

# ANÁLISE TECNOLÓGICA DA INCORPORAÇÃO DE INSETOS COMESTÍVEIS EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS E INTENÇÃO DE CONSUMO

Análisis tecnológico de la incorporación de insectos comestibles en productos alimenticios y la intención de consumo

Technological analysis of the incorporation of edible insects in food products and consumption intention

*Débora Pereira Rodrigues Borges*<sup>1</sup>

*Fabiane Cerqueira de Almeida*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Estácio da Bahia, Salvador – Bahia – Brasil.

## RESUMO

Diante dos desafios alimentares e ambientais impostos pelo crescimento populacional global, a incorporação de insetos comestíveis na alimentação humana tem ganhado destaque como alternativa sustentável às proteínas convencionais. Este artigo apresenta uma revisão integrativa da literatura científica, com base na análise de 30 estudos selecionados, com o objetivo de compreender os fatores que influenciam a aceitação, o desenvolvimento tecnológico e a avaliação sensorial de produtos alimentícios com insetos. Os resultados foram organizados em três eixos analíticos: intenção de consumo, inovação em produtos e propriedades sensoriais e tecnológicas. Os dados revelam que a aceitação dos insetos está condicionada a fatores culturais, perceptivos e simbólicos, especialmente no que diz respeito à aparência dos produtos e à familiaridade do consumidor. Em paralelo, os estudos demonstram que os insetos apresentam elevado valor nutricional, funcionalidade tecnológica promissora e potencial para formulações em formatos conhecidos, como pães, massas e sopas. Conclui-se que a consolidação da entomofagia requer articulação entre avanços científicos, estratégias de comunicação e adaptação sociocultural para que os insetos passem a integrar efetivamente os sistemas alimentares contemporâneos.

**Palavras-chave:** Insetos comestíveis; Aceitação do consumidor; Alimentos sustentáveis; Propriedades sensoriais; Inovação tecnológica.

## RESUMEN

Frente a los desafíos alimentarios y ambientales que impone el crecimiento poblacional mundial, la incorporación de insectos comestibles a la dieta humana ha cobrado protagonismo como alternativa sostenible a las proteínas convencionales. Este artículo presenta una revisión integradora de la literatura científica, basada en el análisis de 30 estudios seleccionados, con el objetivo de comprender los factores que influyen en la aceptación, desarrollo tecnológico y evaluación sensorial de productos alimenticios con insectos. Los resultados se organizaron en tres ejes analíticos: intención de consumo, innovación de producto y propiedades sensoriales y tecnológicas. Los datos revelan que la aceptación de los insectos está condicionada por factores culturales, perceptivos y simbólicos, especialmente en lo que respecta a la apariencia de los productos y la familiaridad del consumidor. Paralelamente, los estudios demuestran que los insectos tienen un alto valor nutricional, una funcionalidad tecnológica prometedora y potencial para formulaciones en formatos conocidos, como panes, pastas y sopas. Se concluye que la consolidación de la entomofagia requiere la articulación entre los avances científicos, las estrategias de comunicación y la adaptación sociocultural para que los insectos se integren efectivamente a los sistemas alimentarios contemporáneos.

**Palabras clave:** Insectos comestibles; Aceptación del consumidor; Alimentos sostenibles; Propiedades sensoriales; Innovación tecnológica.

## ABSTRACT

In view of the food and environmental challenges imposed by global population growth, the incorporation of edible insects into human diets has gained prominence as a sustainable alternative to conventional proteins. This article presents an integrative review of the scientific literature, based on the analysis of 30 selected studies, with the objective of understanding the factors that influence the acceptance, technological development and sensory evaluation of food products with insects. The results were organized into three analytical axes: consumption intention, product innovation and sensory and technological properties. The data reveal that the acceptance of insects is conditioned by cultural, perceptible and symbolic factors, especially with regard to the appearance of the products and consumer familiarity. In parallel, the studies demonstrate that insects have high nutritional value, promising technological functionality and potential for formulations in familiar formats, such as breads, pastas and soups. It is concluded that the consolidation of entomophagy requires articulation between scientific advances, communication strategies and sociocultural adaptation so that insects become effectively integrated into contemporary food systems.

**Keywords:** Edible insects; Consumer acceptance; Sustainable food; Sensory properties; Technological innovation.

## INTRODUÇÃO

Diante de uma população mundial que caminha para atingir cerca de 9,8 bilhões de pessoas até 2050, com aumento estimado de 60% na demanda alimentar (Orkusz, 2021), torna-se urgente repensar como produzir e consumir alimentos. Isso pressiona os sistemas agrícolas e pecuários tradicionais, que já enfrentam sérios desafios impostos pelas mudanças climáticas, pandemias e conflitos geopolíticos (Domene et al., 2023). Nesse contexto, a produção convencional de proteína animal pode não ser suficiente para suprir a demanda alimentar crescente, tornando-se urgente repensar as bases desse sistema, considerando alternativas que sejam viáveis, acessíveis e sustentáveis.

Uma resposta promissora para substituir as proteínas convencionais é a produção de insetos comestíveis direcionadas para alimentação humana, já que esse tipo de produção apresenta menor demanda por água, espaço e insumos, além da possibilidade de utilizar resíduos da indústria alimentícia como fonte de alimentação (Nascimento et al., 2022). Com menor necessidade de água, espaço e alimentação baseada em resíduos, os insetos se alinham a uma lógica circular e sustentável, diretamente conectada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2 e 12, que tratam da erradicação da fome, da promoção da agricultura sustentável e do uso responsável dos recursos naturais.

Apesar de causar estranhamento em muitas culturas ocidentais, a prática de consumir insetos, conhecida como entomofagia, é comum e historicamente difundida em diversas partes do mundo, principalmente na Ásia, América Latina e

África (Flores et al., 2020). Estima-se que mais de duas mil espécies de insetos sejam comestíveis, com destaque global para besouros, lagartas, abelhas, vespas, formigas, grilos e gafanhotos. No Brasil, o grilo-preto (*Gryllus assimilis*) e o tenébrio gigante (*Zophobas morio*) são os mais produzidos (Matos; Castro, 2021).

Desde 2013, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) reconhece oficialmente o uso de insetos como fonte de alimentação humana e animal, apontando os seus benefícios nutricionais e ambientais (Machado; Thys, 2019). Os insetos comestíveis são ricos em proteínas, aminoácidos essenciais, gorduras, fibras e minerais, e seu metabolismo eficiente permite a conversão de alimentos simples em nutrientes de alta qualidade (Oliveira et al., 2017).

Ainda assim, mesmo com tantas vantagens, os insetos ainda são rejeitados, por serem incomuns e por razões psicológicas (Zielińska; Pečová; Pankiewicz, 2023). Uma alternativa para superar essas barreiras tem sido a incorporação desses insetos em alimentos processados, como pães, biscoitos, massas e sorvetes, por permitir maior aceitação sensorial e abrir caminho para a inovação tecnológica na indústria alimentícia (Yan et al., 2023).

Estudos recentes demonstram resultados bastante positivos nesse sentido, com registros de utilização de pó de grilo em pães sem glúten (Machado; Thys, 2019); de farinha de barata em massas (Oliveira et al., 2017); farinha de *Acheta domesticus* em produtos panificados (Bartkiene et al., 2023; Cappelli et al., 2020); além da inclusão de *Tenebrio molitor* em sorvetes (Zielińska; Pečová;

Pankiewicz, 2023) e de farinha de *Rhynchophorus phoenicis* em biscoitos (Ayensu et al., 2019).

Diante disso, este estudo parte da inquietação com os rumos da segurança alimentar no século XXI e, por meio de uma revisão integrativa da literatura, propõe-se analisar publicações científicas que abordem a incorporação de insetos comestíveis em alimentos, focando em três eixos fundamentais: a viabilidade tecnológica desses produtos, suas propriedades sensoriais e os fatores que influenciam a intenção de consumo por parte dos consumidores.

## METODOLOGIA

Esse estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada com o objetivo de reunir e analisar estudos científicos que abordam a incorporação de insetos comestíveis em alimentos, com foco em suas propriedades sensoriais, viabilidade tecnológica e intenção de consumo.

A busca dos artigos foi realizada na base de dados PubMed e SciElo, utilizando a combinação dos descritores: alimentos à base de insetos comestíveis, propriedades sensoriais, propriedades tecnológicas e intenção de consumo, conectados pelo operador booleano AND para maior precisão e abrangência dos resultados.

Foram incluídos artigos originais, publicados nos últimos cinco anos, nos idiomas português e inglês, com acesso gratuito e relacionados aos descritores apresentados. Foram excluídos os artigos indisponíveis na íntegra, duplicados, revisões de literatura, dissertações, teses e estudos que não atendiam aos critérios temáticos estabelecidos.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 30 artigos foram selecionados para leitura na íntegra. A análise considerou os objetivos de cada estudo, os produtos desenvolvidos, os tipos de insetos utilizados e os resultados referentes às dimensões sensoriais, tecnológicas e de aceitação do consumidor. O processo de triagem e seleção foi construído com base nos guidelines da metodologia do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), que está representado na Figura 1.

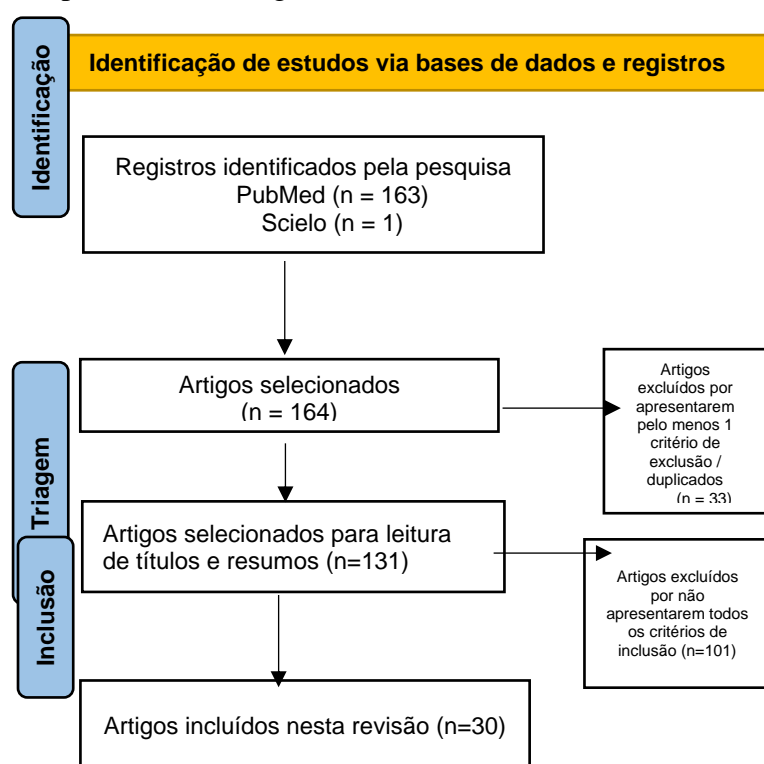


Figura 1 – Triagem e seleção de artigos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 30 artigos selecionados revelou um cenário múltiplo no que se refere à incorporação de insetos comestíveis em produtos alimentícios. Em termos metodológicos, é importante destacar que os artigos foram classificados em três categorias

principais: (1) aspectos relacionados à intenção de consumo, (2) desenvolvimento de produtos com insetos comestíveis e (3) avaliação de propriedades sensoriais e tecnológicas. No entanto, essa classificação não foi independente, uma vez que diversos artigos abordaram mais de um desses eixos simultaneamente, evidenciando a complexidade da temática e a interdependência entre os aspectos culturais, sensoriais e tecnológicos que influenciam a aceitação dos insetos como alimento.

Essas categorias representam uma característica particular das pesquisas em alimentação, nas quais o sabor deve ser levado em consideração devido a cultura, e a tecnologia alimentar juntamente com a percepção sensorial e do comportamento do consumidor. Assim, há artigos que descrevem testes laboratoriais sobre composição química, onde inclui também avaliações sobre aceitação sensorial e, em alguns casos, entrevistas com consumidores. Essas informações ampliam o campo de análise e fortalecem a capacidade do estudo de gerar interpretações mais próximas à realidade de quem consome.

### **1.1 Fatores que influenciam a intenção de consumo de alimentos com insetos**

Entre os 30 artigos analisados, a intenção de consumo apareceu como um eixo relevante em parte das investigações (Gao *et al.*, 2024; Platta *et al.*, 2024; Szlachciuk e Żakowska-Biemans, 2024; Hwang e Kim, 2021; Ros-Baró *et al.*, 2022; Kiumba *et al.*, 2023; Verneau *et al.*, 2020; Moruzzo *et al.*, 2021; Mikulec *et al.*, 2024; Gkinali *et al.*, 2024), apontando que, apesar do reconhecimento crescente dos benefícios nutricionais e ambientais associados

aos insetos comestíveis, a aceitação por parte dos consumidores permanece limitada, sendo fortemente condicionada por fatores subjetivos.

Desse modo, os estudos de Szlachciuk e Żakowska-Biemans (2024), Moruzzo *et al.* (2021) e Mikulec *et al.* (2024) evidenciam que a neofobia alimentar exerce papel central na rejeição desses produtos, como sintoma de uma resistência cultural mais ampla ao que escapa aos padrões tradicionais de comestibilidade, uma vez que, a repulsa associada à aparência dos insetos, o medo de contaminação e o nojo declarado no contexto de experimentação reforçam que o simples conhecimento sobre os benefícios nutricionais e ambientais não é, por si só, suficiente para mobilizar o desejo de consumo.

Ros-Baró *et al.* (2022) e Gkinali *et al.* (2024) complementam esse diagnóstico demonstrando que a presença visual dos insetos nos alimentos é um dos principais gatilhos de rejeição, mesmo entre indivíduos que se dizem abertos a novas experiências alimentares.

No entanto, essa rejeição não deve ser considerada inalterável, pois os estudos de Platta *et al.* (2024) e Hwang e Kim (2021), apontam para o potencial de intervenções informacionais voltadas à sustentabilidade e à saúde, sobretudo quando articuladas a estratégias visuais e sensoriais menos invasivas, sendo que nessas condições, torna-se possível reconfigurar percepções negativas e ampliar a intenção de consumo.

Nessa mesma direção, Kiumba *et al.* (2023) investigam práticas alimentares no contexto africano e reforçam que a familiaridade cultural, o apoio social e os hábitos coletivos de consumo constituem dispositivos relevantes na mediação entre

conhecimento, aceitação e comportamento, sugerindo que a intenção de consumo não se constitui de forma isolada, mas em rede com práticas sociais e repertórios culturais partilhados.

Essa construção da intenção é também atravessada por aspectos perceptivos relacionados à viabilidade prática do ato de consumir. Verneau *et al.* (2020) e Mikulec *et al.* (2024) apontam que o controle comportamental percebido, isto é, a crença de que o consumo de alimentos com insetos é acessível, seguro e incorporável ao cotidiano, é uma variável preditiva relevante na decisão de compra, pois quando o consumidor acredita que pode encontrar o produto com facilidade, que sua preparação é simples e que o alimento é seguro, a intenção tende a se consolidar.

Gao *et al.* (2024) e Gkinali *et al.* (2024) reforçam essa perspectiva demonstrando que a apresentação do produto em formatos familiares e integrados à dieta convencional, tem peso determinante na predisposição ao consumo, tornando evidente que o desafio está na criação de experiências de consumo que produzam confiança, identificação e reconhecimento.

Em síntese, a intenção de consumo de alimentos com insetos é atravessada por um conjunto complexo de dimensões simbólicas, perceptivas e contextuais, que vão além da simples disponibilidade do produto ou da informação técnica sobre seus benefícios e que os estudos analisados revelam, em diferentes contextos culturais e metodológicos, é que o desejo de consumir não surge de forma espontânea, mas precisa ser cuidadosamente cultivado.

## 1.2 Produtos inovadores com insetos comestíveis

Entre os 30 artigos analisados, 11 apresentaram dados empíricos sobre o desenvolvimento ou a avaliação de produtos formulados com insetos comestíveis, com foco em suas propriedades sensoriais, nutricionais, funcionais e tecnológicas (Gao *et al.*, 2024; Szlachciuk e Żakowska-Biemans, 2024; Mikulec *et al.*, 2024; Skotnicka *et al.*, 2023; Mishyna *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2022; Schouteten *et al.*, 2024; Cantalapiedra *et al.*, 2024; Guiné *et al.*, 2024; Modlińska *et al.*, 2020 e Ishara *et al.*, 2024). Esses estudos mostram que os insetos, além de fonte proteica alternativa, oferecem grande potencial na formulação de alimentos processados, sendo incorporados em pães, bolos, massas, sopas, snacks e suplementos funcionais, com variações importantes em aceitação e desempenho tecnológico a depender da espécie, do tipo de processamento e do formato final do produto.

A substituição de ingredientes convencionais por farinha de insetos é uma das estratégias mais recorrentes nas formulações estudadas. Gao *et al.* (2024) avaliaram cookies contendo 5% de farinha de grilo e constataram que o produto apresentou resultados sensoriais positivos, quando o contato visual com o alimento precedia as informações textuais.

Skotnicka *et al.* (2023), por sua vez, desenvolveram sopas cremosas à base de tomate e vegetais brancos com adição de 20% de farinha de quatro espécies diferentes de insetos, e os resultados mostraram que a aceitação sensorial variou significativamente conforme a espécie utilizada, com destaque para o mealworm (*Tenebrio molitor*), cuja

textura e sabor obtiveram as melhores avaliações entre os dois grupos etários analisados (jovens adultos e idosos).

No campo da funcionalidade tecnológica, Mishyna *et al.* (2020) realizaram a extração de proteínas das pernas de gafanhotos (*Locusta migratoria*) e evidenciaram propriedades espumantes superiores às da proteína do soro de leite, com alta estabilidade e rendimento, ampliando o potencial de uso desses compostos como agentes estruturantes em alimentos aerados.

Complementando essa vertente, Li *et al.* (2022), em uma revisão focada em métodos de processamento, destacam que tecnologias industriais de alta pressão hidrostática (HPP) e plasma atmosférico frio (CAPP) permitem preservar o valor nutricional e sensorial, garantindo segurança microbiológica sem comprometer a integridade funcional dos ingredientes.

Do ponto de vista nutricional, Mikulec *et al.* (2024) demonstraram que produtos com insetos se destacam pelo elevado teor proteico e pela presença de micronutrientes como ferro e zinco, sendo os atributos nutricionais considerados compatíveis com os objetivos de alimentos funcionais. No mesmo sentido, Ishara *et al.* (2024) avaliaram 12 espécies consumidas no leste do Congo e confirmaram seu alto valor nutricional, com concentrações expressivas de proteínas, gorduras saudáveis e minerais, reforçando o potencial técnico de incorporação desses ingredientes em políticas alimentares voltadas à segurança nutricional.

A visibilidade do inseto na formulação continua sendo uma variável decisiva no design dos produtos, como mostram Szlachciuk e Żakowska-

Biemans (2024), ao observarem que sopas e massas preparadas com farinha de inseto tendem a ser mais bem aceitas do que aquelas com partes visíveis do inseto. Esse padrão também foi observado no estudo de Modlińska *et al.* (2020), que testaram cookies, muffins e bolinhas de tâmara com diferentes graus de visibilidade, e embora o sabor e a textura tenham mantido níveis de aceitação satisfatórios, o rótulo “contém insetos” provocou reações negativas, mostrando que o desafio de aceitação não é sensorial, mas simbólico.

Por fim, os estudos de Schouteten *et al.* (2024) e Guiné *et al.* (2024) apontaram que produtos à base de insetos processados (farinhas, massas, sopas) podem ser tecnicamente adaptáveis a diferentes culturas alimentares, desde que respeitem matrizes já familiares à população e se integrem a cadeias de produção seguras e padronizadas.

Os dados analisados indicam que os insetos comestíveis já ultrapassaram o estágio de alternativa alimentar teórica e passaram a ocupar um espaço real e experimental nas inovações alimentares contemporâneas. No entanto, sua incorporação bem-sucedida em produtos depende não apenas do aporte nutricional ou da funcionalidade tecnológica que oferecem, mas de um equilíbrio delicado entre qualidade sensorial, processamento adequado e formulação culturalmente aceitável.

### **1.3 Avaliação sensorial e tecnológica de alimentos com insetos**

A avaliação da qualidade dos produtos à base de insetos nos estudos analisados se organizou a partir de dois eixos principais: os testes sensoriais com consumidores e as análises físico-químicas ou

funcionais dos ingredientes. Ao todo, sete artigos apresentaram testes sensoriais realizados com metodologias controladas (Gao *et al.*, 2024; Skotnicka *et al.*, 2023; Modlińska *et al.*, 2020; Mikulec *et al.*, 2024; Cantalapiedra *et al.*, 2024; Ishara *et al.*, 2024; Schouteten *et al.*, 2024), e outros cinco se dedicaram à mensuração de propriedades tecnológicas dos insetos ou de produtos que os contêm (Mishyna *et al.*, 2020; Liang *et al.*, 2023; Ishara *et al.*, 2024; Mikulec *et al.*, 2024; Skotnicka *et al.*, 2023).

Entre os estudos sensoriais (Gao *et al.*, 2024; Skotnicka *et al.*, 2023; Modlińska *et al.*, 2020; Mikulec *et al.*, 2024; Cantalapiedra *et al.*, 2024; Ishara *et al.*, 2024; Schouteten *et al.*, 2024), predominam procedimentos com aplicação de escalas hedônicas de 9 ou 10 pontos, voltadas à avaliação de atributos de sabor, textura, aroma e aparência.

Skotnicka *et al.* (2023) estruturaram um painel sensorial com jovens e idosos para avaliar sopas cremosas com adição de 20% de farinha de quatro espécies diferentes de insetos. A análise foi acompanhada de testes instrumentais de textura e regressão múltipla para mensurar o impacto de cada atributo sensorial na aceitação geral. Os autores afirmam que, a sopa com farinha de mealworm (*T. molitor*) obteve a maior aceitação entre os grupos etários e sabores, enquanto a de gafanhoto (*R. differens*) teve os piores índices. A diferença entre jovens e idosos não foi estatisticamente significativa, contrariando a suposição de que só jovens aceitariam insetos. O gosto e a textura foram os principais determinantes da aceitação geral, conforme demonstrado por regressão múltipla ( $R^2$  entre 0,97 e

0,99). O estudo reforça que produtos com insetos devem priorizar formas não visíveis (como farinha) e que sopas são veículos eficazes para introdução gradual desses ingredientes, podendo ser aceitas até por públicos mais conservadores.

De forma semelhante, Gao *et al.* (2024) aplicaram escalas validadas para medir a aceitação de cookies com farinha de grilo, considerando o efeito de diferentes formas de apresentação e exposição informacional, pois não houve degustação, apenas exposição visual e informativa dos cookies com farinha de grilo (5%). A apresentação do produto real (cookie com farinha de grilo) aumentou significativamente todos os indicadores em relação às condições apenas informativas, onde informações sobre benefícios nutricionais e de sustentabilidade também elevaram as intenções de consumo e compra, especialmente entre os homens. O estudo mostra que o formato e o conteúdo da informação impactam fortemente a aceitação do alimento com insetos, com destaque para a importância da exposição visual concreta.

Já Modlińska *et al.* (2020) associaram as avaliações hedônicas a medidas de comportamento alimentar observável, como tempo de latência para iniciar o consumo e quantidade efetivamente ingerida em ambiente experimental controlado. Os autores afirmam que, produtos rotulados contendo insetos foram consumidos em menores quantidades, com maior tempo de latência para iniciar o consumo, independentemente da aparência visual. O estudo recomenda evitar rótulos explícitos e apostar em formatos conhecidos, doces e visualmente agradáveis (ex: cookies), além de estratégias como

amostras grátis e campanhas voltadas a consumidores curiosos e buscadores de novidade.

O desenho metodológico também se destaca no estudo de Schouteten *et al.* (2024), que comparou a resposta sensorial de consumidores em quatro países (México, China, EUA e Itália) a partir de uma mesma base de produto com inseto, permitindo identificar padrões regionais. Os autores destacam que a aceitação foi maior no México e na China, onde a prática de entomofagia é mais culturalmente familiar. Já Itália e EUA apresentaram maior resistência, especialmente por fatores como nojo, falta de familiaridade e percepções negativas sobre sabor e segurança. A intenção de consumo aumentou quando os insetos foram apresentados de forma não visível (como em farinha). O estudo conclui que campanhas educativas e reformulação de produtos são estratégias eficazes para promover a aceitação global.

Já Cantalapiedra *et al.* (2024) adotaram como diferencial a aplicação do questionário sensorial em um público específico (estudantes da área da saúde), explorando a correlação entre percepção de segurança, industrialização do produto e avaliação organoléptica. Apenas 18% já haviam consumido insetos, mais de 84% mostraram abertura para novos alimentos e 90% se mostraram dispostos a experimentar produtos novos. 91% acreditam na segurança de produtos industrializados à base de insetos, e 95% reconhecem os benefícios nutricionais e bioativos. A falta de informação sobre regulamentações e a associação com práticas culturais não ocidentais ainda são barreiras. A aceitação melhora com certificações, rotulagem clara e campanhas de marketing adequadas.

No campo da análise tecnológica, os estudos se concentraram nas propriedades funcionais dos ingredientes derivados de insetos e nas alterações provocadas por diferentes processos industriais. Mishyna *et al.* (2020) realizaram extração proteica dos músculos das pernas de gafanhotos utilizando soluções ácida, alcalina e salina, com posterior avaliação por SDS-PAGE e espectrometria de massas. O material obtido apresentou alto rendimento e excelente desempenho espumante, superando inclusive proteínas tradicionais como a do soro de leite, com estabilidade entre 66,7% e 70,8%, sendo considerado promissor para aplicação em formulações aeradas.

Liang *et al.* (2023) concentraram-se na comparação entre métodos de processamento térmico tradicional e tecnologias industriais emergentes, como a alta pressão hidrostática (HPP) e o plasma atmosférico frio (CAPP). As análises mostraram que, enquanto a fervura pode comprometer o valor nutricional, os métodos industriais garantem segurança microbiológica sem perdas significativas na qualidade sensorial e funcional. Essas tecnologias foram avaliadas em função de sua capacidade de preservar proteínas, enzimas e propriedades estruturais dos insetos, com impacto direto sobre textura e solubilidade.

Ishara *et al.* (2024), além da avaliação sensorial com painelistas locais, realizaram análise proximal e mineralógica de 12 espécies de insetos, incluindo teores de proteínas, gorduras e minerais como ferro e zinco. Os insetos apresentaram alto valor nutricional, com até 43,93 g/100g de proteína e 36,02 g/100g de gordura, além de concentrações expressivas de ferro (5,3–16,13 mg/100g), zinco

(11–19,67 mg/100g) e potássio (24–386,67 mg/100g). As espécies *Macrotermes subhyalinus* e *Ruspolia differens* foram as mais bem avaliadas sensorialmente. Houve correlação positiva entre potássio e aceitabilidade sensorial. O estudo defende que os insetos podem ser uma solução viável para a segurança alimentar e nutricional em regiões vulneráveis, destacando seu potencial como alternativa sustentável e culturalmente integrada.

Essas análises evidenciam que, para além da aceitação subjetiva, a viabilidade de inserção dos insetos na cadeia alimentar passa pelo domínio técnico da formulação, pelo controle das variáveis estruturais dos ingredientes e pela aplicação de tecnologias que mantenham o valor nutricional e sensorial. A qualidade de um alimento com inseto, portanto, não se define apenas pela disposição cultural ao consumo, mas pelo sucesso em integrar os atributos desejados com desempenho técnico validado.

#### 1.4 Análise integrada dos resultados

As evidências reunidas no conjunto de estudos analisados indicam que a consolidação dos insetos como ingrediente alimentar passa, necessariamente, pela articulação entre desempenho sensorial e robustez tecnológica. A análise dos testes com consumidores revela que a aceitação dos produtos depende não apenas de características gustativas imediatas, mas da forma como esses atributos se articulam com expectativas de segurança, familiaridade e qualidade percebida.

Paralelamente, os dados físico-químicos e funcionais demonstram que os insetos possuem propriedades tecnológicas competitivas, sendo

capazes de atuar como ingredientes estruturantes, fontes concentradas de proteínas ou aditivos naturais com funcionalidades específicas.

A convergência entre esses dois eixos — sensorial e técnico — mostra que a inserção dos insetos na alimentação humana não se limita a um desafio de gosto ou de hábito, mas requer domínio científico sobre formulação, processamento e aplicação.

Nesse sentido, o avanço das pesquisas sobre avaliação sensorial e tecnológica se configura como base estratégica para a superação das barreiras ainda existentes e para o desenvolvimento de produtos que conciliem inovação, qualidade e viabilidade de mercado.

## CONCLUSÃO

A análise dos 30 artigos selecionados permitiu compreender, de forma ampla e fundamentada, as múltiplas dimensões que envolvem a introdução de insetos comestíveis na alimentação humana. Os estudos evidenciaram que a consolidação dessa prática depende da articulação entre fatores culturais, sensoriais, nutricionais e tecnológicos, exigindo uma abordagem interdisciplinar e metodologicamente rigorosa.

O primeiro eixo da análise revelou que, embora os benefícios ambientais e nutricionais dos insetos comestíveis sejam amplamente reconhecidos, a intenção de consumo permanece limitada por fatores subjetivos, como a neofobia alimentar, a percepção de risco e o estranhamento cultural. Nesse contexto, a forma de apresentação do produto, a familiaridade com ingredientes invisíveis e o

controle comportamental percebido são variáveis decisivas para o engajamento do consumidor.

No segundo eixo, centrado no desenvolvimento de produtos inovadores, observou-se que os insetos vêm sendo incorporados em diversas matrizes alimentares — como sopas, massas, cookies e suplementos — com destaque para as farinhas proteicas, que oferecem boa integração sensorial e funcional aos alimentos processados. Além disso, estudos destacaram a importância de tecnologias de processamento que preservem tanto a qualidade nutricional quanto a segurança microbiológica dos ingredientes, ampliando sua viabilidade industrial.

O terceiro eixo aprofundou a avaliação sensorial e tecnológica, demonstrando que a aceitação dos consumidores está diretamente relacionada ao desempenho do produto em testes objetivos, ao passo que a funcionalidade dos ingredientes — como estabilidade de espuma, valor proteico e propriedades texturais — configura-se como critério técnico essencial para a inovação alimentar. Essa convergência entre experiência sensorial e desempenho tecnológico mostra que o desafio da entomofagia contemporânea não é apenas cultural, mas também científico.

Com base nos dados analisados, conclui-se que a aceitação dos insetos como fonte alimentar exige estratégias que combinem comunicação eficaz, formulações tecnicamente viáveis e inserção gradual em contextos culturais específicos. O avanço científico na área, por meio de estudos empíricos robustos e avaliações multivariadas, tem se mostrado promissor, mas ainda carece de políticas públicas,

regulações claras e práticas de mercado que favoreçam a escalabilidade e o acesso.

Assim, promover a entomofagia como prática sustentável e nutricionalmente segura não é apenas uma questão de inovação, mas uma necessidade diante dos desafios alimentares e ambientais do século XXI. A integração entre ciência, indústria e cultura alimentar será decisiva para que os insetos deixem de ocupar um lugar marginal e passem a compor, de forma legítima, o repertório alimentar humano.

## REFERÊNCIAS

ANAGONOU, Corinne Mèdéou et al. **Entomophagy practices, use patterns, and factors influencing perception and consumption frequency of edible insects in the Republic of Benin.** *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, [S. l.], v. 19, n. 54, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13002-023-00626-z>. Acesso em: 15 maio 2025.

AYENSU, Jessica et al. Nutritional composition and acceptability of biscuits fortified with palm weevil larvae (*Rhynchophorus phoenicis* Fabricius) and orange-fleshed sweet potato among pregnant women. **Food science & nutrition**, v. 7, n. 5, p. 1807-1815, 2019.

BARTKIENE, Elena et al. Crickets (*Acheta domestica*) as wheat bread ingredient: influence on bread quality and safety characteristics. **Foods**, v. 12, n. 2, p. 325, 2023.

CANTALAPIEDRA, Fernando; JUAN-GARCÍA, Ana; JUAN, Cristina. **Perception of food safety associated with entomophagy among higher-education students: exploring insects as a novel food source.** *Foods*, Basel, v. 12, n. 24, p. 4427, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods12244427>. Acesso em: 15 maio 2025.

CAPPELLI, Alessio et al. Assessment of the rheological properties and bread characteristics obtained by innovative protein sources (*Cicer arietinum*, *Acheta domestica*, *Tenebrio molitor*): Novel food or potential improvers for wheat flour?. **Lwt**, v. 118, p. 108867, 2020.

CASTRO-ALIJA, María José et al. **Elderly resistance vs. youthful acceptance: a study on insect consumption across age groups.** *Foods*, Basel, v. 13, n. 16, p. 2641, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods13162641>. Acesso em: 15 maio 2025.

DETILLEUX, Loïc et al. **Consumers of insect-based foods: a cross-cultural study between Belgium and Gabon.** *Journal of*

Insect Science, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 2–11, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieae051>. Acesso em: 15 maio 2025.

DOMENE, SEMÍRAMIS et al. Segurança alimentar: reflexões sobre um problema complexo. **Estudos Avançados**, v. 37, p. 181-206, 2023.

FLORES, Daniel R. et al. Comparative study of composition, antioxidant and antimicrobial activity of two adult edible insects from Tenebrionidae family. **BMC chemistry**, v. 14, p. 1-9, 2020.

GAO, Yupeng et al. The **impact of information presentation on consumer perceptions of cricket-containing chocolate chip cookies**. *Foods*, Basel, v. 13, n. 3, p. 479, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods13030479>. Acesso em: 15 maio 2025.

GKINALI, Alkmini-Anna et al. **How do Greeks feel about eating insects? A study of consumer perceptions and preferences**. *Foods*, Basel, v. 13, n. 19, p. 3199, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods13193199>. Acesso em: 15 maio 2025.

GUINÉ, R. P. F. et al. **Consumers' perceptions about edible insects' nutritional value and health effects: study involving 14 countries**. *Animals*, Basel, v. 14, n. 11, p. 1631, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani14111631>. Acesso em: 15 maio 2025.

GUINÉ, Raquel P. F. et al. **Edible insects: perceptions of marketing, economic, and social aspects among citizens of different countries**. *Foods*, Basel, v. 12, n. 23, p. 4229, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods12234229>. Acesso em: 15 maio 2025.

Haddaway, NR, Page, MJ, Pritchard, CC, & McGuinness, LA (2022). PRISMA2020: Um pacote R e aplicativo Shiny para produzir diagramas de fluxo em conformidade com o PRISMA 2020, com interatividade para transparência digital otimizada e Open Synthesis. *Campbell Systematic Reviews*, 18,e1230. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>.

HLONGWANE, Zabentungwa T.; SLOTOW, Rob; MUNYAI, Thinandavha C. **Indigenous knowledge about consumption of edible insects in South Africa**. *Insects*, v. 12, n. 1, p. 1–19, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects12010022>. Acesso em: 15 maio 2025.

HOPKINS, Indee et al. **Australians' experience, barriers and willingness towards consuming edible insects as an emerging protein source**. *Appetite*, [S.l.], v. 169, p. 105832, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105832>. Acesso em: 13 maio 2025.

HWANG, Jinsoo; KIM, Jinkyung-Jenny. **Edible insects: how to increase the sustainable consumption behavior among restaurant consumers**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 12, p. 1–16, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18126520>. Acesso em: 15 maio 2025.

ISHARA, Jackson et al. **The contribution of commonly consumed edible insects to nutrition security in the Eastern D.R. Congo**. *Scientific Reports*, [S. l.], v. 14, n. 16186, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64078-5>. Acesso em: 15 maio 2025.

KIUMBA, Nana Manwanina et al. **Individual and collective factors influencing consumer attitudes and behaviour towards edible insects in Kinshasa: a pilot study**. *Health Psychology and Behavioral Medicine*, v. 11, n. 1, p. 2229411, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21642850.2023.2229411>. Acesso em: 15 maio 2025.

LI, Mengjiao et al. **Edible insects: a new sustainable nutritional resource worth promoting**. *Foods*, Basel, v. 12, n. 22, p. 4073, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods12224073>. Acesso em: 15 maio 2025.

LIANG, Zijian et al. **Recent advances in edible insect processing technologies**. *Food Research International*, v. 182, p. 114137, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114137>. Acesso em: 15 maio 2025.

MACHADO, Carolina da Rosa; THYS, Roberta Cruz Silveira. Cricket powder (*Gryllus assimilis*) as a new alternative protein source for gluten-free breads. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 56, p. 102180, 2019.

MATOS, Francielle Miranda de; CASTRO, Ruann Janser Soares de. Insetos comestíveis como potenciais fontes de proteínas para obtenção de peptídeos bioativos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. e2020044, 2021.

MEZA-MARTÍNEZ, C. A. et al. **Consumer acceptance of edible insects in China, Italy, Mexico and the US**. *PLOS ONE*, [S. l.], v. 17, n. 12, p. e0279172, Dec. 2022. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0279172>. Acesso em: 15 maio 2025.

MIKULEC, Anna T. et al. **Attitudes and purchase intentions of Polish university students towards food made from insects—A modelling approach**. *PLOS ONE*, [S. l.], v. 19, n. 3, p. e0300871, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300871>. Acesso em: 15 maio 2025.

MISHYNA, Maryia et al. **Leg muscles of migratory locust (*Locusta migratoria*) as a protein source: extraction, protein composition and foaming properties**. *Food Research International*, v. 197, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.115228>. Acesso em: 15 maio 2025.

MODLINSKA, Klaudia et al. **The effect of labelling and visual properties on the acceptance of foods containing insects**. *Nutrients*, [S. l.], v. 12, n. 9, p. 2498, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/9/2498>. Acesso em: 15 maio 2025.

MORUZZO, Roberta et al. **Exploring the acceptance of entomophagy: a survey of Italian consumers.** *Insects*, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 123, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects12020123>. Acesso em: 15 maio 2025.

NARANJO-GUEVARA, Natalia et al. **Consumer acceptance among Dutch and German students of insects in feed and food.** *Food Science & Nutrition*, Hoboken, v. 9, n. 1, p. 414–428, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2006>. Acesso em: 15 maio 2025.

NASCIMENTO, Renata Quartieri et al. Utilization of Agro-Industrial Residues in the Rearing and Nutritional Enrichment of *Zophobas atratus* Larvae: New Food Raw Materials. *Molecules*, v. 27, n. 20, p. 6963, 2022.

NIVA, Mari; VAINIO, Annukka. **Towards more environmentally sustainable diets? Changes in the consumption of beef and plant- and insect-based protein products in consumer groups in Finland.** *Meat Science*, v. 182, 108635, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108635>. Acesso em: 15 maio 2025.

OLIVEIRA, Lauren Menegon et al. Bread enriched with flour from cinereous cockroach (*Nauphoeta cinerea*). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 44, p. 30-35, 2017.

ORKUSZ, Agnieszka et al. **Consumers' attitudes facing entomophagy: Polish case perspectives.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 7, p. 1–15, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/7/2427>. Acesso em: 15 maio 2025.

ORKUSZ, Agnieszka. **Edible insects versus meat—Nutritional comparison: Knowledge of their composition is the key to good health.** *Nutrients*, v. 13, n. 4, p. 1207, 2021.

PLATTA, Anna et al. **Willingness to consume and purchase food with edible insects among Generation Z in Poland.** *Foods*, Basel, v. 13, n. 14, p. 2202, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods13142202>. Acesso em: 15 maio 2025.

ROS-BARÓ, Marta et al. **Consumers' acceptability and perception of edible insects as an emerging protein source.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 23, p. 1–13, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph192315756>. Acesso em: 15 maio 2025.

SKOTNICKA, Magdalena; MAZUREK, Aleksandra; KOWALSKI, Stanisław. **The acceptance of cream soups with the addition of edible insects (Mealworm, *T. molitor*; House Cricket, *A. domesticus*; Buffalo Worm, *A. diaperinus*; Grasshopper, *R. differens*) among young people and seniors in Poland.** *Nutrients*, [S. l.], v. 15, n. 24, p. 5047, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu15245047>. Acesso em: 15 maio 2025.

SZLACHCIUK, Julita; ŻAKOWSKA-BIEMANS, Sylwia. **Breaking the taboo: understanding the relationship between perception, beliefs, willingness to eat insects, and food neophobia among Polish adults.** *Foods*, Basel, v. 13, n. 6, p. 944, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods13060944>. Acesso em: 15 maio 2025.

VERNEAU, Fabio et al. **Assessing the role of food related lifestyle in predicting intention towards edible insects.** *Insects*, v. 11, n. 10, p. 1–12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects11100660>. Acesso em: 15 maio 2025.

VERNEAU, Fabio et al. **Assessing the role of food related lifestyle in predicting intention towards edible insects.** *Insects*, [S. l.], v. 11, n. 10, p. 660, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects11100660>. Acesso em: 15 maio 2025.

YAN, Xin et al. Quality of *Tenebrio molitor* Powders: Effects of Four Processes on Microbiological Quality and Physicochemical Factors. *Foods*, v. 12, n. 3, p. 572, 2023.

ZIELIŃSKA, Ewelina; PEČOVÁ, Martina; PANKIEWICZ, Urszula. Impact of Mealworm Powder (*Tenebrio molitor*) Fortification on Ice Cream Quality. *Sustainability*, v. 15, n. 22, p. 16041, 2023.