Insects as Food and Feed**, v. 7, n. 5, p. 877-900, 2021.

OONINCX, D. G. et al. An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. **PloS one**, v. 5, n. 12, p. e14445, 2010.

PAYNE, C. L. et al. A systematic review of nutrient composition data available for twelve commercially available edible insects, and comparison with reference values. **Trends in Food Science & Technology**, v. 47, p. 69-77, 2016.

PIETRZYK, A. J. et al. Crystal structure of Bombyx mori lipoprotein 6: Comparative structural analysis of the 30-kDa lipoprotein family. **Plos one**, v. 9, n. 11, p. e108761, 2014.

PIETRZYK, A. J. et al. Crystallographic identification of an unexpected protein complex in silkworm haemolymph. **Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography**, v. 69, n. 12, p. 2353-2364, 2013.

PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. **The American journal of clinical nutrition**, v. 78, n. 3, p. 660S-663S, 2003.

ROTHEMUND, S. et al. A new class of hexahelical insect proteins revealed as putative carriers of small hydrophobic ligands. **Structure**, v. 7, n. 11, p. 1325-1332, 1999.

RUMPOLD, B. A.; SCHLÜTER, O. K. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 17, p. 1-11, 2013.

SOSA, Daylan Amelia Tzompa; FOGLIANO, Vincenzo. Potential of insect-derived ingredients for food applications. **Insect physiology and ecology**, p. 215-231, 2017.

TACO. TACO- TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. NEPA-UNICAMP. 4: 161-319 p. 2011.

TAO, J.; LI, Y. O. Edible insects as a means to address global malnutrition and food insecurity issues. **Food Quality and Safety**, v. 2, n. 1, p. 17-26, 2018.

VAN HUIS, Arnold et al. **Edible insects: future prospects for food and feed security**. Food and agriculture organization of the United Nations, 2013.

VERHOECKX, K. C. et al. House dust mite (Der p 10) and crustacean allergic patients may react to food containing Yellow mealworm proteins. **Food and Chemical Toxicology**, v. 65, p. 364-373, 2014.

YEN, A. **Insects as food and feed in the Asia Pacific region: current perspectives and future directions**. **J Insects as Food Feed 1: 33–55** 2015.

YI, L. et al. Protein identification and in vitro digestion of fractions from *Tenebrio molitor*. **European Food Research and Technology**, v. 242, n. 8, p. 1285-1297, 2016.

ZHANG, P. et al. Proteomic Profiling of the Silkworm Skeletal Muscle Proteins during Larval– Pupal Metamorphosis. **Journal of proteome research**, v. 6, n. 6, p. 2295-2303, 2007.