
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ISABELA DE OLIVEIRA CARLINI

**ENTOMOFAGIA: INSETOS COMO FONTE
ALIMENTAR HUMANA – UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**



Rio Claro - SP
2022

ISABELA DE OLIVEIRA CARLINI

ENTOMOFAGIA: INSETOS COMO FONTE ALIMENTAR HUMANA –
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharela em Ciências Biológicas.

ORIENTADOR: CLÁUDIO JOSÉ VON ZUBEN

Rio Claro - SP
2022

C282e	Carlini, Isabela de Oliveira Entomofagia: insetos como fonte alimentar humana - uma revisão bibliográfica / Isabela de Oliveira Carlini. -- Rio Claro, 2022 41 p. : fotos Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro Orientador: Claudio José von Zuben 1. Entomofagia. 2. Insetos alimentícios. 3. Antropologia alimentar. 4. Comportamento alimentar. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ISABELA DE OLIVEIRA CARLINI

**ENTOMOFAGIA: INSETOS COMO FONTE ALIMENTAR HUMANA –
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharel em Biologia.

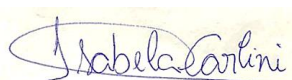
BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Claudio José von Zuben (orientador)

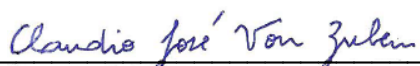
Prof. Dr. José Paulo Leite Guadanucci

Profa. Dra. Patricia Pasquali Parise Maltempo

Aprovado em: 1 de Julho de 2022



Assinatura da discente



Assinatura do orientador

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por se tratar da minha figura de refúgio nos momentos de maiores angústias, perante aos desafios e adversidades que por vezes se fizeram presentes.

Agradeço eternamente à minha mãe e padrasto (a quem considero meu pai) que sempre me apoiaram incondicionalmente e auxiliaram nos estudos e na vida, dando suporte não somente financeiro quando necessário, mas também emocional.

Agradeço ao meu professor e orientador, Claudio José von Zuben, por ter aceitado me orientar na elaboração deste trabalho, pela dedicação e atenção em me auxiliar na escolha de um tema e pelo empenho em me ajudar sempre que precisei.

Agradeço ao meu companheiro no amor, Jarbas, cuja presença sempre me afetou positivamente, me incentivando e apoiando em todos os âmbitos da vida.

Agradeço aos amigos que estiveram do meu lado durante o meu período na graduação, oferecendo suporte emocional e técnico, especialmente por Laís Neves, a quem carrego imensa gratidão pelas horas de ajuda dedicadas a mim.

Agradeço, por fim, aos meus professores de Biologia do Ensino Médio, Erica e Thiago, que me influenciaram na escolha de uma área para cursar, pois posso afirmar que fui muito feliz em minha decisão. E mais feliz ainda por ter escolhido graduar na Unesp de Rio Claro, que me proporcionou conhecer excelentes professores durante minha trajetória dentro da Universidade, à qual finalizo meus agradecimentos.

RESUMO

Países em desenvolvimento enfrentam cada vez mais problemas de segurança alimentar. Isso ocorre porque a população não para de crescer a cada dia. Essa rápida expansão da população mundial leva à diminuição da produtividade das culturas e também da disponibilidade de alimentos. Além disso, existem outros fatores que afetam a produção de alimentos, como: mudanças climáticas, diminuição da fertilidade dos solos, crises energéticas, incidência de pragas e doenças de plantas, e as diversas situações que são criação do próprio homem, como o aumento do preço dos alimentos, a falta do poder de compra pelos consumidores, a indisponibilidade de alimentos e a desigualdade na distribuição dos alimentos. A FAO (*Food and Agriculture Organization*), agência especializada das Nações Unidas propôs um programa de alimentação de pessoas através de fontes alternativas de alimento, incluindo os insetos. Insetos são considerados uma alternativa compatível às principais fontes de alimento de origem animal, por causa de seu alto valor nutritivo. Entretanto, a falta de informação e o preconceito costumam ser um grande obstáculo sobre essa alternativa alimentar, mantendo os insetos às margens escuras quando o assunto é alimentação. Por esse motivo, discorrer e divulgar sobre o assunto é cada vez mais importante e se tornou o objetivo principal deste trabalho, que consistiu em uma revisão bibliográfica sistemática, a fim de trazer ao centro a importância, tanto nutricional, mas também ecológica e econômica de se alimentar de insetos.

Palavras-chaves: Entomofagia; Insetos alimentícios; Comportamento alimentar; Antropologia alimentar; Crise de alimentos.

ABSTRACT

Developing countries are increasingly facing food security problems. This is because the population continues to grow every day. This expansion of the world population leads to an increase in the productivity of crops and also in the availability of food. In addition, there are other factors that increase food production, such as the creation of climatic plants, soil fertility, the occurrence of energy crises of their own, and as the various circumstances that are the creation of their own food, such as the increase of climatic plants food prices, lack of purchasing power by consumers, unavailability of food and unequal food distribution. The FAO (Food Organization), a specialized agency of the United Nations, through a program of food sources for people, including insects. Insects are considered a compatible alternative to the main food sources of animal origin, because of their high nutritional value. However, lack of information and prejudice are often a major obstacle on this food alternative, keeping insects on the dark side when it comes to food. For this reason, discussing and publishing the subject is increasingly important and has become the main objective of the work, which consists of a bibliographic review, in order to bring to the center the importance, both nutritional, but also of this ecological and economic review of food of insects.

Keywords: Entomophagy; food insects; Feeding behavior; Food anthropology; Food crisis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. DESENVOLVIMENTO	9
2.1 A ALIMENTAÇÃO HUMANA E OS INSETOS	10
2.1.1 A insegurança alimentar mundial	10
2.2 POR QUE OS INSETOS?	11
2.2.1 Ordens de insetos consumidos	12
2.2.1.1 Coleoptera	13
2.2.1.2 Hymenoptera	13
2.2.1.3 Orthoptera	14
2.2.1.4 Lepidoptera	14
2.2.1.5 Hemiptera	14
2.2.1.6 Blattodea	15
2.2.1.6.1 Blattodae	15
2.2.1.6 Isoptera	15
2.2.2 Valor nutricional dos insetos	15
2.2.2.1 Alimentos produzidos pelos insetos	18
2.2.3 Formas de criação de insetos	19
2.2.4 Economia	19
2.2.5 Sustentabilidade e Meio Ambiente	20
2.2.5.1 Crise dos insetos - desaparecimento	21
2.3 ENTOMOFAGIA HUMANA	22
2.3.1 Culinária	25
2.3.1.1 Insetos na alimentação “Gourmet”	26
2.4 ENTRAVES DA ENTOMOFAGIA	27
2.4.1 Preconceito	27
2.4.2 Cuidados e toxicidade	28
2.4.3 Desinformação	30
3 CONCLUSÃO	30
4 REFERÊNCIAS	31
5 ANEXOS	34

Entomofagia: insetos como fonte alimentar humana – uma revisão bibliográfica

1 INTRODUÇÃO

A crise mundial alimentar tem sido um cenário cada vez mais próximo de se tornar realidade. À medida que o tempo avança, países em desenvolvimento e subdesenvolvidos enfrentam problemas de segurança alimentar cada vez maiores devido ao crescimento exponencial de sua população em conjunto com um déficit na produção de alimentos, deixando diversas populações com altos índices de desnutrição (ZIMMERMANN, 2009). Para se ter uma ideia, estimativas apontam que em 2030, a população mundial estará aumentando em seis milhões por mês, enquanto que a reserva de alimentos atual, só conseguirá alcançar um aumento de 50% (GAHUKAR, 2011).

A produtividade de culturas agrícolas está quase atingindo seu limite. Isso se deve a fatores naturais como mudanças climáticas, crises de energia, baixa fertilidade do solo, maior disseminação de pragas e doenças vegetais. Além disso, fatores antrópicos como aumento de preços dos alimentos, monoculturas que não presam por variedades, falta de poder de compra de consumidores, distribuição desigual de alimentos e desperdícios causam ainda mais transtornos que diminuem as condições de acesso à alimentação saudável e eficaz. Dessa forma, a busca por alternativas alimentares se tornou um desafio necessário e essencial (GAHUKAR, 2011). A entomofagia surgiu como uma dessas alternativas para suprir o déficit nutricional mundial (GAHUKAR, 2011).

A palavra “entomofagia” é o termo empregado para representar o ato de se alimentar de insetos (GAHUKAR, 2011). Os insetos são estimados como uma alternativa à altura das principais fontes de alimento de origem animal mais convencionais, como peixe, frango, porco e boi (EFSA SCIENTIFIC COMMITTEE, 2015), devido ao seu alto valor nutritivo, visto que são uma admirável fonte de aminoácidos, ácidos graxos (TOTI, *et al.*, 2020), proteínas, carboidratos, gorduras e vitaminas (RAMOS-ELORDUY, *et al.*, 1997), além de minerais essenciais como ferro, cálcio e zinco (DEFOLIART, 1992; BANJO, *et al.*, 2006). Por esse motivo, alguns autores podem designar aos insetos utilizados na alimentação humana os termos “micro-gado” ou “mini-gado”, mesmo que esses termos não sejam semelhantes a entomofagia (PAOLETTI; DUFOUR, 2002; PAOLETTI, 2005; SRIVASTAVA, *et al.*, 2009). Dessa forma, a produção massiva de insetos para o consumo humano poderia auxiliar na diminuição da desnutrição mundial (ROBERT, 1989).

O aumento do interesse pelos insetos na alimentação humana se deve a FAO (do inglês, *Food and Agriculture Organization*), agência da Organização das Nações Unidas, que conduz esforços para a erradicação da fome e combate à pobreza, que teve a iniciativa de criar uma política e propor um programa de alimentação de pessoas através de fontes alternativas de alimento que incluem os insetos como principal ingrediente, promovendo mais destaque a essa prática (YEN, 2010; FAO, 2010a; 2010b). O Departamento Florestal da agência vem criando estratégias para aumentar o entusiasmo dessa alternativa alimentar, através de divulgações de experiências e destacando os insetos como uma excelente fonte de proteínas naturais e confiáveis (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015).

O uso de insetos para a alimentação também traz benefícios ao meio ambiente. A produção de insetos ajuda na conservação de recursos naturais, como solo e paisagens florestais. Atualmente, com o sistema de monocultura atual, além da crise de alimentos, o desmatamento e exploração exacerbada do solo prejudicam os biomas naturais (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015) e em consequência, provocam a crise mundial de insetos, que tem resultado no desaparecimento de cada vez mais espécies (FREITAS, *et al.*, 2006).

De certo, em diversas culturas, entre elas o Brasil, ainda existe muito preconceito e repulsa em relação a comer insetos. Embora seja comum o uso de insetos em diversos produtos de forma camuflada, a popularização do tema bem como do hábito ainda é um grande desafio. A falta de informação costuma ser o maior obstáculo: os poucos periódicos existentes sobre o assunto estão escritos em linguagem técnica e científica, sem atratividade para o público geral (TUNES, 2020). Por esse motivo, discorrer e divulgar sobre o assunto é cada vez mais importante.

2 DESENVOLVIMENTO

Este trabalho foi construído através de revisão sistemática de materiais disponíveis já publicados na literatura como teses, livros, artigos, dissertações entre outros, e por isso possui caráter exploratório, visto que possibilita ao pesquisador e ao leitor obter maior familiaridade com o assunto da pesquisa. As plataformas de pesquisa utilizadas para esta revisão foram: *Google Scholar*, *Periódico CAPES* e *SciELO* e as principais termos utilizado nas buscas foram, “*entomofagia*”, “*alimentação por insetos*”, “*insetos comestíveis*” e seus equivalentes em inglês.

Ao explorar a plataforma de buscas *Google Scholar* pelos referidos termos, foram encontrados 971 trabalhos para “*entomofagia*”; 92.600 para “*alimentação por insetos*” e 13.700 para “*insetos comestíveis*”. Na plataforma *Periódicos CAPES*, foram encontrados 48 trabalhos

para “entomofagia”; 1098 para “alimentação por insetos” e 79 para “insetos comestíveis”. A mesma metodologia de pesquisa foi utilizada na plataforma *Scielo*, que resultou em 2; 133 e 6 trabalhos encontrados, respectivamente.

Outras palavras foram sendo associadas ao termo principal ao longo deste projeto, no intuito de se especificar melhor um determinado ponto do assunto, quando este era abordado, como “culinária”, “produção”, “economia”, “valor nutricional”, entre outros, a fim de se esclarecer melhor sobre o tema abordado, deixando o texto mais completo possível.

Devido à grande quantidade de resultados a serem explorados, optou-se, nesta pesquisa, em abordar somente os trabalhos que tratassem da relevância de utilizar os insetos como uma alternativa de alimentação e nutrição, bem como as vantagens que da produção desses invertebrados, tanto nos aspectos econômicos, sociais e ambientais. Sempre que possível, procurou-se também destacar a realidade atual sobre a entomofagia no Brasil. Dessa forma, inicialmente os trabalhos foram filtrados por títulos e posteriormente através da leitura do resumo, para se averiguar e selecionar os mais adequados a esta pesquisa de revisão bibliográfica, e serão expostos a seguir, ao longo deste texto.

2.1 A ALIMENTAÇÃO HUMANA E OS INSETOS

2.1.1 A insegurança alimentar mundial

A escassez de alimentos será um dos principais problemas que a humanidade precisará confrontar no futuro. Previsões da FAO (*Food and Agriculture Organization*) expõe que, até o ano de 2030, o planeta precisará aumentar a produtividade de carne bovina em 12,7%, a carne de aves em 40,4%, a de peixes em 19% e a suína em 20%. Mas, mesmo com um aumento na produção per capita de carnes em 20%, ainda serão em níveis insuficientes para alimentar a população mundial, que cresce num ritmo cada vez mais rápido (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015). Em 2014, a FAO iniciou o programa “*Insects to Feed the World*” (do inglês, Insetos para alimentar o mundo) tamanha a preocupação com as futuras acessibilidades a alimentação que o planeta poderá enfrentar (ARAUJO FILHO, 2018).

Ao todo, existem mais de 1600 espécies de insetos consumidas atualmente e podem estar presentes regularmente ou ocasionalmente nas dietas humanas, a depender da cultura da região em que a população está estabelecida. Em certos países, os insetos servem de alimentos somente quando as populações de animais vertebrados comestíveis são minguadas. Já em outros países, os insetos são um meio extremamente procurado e tradicional na alimentação (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

2.2 POR QUE OS INSETOS?

Historicamente, os insetos fazem parte da dieta humana e tiveram um papel essencial na evolução dos primatas (ARAÚJO FILHO, 2018). Bueno, Carvalho e Souza (2020), revelam que na época Plio-Pleistoceno, várias espécies de cupins faziam parte da dieta do homínido *Australopithecus robustus*. Há registros de que os Astecas também se alimentavam de cerca de 91 espécies de insetos, armazenando-as de forma seca ou preparando-os de várias formas: assados, fritos, com molhos, apenas fervidos ou simplesmente como aperitivo em pratos (NETO, 2003). Raubenheimer e Rothman (2013), mostram estudos que apontam fartas evidências de que a grande disponibilidade de insetos por si só já caracteriza um forte padrão de entomofagia pelos humanos e alguns cientistas apontam que este é considerado o principal fator.

Os insetos possuem diversos e relevantes pontos positivos ao serem escalados como alimentos para os humanos, que vão desde questões ecológicas e sustentáveis (TOTI, *et al.*, 2020; RAMOS-ELORDUY, 2008), suas formas de produção e nutrição (TUNES, 2020) e até mesmo econômicas (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013). Possuem ainda uma surpreendente eficácia na conversão de ração em carne comestível: enquanto que o gado bovino demanda 8 kg de ração para prover apenas 1 kg de carne, os insetos necessitam de somente 2 kg de ração para ofertar a mesma quantidade de carne que será fonte de alimentação humana (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015). Além disso, a maior parte dos insetos comestíveis não são organismos de competição por alimentos com humanos, visto que utilizam recursos diferentes durante o seu desenvolvimento, mesmo que 99% dos alimentos do planeta sejam cultivados em terra (RAMOS-ELORDUY, 2008).

Os insetos também representam uma fonte de alimentação humana segura, visto que apresentam baixíssimo risco de transmissão de doenças de origem animal, como ocorre com enfermidades aviárias, bovinas ou suínas. Isso atribui-se ao fato de que insetos possuem anatomia e estruturas corporais extremamente distintas dos mamíferos e apresentam sangue frio, ao contrário dos atuais mamíferos utilizados na alimentação convencional (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015). Além disso, a maior parte dos insetos comestíveis são herbívoros e, por esse motivo, são vistos como animais limpos e seguros para a alimentação humana (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

Mas os pontos mais importantes é que os insetos são uma alternativa mais barata e ecológica, visto que são passíveis de serem encontrados em diversas regiões, fáceis de se

manipular, se reproduzem em alta escala, ocasionam baixos danos ambientais, demandam menos água e ainda possuem elevadas cargas de proteínas comestíveis de alta qualidade, além de fibras e gorduras benéficas ao homem; podem ser acessíveis a qualquer classe social, o que democratiza o acesso a alimentação; e incentivos ao empreendedorismo e empregabilidade em várias etapas da produção por pessoas que não possuem especialização ou capacitação física para trabalhos mais pesados (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015; ARAUJO FILHO, 2018).

2.2.1 Ordens de insetos consumidos

Dentro da grande diversidade dos insetos, os Coleoptera (besouros) são os que mais colaboram com espécies que servem de alimento para o homem, com 468 espécies, seguido pela ordem Hymenoptera (abelhas, vespas e formigas) com 351 espécies, a Orthoptera (grilos, gafanhotos e esperanças), com 267 espécies, a Lepidoptera (borboletas e mariposas) com 253 espécies, a Hemiptera (percevejos, cigarras e cigarrinhas) com 180 espécies e a Isopetera (atualmente Blattodea) (cupins) com 61 espécies. Há também diversas espécies de insetos comestíveis nas ordens Diptera (moscas e mosquitos), Odonata (libélulas e donzelinhas), Ephemeroptera (efemerópteros), Trichoptera (tricópteros), Neuroptera (formiga-leão e neurópteros), Anoplura (piolhos) e Thysanura (traças), mas que costumam ser mais saboreadas por primatas não humanos (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013; BORROR; DELONG, 1969).

Os principais representantes da entomofagia humana são os coleópteros, himenópteros, ortópteros e lepidópteros e isso está diretamente relacionado com a alta disponibilidade dessas ordens na natureza. Além de serem abundantes, esses grupos podem formar agregações volumosas permanentes ou sazonais (em especial himenópteros, ortópteros e lepidópteros), são de grande porte ou possuem movimentos lentos em determinados instares do seu ciclo de vida (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013). De acordo com estudos de revisão, os grupos de insetos mais consumidos são: “besouros (31%); lagartas (18%); formigas, vespas e abelhas (14%); gafanhotos e grilos (13%); insetos de escala, cigarrinhas e cigarras (10%); libélulas (3%); cupins (3%) e moscas (2%).” (GABRY, *et al.*, 2021, p. 113).

Na maioria das vezes, há uma preferência em se alimentar de insetos quando ainda estão nos estágios larvais ou de pupas, vistos que estes podem alcançar tamanhos grandes mesmo quando jovens, mas com a menor fração de exoesqueleto, facilitando a deglutição. Entretanto, insetos adultos ainda assim podem ser saboreados (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013). A Figura 1 (Anexos) ilustra os dois casos.

2.2.1.1 Coleoptera

Compreende o grupo dos besouros e é a maior ordem dentre os insetos, abrigando aproximadamente 40% de todos os insetos conhecidos, com cerca de 250 mil espécies catalogadas. Possuem como característica mais marcante o élitro, que são as asas anteriores, modificadas em estruturas mais rígidas para cobrir e guardar as asas posteriores (responsáveis pelo voo) como se fosse um estojo (daí o nome da ordem) (TRIPLEHORN, JOHNSON, 2016).

Estudos realizados com espécies de besouros comumente consumidos no Brasil e no México demonstraram que eles “possuem alto valor nutricional em proteínas, aminoácidos, gorduras, calorias e minerais” (RAMOS-ELORDUY, *et al.*, 2006. p. 6). Os autores ainda defendem que o consumo desses insetos auxilia na nutrição de diversos grupos humanos e que podem ser encontrados em diferentes períodos sazonais, tendo disponibilidade de espécies durante todo o ano (RAMOS-ELORDUY, *et al.*, 2006).

Algumas espécies comumente presentes na dieta humana podem ser destacadas: *Pachymerus cardo*, *Caryobruchus* sp., *Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus, 1758), *Rhina barbirostris* e *Pachymerus nucleorum* (Fabricius, 1792) (BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020; (RAMOS-ELORDUY, *et al.*, 2006). Outras espécies bem como os seus valores nutricionais podem ser visualizados na Figura 2.

2.2.1.2 Hymenoptera

Representada principalmente por formigas, abelhas e vespas quando o assunto é insetos na alimentação humana brasileira. O nome da ordem deriva de *hymeno*, deus do casamento; *ptera*, asas (referindo-se à união das asas anteriores e posteriores por meio de hâmulos). Esta ordem é composta por grupos de insetos que, além da entomofagia, é capaz de promover diversos outros benefícios a sociedade humana, com espécies competências como parasitas ou predadoras de outros insetos considerados pragas e também os principais polinizadores de plantas (TRIPLEHORN, JOHNSON, 2016).

Alguns exemplos de espécies consumidos são as formigas do gênero *Atta* sp. em geral, (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013) como a *Atta cephalotes* possui, (FAPESP, 2020) e a espécie *Oecophylla smaragdina* Fab. (NETO, 2003); vespas das espécies *Apoica pallens* (Fabricius, 1804), *Brachygastra lecheguana* (Latreille, 1824), *Epipona quadrituberculata* (Griboldo, 1892), *Polybia dimidiata* (Olivier, 1791), *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791), *Pseudopolybia vespiceps* (Saussure, 1864) (BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020)

Brachygastra lecheguana (NETO, 2003); e abelhas das espécies *Frieseomelitta silvestrii* (Friese, 1902), *Geotrigona mombuca* (Smith, 1863), *Melipona asilvai* (Moura, 1971) (BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020).

2.2.1.3 Orthoptera

Corresponde a ordem dos grilos, gafanhotos e esperanças. A maioria dos representantes são fitófagos, ou seja, insetos que se alimentam apenas de plantas (TRIPLEHORN, JOHNSON, 2016), sendo assim considerados insetos mais seguros e limpos quando o assunto é entomofagia humana (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

Algumas espécies comumente consumidas podem ser citadas: *Gryllus assimilis* (TUNES, 2020), *Acheta domesticus* (ARAUJO FILHO, 2018; NETO, 2003), *Sphenarium* sp., e *Brachytrupes membranaceus* (NETO, 2003).

2.2.1.4 Lepidoptera

Grupos das borboletas e mariposas. É um grupo muito conhecido e são facilmente reconhecidas por suas grandes asas coloridas e de diversos tamanhos e formatos, recobertas por escamas que se soltam nas mãos quando são manipuladas. A grande maioria das espécies são fitófagas, principalmente nas fases iniciais, visto que é um inseto holometábolos (TRIPLEHORN, JOHNSON, 2016).

Algumas espécies de Lepidópteros podem ser destacadas por serem comestíveis: *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758) e *Myelobia smerintha* (Hübner, 1821) (BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020), *Bombyx mori* L., *Xyleutes leucomochla* Turner, *Gonimbrasia belina* Westwood, *Gonimbrasia zambesina* Walker e *Gynanisa maja* Strand (NETO, 2003).

2.2.1.5 Hemiptera

Compreende o grupo dos percevejos verdadeiros, cigarras, cercopídeos, psílídeos, moscas-brancas, pulgões e cochonilhas. É um grupo muito grande e diversificado dentre os insetos, podendo variar de forma considerável em suas formas anatômicas e estruturais, bem como seus hábitos de vida e alimentares. Algumas espécies possuem anatomias extremamente simplificadas, com ausência de olhos, antenas ou asas. A característica em comum deste grupo são as peças bucais, que se caracterizam pelo tipo picador-sugador muito específicos (TRIPLEHORN, JOHNSON, 2016).

A hemíptera mais amplamente consumido do mundo, embora a grande maioria da população sequer saiba disso é a *Dactylopius coccus*, conhecida popularmente como

Cochonilha (SANTOS; DA SILVA; NETA, 2022). Outras espécies de hemípteras consumidos são *Tessaratoma papillosa*, *Meimuna opalifera* Walker (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

2.2.1.6 Blattodea

2.2.1.6.1 Blattodae

Representa o popular e, destetado injustamente, grupo das baratas. São insetos cursoriais, com o corpo oval e achatado, com longas antenas e locomoção muito rápida, geralmente perceptível ao tentar pisoteá-las (TRIPLEHORN, JOHNSON, 2016).

Geralmente vistos como praga urbana ou inquilinas domésticas indesejáveis, as baratas têm se destacado na temática de insetos alimentícios (MIRANDA, 2022).

A barata *Nauphoeta cinerea* tem sido utilizada para extração de lipídios para produção de alimentos humanos (MIRANDA, 2022). Já as ninfas da espécie *Periplaneta americana* L. pode agregar vitaminas A, C e D (NETO, 2003).

2.2.1.6.2 Isoptera

Conhecida popularmente como cupins. São insetos sociais, que vivem em sociedades extremamente organizadas e integradas, com indivíduos subdivididos por castas e funções de acordo com sua morfologia e que se alimentam principalmente por celulose e matéria orgânica. Apesar de assemelharem seus modos de vida ao das formigas, os cupins possuem grau de parentesco com as baratas (TRIPLEHORN, JOHNSON, 2016) e por esse motivo, foram incluídos a ordem Blattodae.

2.2.2 Valor nutricional dos insetos

Diversos autores debruçaram suas pesquisas para expor a rica composição nutricional que os insetos apresentam para os seres humanos. Todas as informações apresentadas por eles indicam que esses pequenos invertebrados são uma fonte alimentar de excelente qualidade, das quais podem ser retirados ótimas fontes de proteínas, gorduras e micronutrientes, em especial de aminoácidos, que costumam ter valor nutricional balanceado para o organismo humano (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

Em geral, autores defendem a ideia, amplamente difundida e aceita atualmente, de que os insetos são uma excelente alternativa para a obtenção de calorias, proteínas, gorduras,

vitaminas e minerais (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

Os poucos estudos existentes de perfis de ácidos graxos expuseram que os insetos possuem diversos níveis de ácidos graxos considerados essenciais, como o ácido linoleico (ômega-6) e o ácido linolênico (ômega-3) (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013). Além disso, de acordo com Bueno, Carvalho e Souza (2020, p. 2) os lipídios que compõem as gorduras do organismo desses invertebrados são, na maioria, “insaturados ou polinsaturados, portanto, necessários e benéficos ao organismo, podendo ser substitutos da carne bovina e de frango”. Raubenheimer e Rothman (2013) chegam a mesma conclusão e reforçam que, em grau de saturação, os perfis dos ácidos graxos presentes nos insetos são equivalentes aos de peixes e aves consumidos na dieta humana.

Os estágios mais juvenis dos insetos costumam estocar grandes volumes de gorduras ácidos graxos polinsaturados, isso porque os lipídios são responsáveis por fornecer a maior quantidade de energia necessária para que um organismo realize suas funções vitais e garantam sua sobrevivência até estágios mais adultos. Geralmente, os juvenis de coleópteros e lepidópteros podem armazenar maior quantidade de lipídios quando comparados a outros grupos de insetos (RAMOS-ELORDUY, 2008).

A extração de lipídios dos insetos para se tornar matéria-prima em ingredientes alimentares tem sido muito proposta para estimular sua produção e consumo humano. A gordura oriunda desses animais pode ser utilizados no preparo de diversos alimentos e pratos, como frituras, assados e temperos, incrementando as propriedades sensoriais do alimento, como no aroma, sabor e até mesmo textura, ao mesmo tempo que colabora com o aumento do teor nutritivo da refeição final. Esse óleo ainda tem capacidade de serem misturados com os óleos tradicionais utilizados na cozinha e melhorar suas propriedades, como diminuir a sensibilidade à oxidação durante o armazenamento ou mesmo quando em uso no preparo de receitas. Há uma grande propensão de que esses lipídios possam ser atribuídos a formulação de vários produtos alimentícios e que em breve, seja reconhecido como um componente alternativo saudável na alimentação humana (DOS SANTOS; JUSTINO; JÚNIOR, 2021).

Essas informações só reforçam a notória possibilidade do aproveitamento dos lipídios derivados dos insetos, seja em produtos ou em sua forma pura, na dieta humana (DOS SANTOS; JUSTINO; JÚNIOR, 2021).

As taxas de proteínas em insetos costumam ser altas, podendo alcançar até 60%,

compondo o seu principal componente nutricional para os humanos. Em certos casos, o teor de proteínas disponível pode ser superior ao das carnes utilizadas na alimentação convencional ou outros alimentos vegetais, como a soja e milho. O exemplo mais notório é da lagarta *Gonimbrasia belina*, que pode conter até 64% de proteínas, ultrapassando o teor nutricional da carne vermelha e peixes (GABRY, 2021).

As pupas de bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) são muito consumidas por serem consideradas seguras para a alimentação e devido ao seu alto teor de proteínas, peptídeos e de aminoácidos (GAHUKAR, 2011). Em uma análise bromatológica feita com pupas de bicho-da-seda mostrou que em 362g de matéria sólida existem 90g de gordura e 207g de proteínas. Outros valores nutricionais de insetos relativos a suas proteínas podem ser explorados na Figura 3 (NETO, 2003).

Os grilos da espécie *Gryllus assimilis*, quando desidratados e moídos para produção de farinha, tornam-se uma alternativa a outros alimentos e suplementos, como é o caso do *whey protein*, que geralmente é muito consumido por atletas e frequentadores de academias. Com isso, além da farinha, os grilos têm sido explorados na fabricação de barras energéticas (TUNES, 2020).

Autores destacam que, além de serem encontradas em grandes quantidades, as proteínas disponíveis em insetos são classificadas como de alta qualidade, visto que trazem altas concentrações de aminoácidos essenciais, podendo variar entre 46 a 96% e a metabolização proteica pode ficar entre 76 e 96%, semelhante a carnes convencionais e ovos, possuindo um alto valor de absorção (GABRY, 2021).

Os insetos possuem altas concentrações de carboidratos em seu exoesqueleto de quitina em proporção semelhante à celulose em alimentos à base de grãos, como farinha de trigo integral e que são catabolizados pelo corpo humano (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013) e assim são muito utilizados para a fabricação de diversos alimentos processados e industrializados (Figuras 4 e 5) por diversas empresas internacionais do ramo (TUNES, 2020).

Autores destacaram uma variante na concentração de carboidratos em oito espécies diferentes de adultos. As variações destes iam de 6,7% (como o percevejo-logan, *Tessaratoma papillosa*) até 16% (como a cigarra, *Meimuna opalifera* Walker). Já a concentração de carboidratos em larvas cruas (como os juvenis do besouro-rinoceronte, *Oryctes monoceros*) alcançou incríveis 51% (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

Os insetos em geral, além de possuírem grandes porções de proteínas e lipídios,

possuem elevadas taxas de micronutrientes como sódio, potássio, zinco, fósforo, manganês, magnésio, ferro, cobre e cálcio, e muitas espécies são ricas em vitaminas do grupo B, como tiamina (B1), riboflavina (B2) e niacina (B6) (NETO, 2003; BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020). Pesquisas tendo como alvo os micronutrientes apontam que os minerais, como ferro e cálcio, são encontrados em concentrações maiores nos insetos quando comparados proporcionalmente a carnes bovinas. Também foi identificado grande quantidade de níveis de vitaminas B, beta-carotenos e vitamina E (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

Em análises bromatológicas realizadas em Lepidópteros, os pesquisadores encontraram, além de sais minerais e ácidos graxos, 18 aminoácidos comuns, dentre eles, os considerados essenciais ao organismo humano, como triptofano, cisteína e metionina (NETO, 2003).

As vitaminas obtidas a partir dos insetos também são diversas: A, C, D e B (como tiamina, riboflavina e niacina) foram identificadas em aproximadamente 35 espécies de insetos alimentícios em estudos realizados no México (NETO, 2003).

Cabe lembrar que o valor nutricional dos insetos pode variar por diferentes fatores como: espécies, sexo, estágio do ciclo de vida, habitat e dieta. Os gafanhotos utilizados para alimentação na Nigéria, por exemplo, quando alimentados com farelagem rica em ácidos graxos essenciais, acumulam quase o dobro de proteínas em seu organismo quando comparados aos gafanhotos que recebem apenas milho como alimento (GABRY, 2021).

2.2.2.1 Alimentos produzidos pelos insetos

Às vezes, não é o inseto em si que serve para a alimentação, mas sim os produtos produzidos por eles. O mais conhecido é o mel, um fluido viscoso, processado a partir de uma mistura de néctar floral e fluídos salivares regurgitados por abelhas. O mais apreciado e comercializado no mundo é o da espécie de abelha *Apis mellifera* (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013; VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007).

É um alimento extremamente nutritivo e completo, podendo ser consumido diariamente, sendo capaz de substituir o açúcar comum durante as refeições doces. Possui fácil digestão e é importante para o corpo humano por ser composto de quantidades equilibradas de fermentos, minerais, ácidos, aminoácidos, entre outros (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007). Ainda de acordo com Venturini, Sarcinelli e Silva (2007, p. 6), “uma colher de sopa de mel tem o mesmo valor nutritivo de duas bananas, duas laranjas, meia maçã, 200ml de leite, 100g de nozes, 150gr de peixe e outros alimentos”.

Na Itália, também é muito comum que crianças se alimentem de açúcares processados a partir de mariposas do gênero *Zygaena sp.*, para a proteção contra tecidos cianogênicos do organismo (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

2.2.3 Formas de criação de insetos

A produção de insetos comestíveis de em larga escala se tornou prática comum e regulamentada, abrindo um novo horizonte nas práticas agropecuárias (TUNES, 2020). A criação *ex situ* desses insetos é necessária devido a dificuldade de se conseguir um grande número de indivíduos na natureza, além de possuírem uma localização e uma densidade populacional bastante incerta em seus ambientes naturais. Além disso, a produção em ambientes controlados se faz necessária devido a indisponibilidade dos insetos durante alguns períodos do ano, em que somente aparecem sazonalmente em estações específicas (GAHUKAR, 2011).

Entretanto, uma vasta quantidade de espécies de insetos comestíveis é coletada diretamente da natureza através do uso de tecnologias simples, como luzes, redes, fogos, latas com colas e varas com pontas colantes. O uso de tecnologias para manipular os ambientes naturais pode aumentar a disponibilidade de insetos e aumentar o repertório de produção (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

2.2.4 Economia

O consumo de insetos favorece não apenas a dieta, mas também podem ser usados como complemento e fonte de renda para famílias que fazem a colheita e venda desses insetos comestíveis. A colheita para a comercialização de formigas comestíveis e de suas ninhadas é comum em muitos mercados rurais tailandeses, indonésios, chineses e mexicanos, demonstrando a relevância do consumo desses insetos (RAMOS-ELORDUY, 2008).

Além de alimento, os insetos ainda podem ser utilizados em diversas outras maneiras, servindo como matéria-prima para diversos produtos químicos, como corantes, cosméticos, farmacêuticos e têxtil, além de serem manejados pelo homem para controle de pragas agrícolas e como iscas para pescaria e até mesmo agentes importantes na medicina, onde larvas da mosca *Lucilla sericata* são utilizadas para remoção de tecidos necrosados de feridas humanas (CRISTÓVÃO, 2020). Outras aplicações dos insetos podem ser visualizadas na Figura 6.

A partir da atividade comercial de insetos comestíveis de regiões semiurbanas e urbanas,

várias famílias e comunidades conseguem aumentar sua renda e elevar seu poder de compra. Povos da Zâmbia preparam e comercializam e lagartas de lepidópteros para garantir pequenos lucros. Já no Brasil, no sertão pernambucano, os donos de bares garantem seu lucro ao oferecer as formigas tanajuras como aperitivo principal a seus clientes. Além disso, diversos restaurantes de classe alta de países desenvolvidos costumam oferecer insetos em seus cardápios a preços elevados (NETO, 2003).

De acordo com Tunes (2020), o lucro de empresas que investem nos insetos alimentícios como ingrediente principal na alimentação animal e humana está crescendo. A Meticulous Research, empresa que realiza consultorias e pesquisas de mercado, avaliou que o valor do mercado de insetos em 2018 alcançou US\$ 406,3 milhões, com previsões de um valor até três vezes maior em 2023. A empresa holandesa Protix recebeu altos investimentos em 2017, no valor de US\$ 50 milhões para incentivo na produção de insetos para consumo humano e animal, tornando-se a empresa mais bem sucedida do ramo.

Empresas brasileiras também tentam alcançar espaço no mercado com grandes investimentos tecnológicos na criação de insetos com finalidade alimentícia, recebendo apoio pelo RISB e EsalqTec, além do acelerador GrowBio. São as empresas Hakkuna e Ecological Food, que tem como principal atividade a criação em massa do grilo da espécie *Gryllus assimilis* com a utilização de sistemas automáticos para controlar as condições ambientais ideais para esses animais, como temperatura e umidade. Além disso, o container, localizado na cidade de Piracicaba, São Paulo, possui sensores que fazem o controle de um alimentador automático, garantindo refeições adequadas a criação (TUNES, 2020).

2.2.5 Sustentabilidade e Meio Ambiente

Os insetos podem ser considerados uma fonte natural renovável e sua produção ocasiona baixíssimo impacto ambiental, principalmente quando comparada os danos causados pela pecuária e avicultura convencional (BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020). A criação de insetos demanda baixo consumo de água, o que se caracteriza num ponto extremamente relevante para o setor, visto que a falta de água já é uma realidade em diversas regiões do planeta e tende a aumentar cada vez mais em novos territórios (RAMOS-ELORDUY, 2008) além da baixa produção de gases do efeito estufa (ARAUJO FILHO, 2018).

As criações de insetos representam uma alternativa alimentar ecologicamente correta, visto que são capazes de realizar o reaproveitamento de resíduos biológicos, necessitam de

apenas poucas quantidades de água e comida e possuem uma elevada taxa de reprodução e crescimento, com vários ciclos de vida ao longo do ano e demandam pouco espaço. Esse fato se mostrou extremamente benéfico e motivador na Itália, visto que alguns consumidores sentiram maior curiosidade de experimentar ou mesmo aderir a entomofagia, devido a conscientização de que a prática pode trazer efeitos positivos ao meio ambiente (TOTI, *et al.*, 2020).

Em valores brutos e comparativos entre a criação de insetos e a criação de gado, durante “a produção de 1 kg de proteína, uma criação de insetos necessita de apenas de 18 m² de área, 23000 L de água e é liberado 1 g de gás do efeito estufa para que o animal ganhe 1 kg de massa; já na criação de gado, necessita-se de 198 m² de área, 112000 L de água, e 2850 g de gás do efeito estufa são liberados na atmosfera” (GABRY, 2021, p. 115). Os gráficos da Figura 7 apontam mais detalhes em relação a exploração dos recursos naturais, como água e solo, bem como a taxa de gases liberados relacionados ao aquecimento global

Por esse motivo, a entomofagia representa uma forte aliada para a conservação do meio ambiente, ajudando a minimizar desmatamentos florestais, visto que o maior impacto em decorrência da necessidade de abrir espaços para atividades de monoculturas e pecuária convencionais para a produção de alimentos (BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020).

2.2.5.1 Crise dos insetos - desaparecimento

É cada vez mais perceptível a diminuição do número de insetos encontrados em vida livre, sejam nos centros urbanos ou em ambientes naturais. Isso se deve a constantes adversidades ambientais que os insetos precisam enfrentar em seus habitats como exploração comercial irregular, incêndios e desmatamentos florestais, fatores climáticos desfavoráveis, além de inimigos e pragas naturais desequilibrados (GAHUKAR, 2011).

No sistema agrícola convencional atual, o ambiente natural, em especial o solo e a vegetação nativa, são totalmente alterados, passando a existir grandes hectares de uma única espécie de planta que não possui valor nutricional para todos os organismos ali presentes, convertendo-se em um solo totalmente desnudo, remexido e remodelado devido a corretivos e fertilizantes químicos inorgânicos e totalmente solúveis, que vão se misturar com a água e atingir camadas mais profundas que a superfície. Esse solo, também sem a sua proteção vegetal natural, será atingido de forma direta pelos raios solares, aumentando a temperatura e perdendo umidade e capacidade de reter água. Sendo ela o principal elemento para a sobrevivência de

qualquer ser vivo, uma cascata de perdas passa acontecer. Os microrganismos presentes no solo, essenciais para decomposição de matéria orgânica não alcançam condições de vida e suas populações decrescem. Outros seres também benéficos à saúde do ambiente também são golpeados pela escassez da água, como insetos (ROEL, 2002).

2.3 ENTOMOFAGIA HUMANA

Um dos insetos mais consumidos no mundo é a cochonilha, embora a grande maioria das pessoas nem saibam que ele faz parte da sua alimentação rotineira. Este pequeno parasita de plantas, é muito utilizado na fabricação de corantes alimentícios de coloração vermelha, chamados de carmim, e são usados na indústria alimentícia de todo o planeta para dar mais cor a certos alimentos artificiais (TUNES, 2020; SANTOS; DA SILVA; NETA, 2022).

Os continentes Americanos são considerados o centro global de entomofagia humana, visto que neles são exploradas aproximadamente 679 espécies de insetos para a alimentação em 23 países. Em seguida vem a África, com cerca de 524 espécies em 36 países, a Ásia, com 349 espécies em 29 países, as regiões do Pacífico, com 152 espécies em 14 países e a Europa, com 41 espécies em 11 países (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

Em países da África central, os insetos constituem mais da metade da proteína animal ingeridas pela população. O número pode chegar a 64% quando englobado a população da República Democrática do Congo (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013). A comunidade africana da região de Omido acredita que comer grilos da espécie *Brachytrupes membranaceus* deixam seus povos mais espertos, visto que o fluído branco, conhecido como “moyiomoyio” aparentemente deixa o consumidor mais apito para realizar cálculos e solucionar problemas aritméticos com maior precisão (NETO, 2003).

Existem 34 espécies de vespas conhecidas e que são utilizadas para alimentação em várias regiões ao redor do mundo (BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020). No México, percevejos da família Pentatomidae, embora produzam substâncias de odor desagradável e repugnantes, costumam ser vendidos vivos, torrados, moídos com pimentas ou em forma de pó para serem utilizados como condimentos naturais no preparo de alimentos e receitas (NETO, 2003).

Entre os anos de 2013 e 2015, houve um aumento de 70% de empresas ao redor do globo com o setor voltado na venda de insetos para produção de alimentos humanos, tornando-

se notável o crescente investimento e crescimento nesse ramo comercial. Entretanto, é válido ressaltar que a grande maioria destas empresas, de acordo com o autor, eram localizadas em regiões onde o hábito de se alimentar de insetos não é comum e popular, como Estados Unidos e Europa. Com essa informação, o autor levanta uma questão importante: trata-se de preocupações visionárias para com o futuro alimentar, ou apenas ambições monetárias frente a um comércio com grande potencial a ser explorado? (ARAUJO FILHO, 2018).

No Brasil, existem apenas aproximadamente 135 espécies conhecidas de insetos explorados para consumo. Os mais degustados são os himenópteros, com 63% de representantes, seguido por coleópteros com 16% e ortópteros com 7% (TUNES, 2020). Entretanto, existe um consumo inconsciente de diversos tipos diferentes de insetos que são fragmentados durante a fabricação de vários outros produtos alimentícios industrializados no Brasil, como baratas, formigas, grilos, entre outros, e que possuem limites de tolerância descritos pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 14, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRUN, *et al.*, 2022).

É comum que diversas etnias indígenas brasileiras tenham uma fonte de alimentação baseada em insetos, como as tribos do Parque Nacional do Xingu. Espécies de formigas do gênero *Atta* sp. (formigas-cortadeiras, conhecidas como saúvas e tanajuras), além de insetos pertencentes a outras ordens, como cigarras, cupins e gafanhotos incrementam a alimentação desses povos (TUNES, 2020). Os insetos proporcionavam até 26% de proteína animal e até 23% da gordura animal, alimentando índios Tukano do Noroeste da Amazônia (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

Dentro da entomofagia comum na cultura brasileira, as formigas são as mais consumidas, seja por povos indígenas e não indígenas. Conhecidas popularmente como “içás” ou “tanajuras”, as formigas aladas do gênero *Atta* sp. costumam ser consumidas de forma sazonal (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013), quando saem dos ninhos em revoadas e por terem tamanho avantajado. Pesquisas apontam que esse grupo possui enorme proporção de proteínas por quantidade de massa. O exemplo destacado é a espécie *Atta cephalotes*, que pode alcançar até 42,59% de proteína, ao ponto que carnes de frango e bovina alcançam somente 23% e 20%, respectivamente. Há também espécies desse gênero que são ricas em minerais, como cobre, ferro, manganês, magnésio, fósforo, selênio e zinco e possuem níveis consideráveis de lipídios em seus tecidos (FAPESP, 2020). A formiga da espécie *Oecophylla smaragdina* Fab., conhecida como formiga-tecelã e outra espécie muito consumida devido ao seu alto teor de proteínas e aminoácidos. Seu consumo tem sido relacionado ao bom

crescimento e desenvolvimento infantil (NETO, 2003).

Entretanto, o consumo de insetos não se resume apenas aos povos indígenas (BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020). Em regiões rurais do estado de Pernambuco, é comum que essas mesmas formigas tanajuras sejam degustadas como aperitivos em botecos, principalmente nos meses de abril e maio, quando ocorre a revoada e eles ficam mais disponíveis em natureza (Figura 8). Em regiões de Minas Gerais e do Vale do Paraíba, essas formigas são moídas em farinha para serem apreciadas (TUNES, 2020) e em vários estados como Amazonas, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Ceará, existe um festival em que celebra essa tradição (BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020).

No Brasil, não apenas as formigas são estimadas na alimentação. Diversas espécies de insetos são aproveitadas na alimentação humana. Existem registros de ao menos 6 espécies de vespas sociais que servem como fonte de nutrição por comunidades indígenas em sua fase larval, em especial na região amazônica e outras 34 com potencial de uso na alimentação em todo o país. A diversidade em espécies de vespas sociais comestíveis que a região amazônica possui torna a região com uma alta capacidade de promover a entomofagia para toda a população fora de domínios indígenas (BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020).

Embora incomum, um inseto que tem surpreendido ao ser explorado para alimentação humana são as baratas. Estudos utilizando a espécie *Nauphoeta cinerea* demonstrou que elas podem oferecer cerca de 40,56% de proteínas, 31,6% de umidade, 5,41% de lipídios, 3,91% de cinzas e 18,48% de carboidratos totais. A grande quantidade de proteínas que essa espécie pode disponibilizar são superiores a encontradas nas principais fontes de proteínas animais convencionais, seguida por carboidratos e depois lipídios, expondo seu excelente potencial para ser usada na alimentação humana (MIRANDA, 2022).

A fase larval dos insetos também é muito apreciada. Em Minas Gerais e locais das regiões Norte e Nordeste, também é muito comum o consumo de larvas de besouro da espécie *Pachymerus nucleorum*. Essas larvas são encontradas dentro dos cocos, babaçu e carnaúba e geralmente são fritos e misturados com tapioca ou arroz (TUNES, 2020). Várias outras espécies são consumidas no território brasileiro como besouros das espécies *Pachymerus cardo*, *Caryobruchus* sp., *Rhynchophorus palmarum*, *Rhina barbirostris* e *Pachymerus nucleorum*; borboletas das espécies *Brassolis sophorae* e *Myelobia smerintha*; abelhas das espécies *Frieseomelitta silvestrii*, *Geotrigona mombuca*, *Melipona asilvai* (BUENO; CARVALHO; SOUZA, 2020).

Na região Norte do país, na ilha fluvial do Marajó, existe um costume indígena de se alimentar do “bicho-do-tucumã”, a larva de besouro da espécie *Speciomerus ruficornis*, encontrado dentro das sementes da palmeira *Astrocaryum aculeatum*. As larvas podem ser ingeridas cruas ou fritas. Delas, também pode ser extraído um óleo (banha), podendo ser consumido diretamente assim, como temperos em pães, ou mesmo utilizado para preparos de outros alimentos como ovos ou carnes (TUNES, 2020). Na região Nordeste, no Ceará, é comum saborear o abdômen de formigas saúvas fritas ou cru, visto que o sabor se assemelha ao de amendoim torrado; enquanto que larvas do licurizeiro são consumidas por inteira, fritas ou com farinha de mandioca (BRUN, *et al.*, 2022).

O consumo de insetos por algumas populações não está atrelado exclusivamente a alimentação, mas também para outras finalidades. Em entrevista com moradores da cidade de Groaíras, no Ceará, foi revelado que tanto os cupins, como o cupinzeiro, são utilizados para tratar crises de asma; a formiga saúva tem seu abdômen consumido para tratamento de dores de garganta (BRUN, *et al.*, 2022).

A quantidade de insetos que cada indivíduo deve comer diariamente é muito particular a cada organismos e sendo relativo ao seu quadro nutricional e com a espécie escolhida para a alimentação. Destacando os gafanhotos como exemplo, dentro de uma dieta balanceada, pode-se consumir aproximadamente 25g por pessoa ao dia. Os gafanhotos africanos, quando preparados em água salgada, puderem promover 46% de proteínas e 10% de gorduras (NETO, 2003).

2.3.1 Culinária

No intuito de popularizar a entomofagia na Universidade Federal do Ceará, pesquisadores do campus realizaram análises sensoriais com alunos e servidores da universidade servindo pratos preparados com diferentes tipos de insetos, como barata cinérea (*Nauphoeta cinerea*), grilo doméstico (*Acheta domestica*), larva de tenébrio (*Tenebrio molitor*) e tanajura (*Atta* sp.), em sua forma natural (frescos ou secos) ou triturados como farinha (Figura 9). Os participantes receberam um questionário para avaliar sua percepção frente ao prato saboreado e o nível de aceitação para que fossem coletadas informações sobre a experiência (ARAÚJO FILHO, 2018).

Na intensão de popularizar mais a entomofagia dentro do Brasil, alguns livros e guias de receitas foram lançados. Dentre eles, os livros “*Antropoentomofagia e entomofagia: Insetos*,

a *salvação nutricional da humanidade*” e “*Insetos na alimentação humana: Guia prático de receitas*”, escritos pelo entusiasta e pesquisador agrônomo Ramon Santos de Minas, do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), em parceria com a tecnóloga de alimentos Angela Kwiatkowski. Os livros foram lançados durante o evento Insetec 2019, na 10ª Conferência Brasileira de Insetos Alimentares e Tecnologias Associadas, que é organizado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no qual reuniu aproximadamente trezentos participantes (TUNES, 2020).

No Brasil, ainda existem poucas empresas que dominam o comércio de insetos para produção de ração animal, sendo estas “a Safari Insetos, em São Paulo, a Nutrisecta, em Minas Gerais, e a Insetos Brasil, em Pernambuco” (ARAUJO FILHO, 2018). Embora em ritmo lento, o mercado de insetos para a fabricação de alimentos vem crescendo nos últimos anos. Na cidade de Piracicaba, que fica no interior do estado de São Paulo, já existe um pequeno polo comercial na criação de insetos para fins alimentares. Com *startups* e projetos patrocinados pelo programa PIPE (Pesquisa para Inovação em Pequenas Empresas (RISB) da FAPESP, pesquisadores e empreendedores tem apostado cada vez mais no mercado de insetos para produção de farinhas que darão origem a alimentos para humanos e animais (TUNES, 2020). A empresa Hakkuna é um exemplo e lançou no mercado nacional farinhas, barrinhas e snacks proteicos à base de grilos (TUNES, 2020; ARAUJO FILHO, 2018).

2.3.1.1 *Insetos na alimentação “Gourmet”*

Muito se engana quem pensa que comer insetos está estritamente ligado a questões de necessidade, pobreza ou apenas por questões sustentáveis. Os insetos em certas regiões são iguarias e fazem parte de pratos sofisticados e apurados, sendo preparados por mestres e chefs de cozinhas da alta gastronomia, como ilustrado na Figura 10, onde grilos são utilizados como principal componente do preparo (SENA, 2021).

Em entrevista para o jornal Folha de Pernambuco, a *chef* Sofia Mota conta que costuma utilizar a formiga tanajura em diversos pratos, sempre utilizando ingredientes com releituras indígenas (como mandiocas e bananas) e brasileiras (como o cuscuz). O *chef* de cozinha Felipe Schaedler, conhecido por preparos do famoso restaurante Banzeiro, na região de Manaus e São Paulo, e fascinado pela região amazônica, gosta de inserir as formigas saúvas a seus pratos, que sempre atraem a curiosidade dos consumidores que resolvem se apreciar a experiência. Em entrevista ao jornal, ele relata que gosta de adicionar as formigas a seus pratos devido ao sabor

semelhante e intenso ao da erva capim-limão, misturando a pratos com sabores mais leves, para que os clientes percebam propositalmente que o sabor mais forte venha do inseto (SENA, 2021).

2.4 ENTRAVES DA ENTOMOFAGIA

2.4.1 Preconceito

Entretanto, apesar de inúmeros benefícios, a entomofagia não é um hábito comum na grande maioria das populações por diversos motivos. Após o abandono do estilo de vida caçador-coletor dos primeiros humanos e a posteriores modernizações da agricultura e nos modos alimentares, a prática de comer insetos se tornou obsoleta e com um teor negativo perante os costumes urbanos atuais e passaram a ter reputação denegrida, sendo associados apenas a “pragas, doenças, patógenos, dejetos, apodrecimentos, dor, medo, nojo e desdém” (ARAUJO FILHO, 2018, p. 4). Historiadores descobriram que no século XVIII, os insetos eram dados às noviças do Convento de Puebla, no México, como uma forma de castigo (NETO, 2003).

De acordo com Toti, *et al.* (2020), existem três fatores que influenciam as escolhas alimentares de uma nação: i) fatores biológicos; ii) fatores psicológicos e iii) fatores socioculturais. A cultura é o mais determinante, visto que ela é decisiva na escolha dos alimentos consideráveis “ideais” ou não. A aversão ou medo a alimentos novos e/ou desconhecidos tem um nome: neofobia.

Em culturas ocidentais, o número de pessoas com algum tipo de aversão a alimentação a base de insetos ainda é grande, visto que essa dieta não é considerada comum. No caso da entomofagia, o medo de insetos ou a falsa percepção de que o sabor possa ser desagradável é o principal bloqueio para a aceitação da dieta em países ocidentais, como a Itália Central (TOTI, *et al.*, 2020).

As populações com maior número de pessoas com alguma ojeriza a dieta entomofágica costumam estar em países desenvolvidos. Mesmo quando há regiões onde essa objeção não existe, o tema ainda é irrelevante para se tornar uma notícia. Nesses países, os insetos são considerados comestíveis apenas por se tratar de uma novidade e não por realmente serem importantes na nutrição e acabam sendo servidos como iguarias em embutidos, chocolates ou sorvetes. Entretanto, há países desenvolvidos onde a entomofagia é comum e faz parte da dieta diária e tradicional da população, como é o caso do Japão (RAUBENHEIMER; ROTHMAN,

2013).

Apesar de extremamente benéfica, a grande maioria das populações considera o hábito de comer insetos um hábito de “gente primitiva”. Por questões estéticas e/ou psicológicas, a maioria dos insetos são classificados apenas com características negativas: sujos, nocivos, transmissores de patógenos e tidos como pragas. Alguns poucos conseguem escapar desses julgamentos, como é o caso da abelha melífera *Apis mellifera*. Grande parte da antipatia e aversão por insetos está relacionado a comerciais televisionados, que incentivam o uso de inseticidas em insetos, do qual na maioria das vezes são usados de forma irregular e indiscrimina pelo consumir, correlacionando os insetos ao ato de matá-los e mantê-los longe (NETO, 2003)

2.4.2 Cuidados e toxicidade

Entretanto, é desaconselhável a ideia de que todo e qualquer inseto possa ser utilizado para alimentação, visto que algumas espécies podem acarretar efeitos negativos e nocivos ao organismo por serem tóxicos (GAHUKAR, 2011). Esses insetos podem ser separados em duas categorias: os “criptotóxicos” e “fanerotóxicos” (NETO, 2003).

Os criptotóxicos são os insetos que produzem secreções não-exócrinas tóxicas, ou seja, que se tornam tóxicos quando são ingeridos. Essas espécies precisam de cuidados e identificações mais cautelosas para serem consumidos, visto que algumas espécies só produzem substâncias nocivas quando são esmagados ou, no caso, quando mastigados e o seu sangue carregado de toxinas entra em contato com os tecidos do predador, como é o caso de besouros estafilínídeos do gênero *Paederus*, capaz de produzir a toxina não-proteica pederina, que inibe a síntese proteica e da mitose. Populações de baixa renda da Nigéria comumente consomem lagartas da espécie *Anaphe venata* Butler (Lepidoptera, Notodontidae) como uma forma de complementação proteica sazonal. Entretanto, pesquisas apontam que essa lagarta está diretamente relacionada com casos doentios de uma síndrome atóxica sazonal, ocasionados devido a substâncias químicas presentes no organismo desse inseto (NETO, 2003).

Os fanerotóxicos são os insetos conhecidos por serem peçonhentos, ou seja, que possuem estruturas especializadas para a produção, armazenamento e inoculação de peçonhas em outros indivíduos. As ordens destacadas desta categoria são Lepidoptera (larvas de mariposas da família Saturniidae), Hymenoptera e Hemiptera, que podem injetar suas peçonhas através de cerdas urticantes, ferrões retrateis, por peças bucais penetrantes. As toxinas

produzidas por insetos desta categoria só se tornam ativas quando não inoculadas, tornam-se inativas quando ingeridas e vão para os tecidos gastrointestinal. Ainda assim, cuidados são necessários quando o assunto é alimentação, em especial de lagartas urticantes, visto que as mucosas orais e trato digestório são sensíveis aos efeitos de suas toxinas, além do risco de os espinhos perfurarem o revestimento do esôfago e cavidade oral, potencializando os efeitos da peçonha (NETO, 2003).

Alguns grupos, embora amplamente consumidos pelo mundo, precisam antes passar por um tratamento específico para retirada de toxinas e venenos, para evitar intoxicações. Há situações em que resíduos de produtos químicos agrícolas (pesticidas e defensivos agrícolas em geral) utilizados para controles de pragas em plantações ou vegetações florestais podem se aderir ao organismo do inseto e torna-lo inadequado para a alimentação (GAHUKAR, 2011). Existe ainda o risco de identificação incorreta de espécies comestíveis e tóxicas como é o caso do besouro-da-bolha (*Mylabris phalerata*), que apresenta a toxina cantaridina e já causou mortes na Tailândia (GAHUKAR, 2011).

A díptera *Piophilidae casei*, da família Piophilidae é uma mosca que tem suas larvas comumente utilizadas na curagem de queijos, que são servidos como iguaria em alguns países. Entretanto, a alimentação desses animais é variada, indo de queijos a cadáveres humanos em decomposição e por esse motivo, é um agente transmissor de patógenos para o homem e está associada a diversos casos de miíases intestinais em humanos (RAUBENHEIMER; ROTHMAN, 2013).

Em suas pesquisas, Neto (2003) destaca algumas espécies de insetos perigosas para o consumo humano, tais como:

“(...) insetos cianogênicos (*e.g.*, algumas borboletas das famílias Nymphalidae e Heliconidae e alguns besouros das famílias Chrysomelidae e Cicindellidae), vesicantes (*e.g.*, mariposas do gênero *Lonomia* e o meloídeo *Lytta vesicatoria* L.), produtores de esteróides anabólicos (*e.g.*, *Ilybius fenestratus* F., Dysticidae), de glicosídeos cardíacos (Chrysomelidae), de pirenos esteroidais (Lampyridae) e de corticosteróides (*e.g.*, *Dytiscus marginalis* F, Dysticidae), de alcalóides necrotóxicos (*e.g.*, formigas do subgênero *Solenopsis*) e de tolueno (*e.g.*, cerambicídeos dos gêneros *Syllitus* e *Stenocentrus*).”

O autor destaca que há poucas informações sobre os reais efeitos tóxicos para a saúde humana e que, em geral, os dados toxicológicos na maioria das vezes estão vinculados a compostos de importância médica, como os efeitos da ingestão de determinadas substâncias específicas, como esteroides anabólicos e que geralmente podem ser encontrados em algumas

espécies de insetos (NETO, 2003).

2.4.3 Desinformação

O preconceito associado a rejeição em se alimentar de pequenos artrópodes está estritamente relacionado com a falta de conhecimento, não apenas sobre o quão relevantes eles podem ser na alimentação humana, mas também sobre o que de fato são esses animais. O fato de que uma sociedade de alimento e até mesmo vanglorie invertebrados como camarões, lagostas, caranguejos e denigrem a alimentação baseada em insetos, que também são invertebrados aparentados, torna claro a falta de esclarecimento sobre o que é de fato um alimento e como isso é decidido (NETO, 2003). Já dizia o grande cientista Wallace, em 1854: *"We ourselves consume quantities of crustacea, but would be loth to eat the locusts of the East or the fat butterflies of Australia"* ("Nós mesmos consumimos quantidades de crustáceos, mas seríamos relutantes em comer os gafanhotos do Oriente ou as borboletas gordas da Austrália" em tradução) (NETO, 2003 *apud* Wallace, 1854).

3 CONCLUSÃO

A entomofagia representa uma boa alternativa alimentar e muito mais relevante que uma mera substituição da carne convencional, visto que pode fornecer vantagens nutricionais, de saúde, sociais e sustentáveis. A conservação dos insetos garante a sobrevivência humana, tanto de forma indireta, no que se diz respeito a ecologia e conservação, quanto direta, dado a fatores econômicos, sustentáveis e, principalmente nutricionais. A disseminação do hábito deve ser realizada, visto que nem todas as populações aceitam a ideia de adicioná-los ao cardápio por questões culturais ou apenas por desinformação e preconceitos.

4 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO FILHO, Augusto Lima. Entomofagia: estudos de aceitação de insetos comestíveis e composição centesimal de formiga comestível da Serra da Ibiapaba. 2018. 21 f. Monografia (Graduação em Gastronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- BANJO, A. D.; LAWAL, O. A.; SONGONUGA, E. A. The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. **African journal of Biotechnology**, v. 5, n. 3, p. 298-301, 2006.
- BORROR, Donald Joyce; DELONG, Dwight Moore. **Introdução ao estudo dos insetos**. Rio de Janeiro: USAID, 1969.
- BRUN, Handerson Molin et al. Alimentos à base de insetos e o comportamento do consumidor: o que a literatura científica tem desvendado?. **Economia & Região**, Londrina (Pr), v.10, n.1, p.85-103, 2022.
- BUENO, Ederson Tadeu; CARVALHO, Brás Almendra Praça; SOUZA, Marcos Magalhães. Marimbondos (Hymenoptera, Vespidae) como fonte de alimentação humana no Brasil: Uma revisão de literatura. **Ethnoscintia-Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology**, v. 5, n. 1, 2020.
- CRISTÓVÃO, Mário André Monteiro. **Inquérito ao consumo de achigã (Micropterus salmoides) e valorização de insetos na alimentação animal**. 2020. Tese de Doutorado.
- DEFOLIART, Gene R. Insects as human food: Gene DeFoliart discusses some nutritional and economic aspects. **Crop protection**, v. 11, n. 5, p. 395-399, 1992.
- DOS SANTOS, Fabio Ribeiro; JUSTINO, Heloisa De Fátima Mendes; JÚNIOR, Bruno Ricardo De Castro Leite. Insetos comestíveis: potencial lipídico. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 13-13, 2021.
- EFSA SCIENTIFIC COMMITTEE. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. **EFSA journal**, v. 13, n. 10, p. 4257, 2015.
- FAO. The State of Food Insecurity in the World (2009) Economic and Social Development Department, Food & Agriculture Organization, Rome, 2010a.
- FAO. In: Forest Insects as Food: Humans Bite Back. Proceedings of a Workshop on Asia – Pacific Resources and Their Potential for Development, 19 – 21 February 2008, FAO, Chiang-Mai, Thailand (edited by D. B. Durst, D. V. Johnson, R. N. Leslie and K. Shono). FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, 2010b.
- FAPESP. **FAPESP Na Mídia**. 2020. Disponível em: <https://namidia.fapesp.br/entomofagia-e-seguranca-alimentar/224758>. Acesso em: 31 mar. 2022.
- FREITAS, André Victor Lucci et al. Insetos como indicadores de conservação da paisagem. **Biologia da Conservação**. Rio de Janeiro, Editora da UERJ, p. 201-225, 2006.

SENA, Maysa. **Tem formiga no prato: o sucesso das tanajuras e outros insetos na culinária. Folha de Pernambuco**, Pernambuco, 17 de abril de 2021. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/sabores/tem-formiga-no-prato-o-sucesso-das-tanajuras-e-outros-insetos-na/180346/>. Acesso em: 31 mar. 2022.

GABRY, Andrew F. et al. Insetos comestíveis-uma alternativa sustentável à segurança alimentar: um levantamento bibliográfico sobre os prós e contras da entomofagia. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, n. 12, p. 111-122, 2021.

GAHUKAR, R. T. Entomophagy and human food security. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 31, n. 03, p. 129–144, 2011.

MIRANDA, Larissa Evaniele. Avaliação da composição centesimal de inseto com potencial para aplicação na alimentação. 2022. 23 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

NETO, Eraldo Medeiros Costa. Insetos como fontes de alimentos para o homem: valoração de recursos considerados repugnantes. **Interciencia**, v. 28, n. 3, p. 136-140, 2003.

PAOLETTI, M. G. (ed.). Ecological Implications of Minilivestock: Potential of Insects, Rodents, Frogs and Snails for Sustainable Development. **Science Publishers Inc.**, Enfield, NH, 2005.

PAOLETTI, M.G.; DUFOUR, D. L. **Minilivestock**, Vol. 1. p. 487 – 492. In: Encyclopedia of Pest Management (edited by Pimental, D.). Marcel Dekker, New York, NY, 2002.

RAUBENHEIMER, David; ROTHMAN, Jessica M. Nutritional ecology of entomophagy in humans and other primates. **Annual review of entomology**, v. 58, p. 141-160, 2013.

RAMOS-ELORDUY, Julieta et al. Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, Mexico. **Journal of food composition and analysis**, v. 10, n. 2, p. 142-157, 1997.

RAMOS-ELORDUY, Julieta et al. Estudio comparativo del valor nutritivo de varios coleoptera comestibles de México y *Pachymerus nucleorum* (Fabricius, 1792) (Bruchidae) de Brasil. **Interciencia**, v. 31, n. 7, p. 512-516, 2006.

RAMOS-ELORDUY, Julieta. Energy supplied by edible insects from Mexico and their nutritional and ecological importance. **Ecology of food and nutrition**, v. 47, n. 3, p. 280-297, 2008.

RAUBENHEIMER, David; ROTHMAN, Jessica M. Nutritional ecology of entomophagy in humans and other primates. **Annual review of entomology**, v. 58, p. 141-160, 2013.

ROBERT, K. The application of industrial technology for production of insects as food. **The Food Insect Newsletter**, v. 3, n. 3, 1989.

ROEL, Antonia Railda. A agricultura orgânica ou ecológica e a sustentabilidade da agricultura. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. v. 3, n. 4, 2002. p. 57 – 62.

ROMEIRO, Edenilze Teles; OLIVEIRA, ID de; CARVALHO, Ester Fernandes. Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão. **Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**, v. 4, n. 1, p. 41-61, 2015.

SANTOS, Natalie Silva; DA SILVA, Flávia Luiza Araújo Tavares; NETA, Maria Terezinha Santos Leite. CORANTES NATURAIS: IMPORTÂNCIA E FONTES DE OBTENÇÃO. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 3, n. 3, p. e331165-e331165, 2022.

SRIVASTAVA, S. K.; BABU, N.; PANDEY, N. Traditional insect bioprospecting as human food and medicine. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, v. 8, n. 4, 485–494, 2009.

TOTI, Elisabetta et al. Entomophagy: A narrative review on nutritional value, safety, cultural acceptance and a focus on the role of food neophobia in Italy. **European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education**, v. 10, n. 2, p. 628-643, 2020.

Triplehorn, Charles, A. e Norman F. Johnson. **Estudo dos Insetos: Tradução da 7ª edição de Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects - 2ª edição brasileira**. Disponível em: Minha Biblioteca, (2nd edição). Cengage Learning Brasil, 2016.

TUNES, Suzel. **Edible insects**. 2020. Disponível em:
<https://revistapesquisa.fapesp.br/en/edible-insects/>. Acesso em: 1 fev. 2022.

VENTURINI, Katiani Silva; SARCINELLI, Miryelle Freire; SILVA, LC da. Características do mel. **Vitória: UFES**, p. 1-8, 2007.

YEN, AL. Edible insects and other invertebrates in Australia: Future prospects. In: Durst PB, Johnson DV, Leslie RN, Shono K, editors. **In Forest insects as food: Humans bite back**. FAO; Bangkok, Thailand: p. 65–84, 2010.

ZIMMERMANN, Cirlene Luiza. Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 12, p. 79 – 100, 2009.

5 ANEXOS



Figura 1. Insetos mais comumente consumidos no planeta: grilos (acima); gafanhotos (inferior esquerdo) e larvas de tenébrio (inferior direito), de acordo com Tunes (2020).

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL VALOR NUTRITIVO* DE VARIOS
COLEOPTERA COMESTIBLES DE MÉXICO Y *P. nucleorum* DE BRASIL**

Coleópteros	Proteínas	Grasas	Sales Minerales	Fibra Cruda	Hidratos de Carbono	Kj/100g
Dytiscidae						
<i>Rhantus</i> sp.	71,10	6,37	4,60	12,26	5,64	1522,73
Histeridae						
<i>Homolepta</i> sp.	53,70	18,42	1,72	11,51	9,64	1752,0
Passalidae						
<i>Passalus punctiger</i> S.	26,95	44,08	2,82	14,09	12,06	2310,53
<i>Passalus</i> af. <i>punctiger</i> S.	26,42	44,33	2,50	14,86	11,86	2307,73
<i>Oileus rimator</i> T.	20,91	46,49	2,12	12,49	17,93	2398,35
<i>Paxillus leachei</i> M.L.	21,30	47,20	2,07	13,26	18,05	2433,59
Scarabaeidae						
<i>Melolontha</i> sp.	47,41	18,81	13,69	4,17	15,89	1766,00
<i>Strataegus aloeus</i> L.	47,08	17,09	13,22	4,39	18,22	1732,86
<i>Phyllophaga</i> sp.	42,60	24,00	5,60	12,40	15,40	1872,64
<i>Macrodactylus lineaticollis</i> Bates	63,75	11,75	3,55	20,90	0,04	1508,60
Buprestidae						
<i>Chalcophora</i> sp.	30,53	53,73	2,36	4,51	8,85	2679,75
Tenebrionidae						
<i>Tenebrio molitor</i> L. (pupas)	53,13	36,65	3,19	5,10	1,90	2298,87
<i>Tenebrio molitor</i> L. (larvas)	47,76	38,29	2,77	6,91	4,24	2309,90
Cerambycidae						
<i>Aplagiognathus spinosus</i> N.	26,12	37,10	3,17	15,68	17,93	2132,20
<i>Aplagiognathus</i> sp.	27,05	36,90	3,86	16,15	16,04	2108,60
<i>Callipogon barbatum</i> Fabr.	41,0	34,00	2,00	23,00	1,00	1981,32
<i>Arophalus rusticus</i> L.	20,60	56,10	1,70	5,10	17,00	2729,12
<i>Arophalus</i> sp.	20,98	56,86	1,49	5,94	14,73	2736,14
<i>Trichoderes pini</i> Chevr.	41,19	36,35	3,91	9,17	9,30	2211,67
Curculionidae						
<i>Scyphophorus acupunctatus</i> Gyll.	35,85	50,98	1,59	5,91	5,67	2612,08
<i>Metamasius spinolae</i> V.	37,44	25,52	5,46	8,88	22,77	1966,77
Bruchidae						
<i>Pachymerus nucleorum</i> Fabr.	33,05	49,32	3,22	2,91	11,50	2600,24

* En g/100g base seca y Kj/100g.

Figura 2: Análise comparativa do valor nutricional* de vários coleópteros comestíveis do México e *Pachymerus nucleorum* do Brasil (* em g/100g base seca e Kj/100g.) (RAMOS-ELORDUY, et al., 2006).

PORCENTAGEM DO CONTEÚDO PROTÉICO DE INSETOS*

Espécie	Nome comum	Estágio ou produto consumido	Porcentagem de proteína
<i>Myrmecosistus melliger</i> W.	Formiga-de-mel	Adulto	9,45%
<i>Melipona beeckei</i> Bennet	Abelha sem-ferrão	Mel	28,95%
<i>Atta cephalotes</i> L.	Tanajura	Adulto	42,59%
<i>Brachygastra mellifica</i> Say	Vespa	Larvas	52,81%
<i>Sphenarium histrio</i> Gerst.	Gafanhoto	Adulto	52,13%
<i>Liometopum apiculatum</i> Mayr.	Formiga	Larvas	37,33%
<i>Edessa conspersa</i> Stal.	Percevejo	Adultos	36,82%
<i>Corisella mercenaria</i> Say	Percevejo	Ovos	68,70%
<i>Hoplophorion monogramma</i> Germer	Cigarrinha	Adulto	59,57%
<i>Musca domestica</i> L.	Mosca	Pupas	61,54%
		Larvas	54,17%
<i>Xyleutes redtenbachii</i> Hamm.	Lagarta-do-agave	Larva	37,10%
<i>Eucheria socialis</i> W.	Lagarta	Larva	50,88%
<i>Olleus reinator</i> T.	Besouro	Larva	20,91%
<i>Phyllophaga</i> sp.	Besouro	Larva	29,68%

*100g de amostra em base de peso seco

Figura 3: Percentagem do conteúdo proteico de insetos (100g de amostra em base de peso seco) (NETO, 2003 apud CONCONI e RODRÍGUEZ, 1977).



Figura 4: Salgadinhos do tipo *snacks* produzidos por empresa americana feitos de insetos processados (TUNES, 2020).



Figura 5: Hambúrguer da empresa alemã feito a partir de insetos processados (TUNES, 2020).

Indústria	Produto
Cosmética	Batom, blush, sabão, verniz para unhas
Farmacêutica	Antibióticos, pasta dos dentes, xaropes, soluções nasais, revestimento de capsulas, soluções orais e pomadas.
Alimentar	Hamburger, sopas, salsichas, gelados, doces, compotas, pastilhas elásticas, lacticínios e em pastelaria e doçaria
Bebidas não Alcoólicas	Refrigerantes
Bebidas Alcoólicas	Vinho e licores
Têxtil	Tecidos, tapetes e vestuário

Figura 6. Aplicações dos insetos na indústria atual (CRISTÓVÃO, 2020).

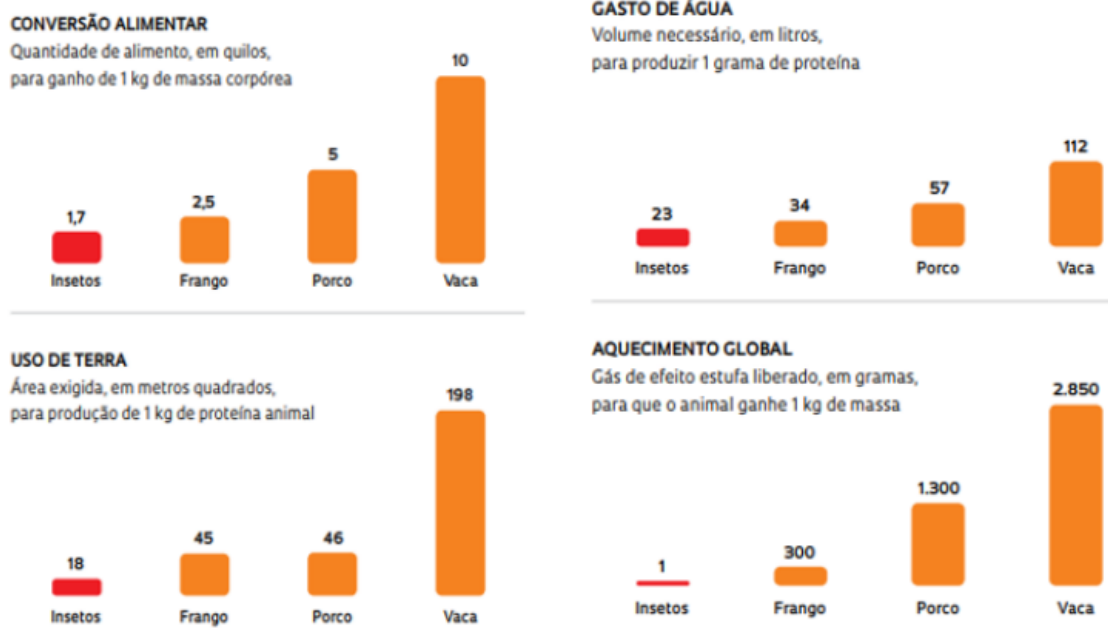


Figura 7: Conversão de alimentos à base de insetos e de origem animal e exploração de recursos naturais (Adaptado de TUNES, 2020).



Figura 8: Formigas do gênero *Atta* sp. sendo preparadas para consumo (SENA, 2021).



Figura 9: Preparações servidas nas análises sensoriais durante realizações de *workshops* na UFC. Da esquerda para a direita: tortilha com tenébrio, canapé com barata, brigadeiro com grilo e feijão tropeiro com tanajura (ARAUJO FILHO, 2018).



Figura 10: Grilos como protagonistas de preparos *gourmets* (SENA, 2021).