



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL NUTRICIONAL E
FUNCIONAL DE INSETOS COMESTÍVEIS: UMA
ALTERNATIVA INOVADORA PARA O SETOR DE
ALIMENTOS**

JOSEVANIA DA CONCEIÇÃO DOS SANTOS

SALVADOR - BA

2020

JOSEVANIA DA CONCEIÇÃO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL NUTRICIONAL E
FUNCIONAL DE INSETOS COMESTÍVEIS: UMA
ALTERNATIVA INOVADORA PARA O SETOR DE
ALIMENTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do grau de mestre.

Orientadora: Prof. Dra. Carolina Oliveira de Souza

Coorientador: Prof. Dr. Ederlan de Souza Ferreira

SALVADOR – BA

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Da Conceição dos Santos, Josevania
Avaliação do Potencial Nutricional e Funcional de
Insetos Comestíveis: Uma Alternativa Inovadora para o
Setor de Alimentos / Josevania Da Conceição dos
Santos. -- Salvador, 2020.
70 f. : il

Orientadora: Carolina Oliveira de Souza.
Coorientador: Ederlan De Souza Ferreira.
Dissertação (Mestrado - Programa de Pós graduação em
Ciências de Alimentos) -- Universidade Federal da
Bahia, Universidade Federal da Bahia, 2020.

1. . I. Oliveira de Souza, Carolina. II. De Souza
Ferreira, Ederlan. III. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

JOSEVANIA DA CONCEIÇÃO DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL NUTRICIONAL E FUNCIONAL DE INSETOS COMESTÍVEIS: UMA ALTERNATIVA INOVADORA PARA O SETOR DE ALIMENTOS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Dr^a. Carolina Oliveira de Souza
Universidade Federal da Bahia
Orientadora

Dr^a. Adriana Lúcia da Costa Souza
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Membro Externo

Dr. Lucas Guimarães Cardoso
Universidade Federal da Bahia
Membro Interno

Salvador, 14 de fevereiro de 2020.

A Ogum que fez tudo se tornar possível.
A meus pais, José Carlos e Laudeci por todo amor.

“Um dia os homens descobrirão que esses discos voadores estavam apenas estudando a vida dos insetos”.

Mario Quintana

“Se não pudermos compreender o mínimo de uma flor ou de um inseto, como poderemos compreender o máximo do universo?”.

Marquês de Maricá



AGRADECIMENTOS

Um ciclo que se encerra deixando muitos aprendizados e acerta que não se faz nada sozinho. Durante quase dois anos muitxs contribuíram na jornada do mestrado. Em especial expresso a minha gratidão:

A Ogum que sempre está comigo e proporcionou o caminho e com toda a sua sabedoria conduziu tudo como teve que ser;

Aos meus pais e irmxs, pelo apoio e incentivo, sei que sempre posso contar;

A minha orientadora Carol, todxs sempre disseram que tive sorte com a orientação. E é a mais pura verdade, a você só tenho a agradecer por tudo;

Axs amigxs que ganhei no PGALI, Camila, Iuri, Janaína, Margarida, Madian e Rafael, vocês tornaram a jornada mais leve e cheia de figurinhas e rizadas;

A todxs os amigxs que torcem, apoiam e emprestam os ouvidos, gratidão pela amizade de todxs. Sem nomes para não ter briga!

A Andrea e Mariana pelo incentivo, confiança e amizade;

Não posso não agradecer a Laiana e Tayran, por sempre me ajudar a buscar uma solução, mesmo que aparentemente não funcione... Kkkkkk.

A minha família de axé, a qual sempre ensina e incentiva a buscar pelo que acreditamos, pois o crescimento é dado pelos orixás;

Agradeço a professora Janice, que me recebeu no LAPESCA, pelo uso do laboratório e a todxs que compõe o Lapesca, aprendi muito com todxs vocês;

Ao LABCARNE, aos professores Carlos e Maurício meu muito obrigado pela disponibilidade e ajuda;

A COOPES e as quebradeiras de licuri que fez a doação das amostras e que como pessoas fazem a diferença no mundo.

Adupé!

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	14
OBJETIVOS.....	16
OBJETIVO GERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
ALIMENTOS ALTERNATIVOS	17
IMPACTOS AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DE INSETOS	18
CONSUMO DE INSETOS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA	19
<i>ATTA SEXDENS</i>	21
<i>PACHYMERUS NUCLEORUM</i>	23
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DOS INSETOS	26
IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS NA PRODUÇÃO DE INSETOS.....	29
LEGISLAÇÃO MUNDIAL E PERSPECTIVA NO BRASIL.....	33
REFERÊNCIAS	36
CAPÍTULO II	44
CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE <i>ATTA SEXDENS</i> E <i>PACHYMERUS</i> <i>NUCLEORUM</i>: PERSPECTIVAS DO POTENCIAL PARA INSERÇÃO ALIMENTAÇÃO HUMANA.....	44
RESUMO	45
INTRODUÇÃO.....	46
MATERIAL E MÉTODOS	48
Material	48
Avaliação das Amostras.....	48

Elaboração das Farinhas.....	48
Métodos	49
Caracterização Físico-Química.....	49
Identificação e Quantificação de Ácidos Graxos.....	49
Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante.....	50
Análise Microbiológica	51
RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
Características Físico-Químicas.....	51
Identificação e Quantificação de Ácidos Graxos.....	56
Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante.....	58
Análises Microbiológicas.....	59
CONCLUSÕES	60
AGRADECIMENTOS	61
REFERÊNCIAS	62
CONCLUSÃO GERAL	70

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1: <i>Atta sexdens</i>	22
Figura 2 – <i>Pachymerum nucleorum</i> (larva do coco).....	23
Figura 3: Licuri (<i>Syagrus coronata</i>).....	24
Figura 4: Quantidade de alimentação requerida para produção de insetos e animais em quilos (Kg).....	29
Figura 5: Inserção de insetos comestíveis na economia circular e cadeia alimentar.....	32

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Composição nutricional (%) nas diferentes espécies de insetos alimentícios---- 26

Tabela 2. Quantitativo de ácidos graxos em diferentes espécies de insetos comestíveis--- 27

Tabela 3. Composição de minerais e vitaminas em diferentes espécies de insetos comestíveis----- 29

CAPÍTULO II

Tabela 1. Caracterização físico-químicas das amostras de *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*.....52

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos (%) das espécies *Atta sexdens* e *Pachymerum nucleorum*56

Tabela 3. Compostos fenólicos totais (mgGAE/100g), Flavonóides (mgEPQ/100g) e Atividade Antioxidante (%) de *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*.....58

Tabela 4. Análise microbiológica das amostras de farinha integral e desengordurada de *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*.....59

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação encontra-se dividida em: resumo; *abstract*; introdução geral; objetivos geral e específicos; capítulo I: composto pela revisão da literatura sobre o tema a ser abordado no formato de tópico; capítulo II: composto pelo artigo desenvolvido Caracterização nutricional de *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*: perspectivas do potencial para inserção alimentação humana e Conclusão geral.

RESUMO

Mundialmente, existe uma necessidade crescente em buscar fontes alternativas de alimentos além das tradicionalmente utilizadas. Essa demanda levou a um considerável interesse nos insetos comestíveis, que já fazem parte das culturas e dietas de muitos países, além de representam uma excelente fonte sustentável de nutrientes essenciais. O consumo de insetos como alimento é praticado em diversas regiões, e no Brasil já foram registradas mais de 130 espécies de insetos comestíveis pertencentes a nove ordens, dentre as quais estão a Hymenoptera e Coleoptera. Desta ordem, destacam-se a *Atta sexdens* (formiga) e o *Pachymerus nucleorum* (larva do coco). Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização de duas espécies de insetos comestíveis (*Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*) tradicionalmente consumidas no Brasil, a fim de conhecer seus potenciais nutricionais para inserção como alimento alternativo na dieta humana. Para isso, os insetos foram avaliados em base úmida (*in natura*), bem como por meio da elaboração de farinhas integrais e desengorduradas. Foram realizadas análises físico-químicas (umidade, proteínas, lipídios, cinzas, fibra bruta, atividade de água e perfil de ácidos graxos), antioxidantes (compostos fenólicos, flavonoides e DPPH) e microbiológicas (Coliformes a 35 °C e 45 °C, Bolores e Levedura, Mesófilos, *Salmonella* sp. e *Escherichia coli*). Os resultados demonstraram que proteínas (39,01% e 26,14%) e lipídios (28,20% e 52,19%) foram os componentes majoritários, seguido de fibras (23,57% e 14,51%) para *A. sexdens* e *P. nucleorum* respectivamente. Em adição, os insetos apresentaram altas porcentagens de ácidos graxos insaturados (*A. sexdens* - 76,12% e *P. nucleorum* - 47,23%), com destaque para o ácido graxo essencial C18: 2n-6 (*A. sexdens* - 61,46 % e *P. nucleorum* - 7,19%), que foi superior ao da carne bovina em ambas as espécies. Larvas de *P. nucleorum* apresentaram elevado conteúdo de compostos fenólicos (836,39 mg GAE/100 g) e atividade antioxidante (44,33%), com valores superiores aos de frutas tradicionais. Os efeitos evidenciam que as espécies analisadas podem ser consideradas viáveis como fonte alternativa de alimento, pois possuem potencial valor nutricional, devendo assim, serem exploradas como um recurso natural e renovável para alimentação humana.

Palavras – Chaves: Potencial nutricional; Alimentos alternativos; entomofagia, sustentabilidade, insetos comestíveis.

ABSTRACT

Worldwide, there is a growing need to seek alternative sources of food in addition to those traditionally used. This demand has led to considerable interest in edible insects, which are already part of the cultures and diets of many countries, in addition to representing an excellent sustainable source of essential nutrients. The consumption of insects as food is practiced in several regions, and in Brazil more than 130 species of edible insects belonging to nine orders have already been registered, among which are the Hymenoptera and Coleoptera. Of this order, the highlights are *Atta sexdens* (ant) and *Pachymerus nucleorum* (coconut larva). Given the above, the objective of this work was to characterize two species of edible insects (*Atta sexdens* and *Pachymerus nucleorum*) traditionally consumed in Brazil, in order to know their nutritional potentials for insertion as an alternative food in the human diet. For this, the insects were evaluated on a wet basis (in natura), as well as through the preparation of whole and defatted flours. Physical-chemical analyzes (moisture, proteins, lipids, ash, crude fiber, water activity and fatty acid profile), antioxidants (phenolic compounds, flavonoids and DPPH) and microbiological (Coliforms at 35 ° C and 45 ° C, Molds and Yeast, Mesophiles, *Salmonella* sp. and *Escherichia coli*). The results showed that proteins (39.01% and 26.14%) and lipids (28.20% and 52.19%) were the major components, followed by fibers (23.57% and 14.51%) for *A. sexdens* and *P. nucleorum* respectively. In addition, the insects showed high percentages of unsaturated fatty acids (*A. sexdens* - 76.12% and *P. nucleorum* - 47.23%), with emphasis on the essential fatty acid C18: 2n-6 (*A. sexdens* - 61, 46% and *P. nucleorum* - 7.19%), which was higher than that of beef in both species. *P. nucleorum* larvae had a high content of phenolic compounds (836.39 mg GAE / 100 g) and antioxidant activity (44.33%), with values higher than those of traditional fruits. The effects show that the species analyzed can be considered viable as an alternative source of food, as they have potential nutritional value, and should therefore be exploited as a natural and renewable resource for human consumption.

Key words: Nutritional potential; Alternative foods; entomophagy, sustainability, edibles insects.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A alimentação acompanha a construção da história da humanidade, e com ela, observa-se mudanças e hábitos alimentares diversos. Dentre os fatores mais preocupantes, têm-se o crescimento acelerado da população, que ganha destaque, uma vez que a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação postulou que até 2050 a população mundial atingirá os 9 bilhões de pessoas. No entanto, sabe-se que a produção de alimentos possivelmente não acompanhará esse ritmo de crescimento, causando mais pressão e impactos nos recursos já limitados (FAO, 2011; FAO, 2015).

Na tentativa de atender as demandas existentes, cientistas de todo o mundo buscam novas alternativas alimentares e formas de produção mais sustentáveis. Neste contexto, a inserção de insetos comestíveis na alimentação torna-se uma possibilidade viável para suprir as necessidades nutricionais emergentes. A entomofagia – consumo de insetos como alimento por humanos – é uma prática conhecida internacionalmente, e que em linhas gerais, trata-se de um fenômeno construído historicamente e geograficamente por inúmeras nações, mas pouco difundida no ocidente (VIERA, 2013; SPIEGEL, 2013). Existem relatos desde os primeiros hominídeos, até os astecas, que consumiam regularmente mais de noventa espécies. Hoje, soma-se mais de cem países que inseriram gradativamente essa iguaria em sua alimentação, tornando-se para muitos, parte do seu acervo cultural alimentar (SILVA; FRAZÃO; CAYRES, 2019).

Os insetos comestíveis podem ser consumidos de diferentes formas: cru, cozido, assado, frito, salteado etc. Além disso, podem entrar como ingredientes em pães, biscoitos, caldos e bebidas (RAMOS-ELORDUY, 2009). Ainda atrelado ao consumo, os insetos podem ser servidos em diferentes estágios de desenvolvimento, desde os ovos, larvas, pupas e na fase adulta (GAHUKAR, 2011). No entanto, grande parte da população mundial, considera o consumo dos insetos como uma prática primitiva e repugnante. Isso advém da construção histórica e cultural instituída nos hábitos alimentares. Para a maioria dos povos, esses animais estão associados às pragas, sujeiras e ainda classificados como transmissores de doenças. Outro ponto cultural é a associação que muitas pessoas estabelecem com as religiões, sendo considerada a alimentação de insetos como um ato impuro (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015).

A composição nutricional destes animais, em sua maioria, apresenta elevados teores de proteínas, ácidos graxos essenciais, minerais e outras substâncias que potencializam seu consumo e benefício para o organismo humano (HALLORAN et al., 2018). Outros pontos

que influenciam a popularização e inserção dos insetos como fonte alternativa de alimentos é a possibilidade de baixos investimentos para sua criação, a alta taxa de conversão alimentar e menor uso de recursos naturais quando comparado a outros animais (bovinos, aves, peixes etc.), possibilitando assim, uma produção mais sustentável (SILVA; FRAZÃO; CAYRES, 2019).

No que diz respeito aos hábitos alimentares de insetos no Brasil, tem-se o consumo de formigas da espécie *Atta sexdens*, da ordem Hymenoptera, conhecida popularmente como Tanajura. Em muitos estados brasileiros, como Amazonas e Minas Gerais, há um consumo acentuado do seu abdômen, seja frito, ou até mesmo, em farofas (ROMEIRO et al., 2015). Outro destaque é o besouro *Pachymerus nucleorum*, pertencente a família *Chrysomelidae*, subfamília *Bruchinae*, conhecido popularmente como o bicho-do-coco. A depender da região, recebe outras nomenclaturas como: coró, larva do coco, morotó do coquinho, congo etc. (BISCONSIN-JUNIOR, 2018).

A composição nutricional dos insetos comestíveis é de grande relevância como fonte de alimento, no entanto, a sua composição apresenta grandes variações entre as diferentes espécies, estágios de desenvolvimento e hábitos alimentares e de cultivo (SILVA; FRAZÃO; CAYRES, 2019). Assim, com o intuito de intensificar as pesquisas para a identificação e qualificação de espécies de insetos que possam ser consumidas como alimentos, o objetivo desta pesquisa é caracterizar os insetos das espécies *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum* e seus produtos, visando conhecer o potencial nutricional para inserção como alimento alternativo na dieta humana.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- ❖ Caracterizar os insetos das espécies *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum* e as farinhas obtidas, visando conhecer seus potenciais nutricionais para inclusão como alimento alternativo na dieta humana.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Elaborar farinhas (integral e desengordurada) a partir das espécies de insetos comestíveis *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*;
- ❖ Avaliar o potencial nutricional de insetos comestíveis e farinhas obtidas, através das análises de composição centesimal, fibra bruta e valor calórico;
- ❖ Determinar o perfil quali-quantitativo dos ácidos graxos presentes nas amostras de insetos e das farinhas comestíveis;
- ❖ Avaliar o potencial funcional das espécies analisadas por meio das análises de compostos fenólicos totais, flavonóides e atividade antioxidantes (DPPH);
- ❖ Avaliar a qualidade microbiológicas das farinhas desenvolvidas por meio das análises de Coliformes Termotolerantes (35 °C e 45 °C), Mesófilos, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, bolores e leveduras.

CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 ALIMENTOS ALTERNATIVOS

O crescimento populacional é uma realidade que traz à tona várias mudanças, dentre elas, têm-se o destaque para a produção de alimentos, sobretudo, em quantidades satisfatórias e com qualidade nutricional. A partir disso, observa-se um fenômeno recorrente: o consumo excessivo de proteína animal convencional que não assume uma postura sustentável ou ecológica (KEARNEY, 2010; RAHEEM, 2019).

Nessa perspectiva, se faz necessário buscar novos meios e práticas alimentares que possam suprir as demandas por nutrientes, através de fontes alternativas e sustentáveis. A alimentação alternativa é a introdução conjunta de produtos não convencionais na alimentação humana, no intuito de suprir as exigências e carência nutricionais necessárias. Sendo assim, é cada vez mais recorrente a busca pela inclusão desses alimentos nas dietas (VELHO, L. e VELHO, 2002).

Entre as possibilidades atualmente em destaque está o consumo de insetos, pois possuem potencial inovador, tendo como um dos elementos nutricionais de destaque o alto conteúdo de proteínas, além de ácidos graxos e minerais. Eles possuem vantagens quanto ao consumo, pois podem ser ingeridos crus, secos, triturados, texturizados, coccionado ou conservado por liofilização (SPIEGEL, 2013). Pesquisadores como Halloran et al., (2018), Govorushko et al., (2019) e Raheem et al., (2019), pontuam que é crescente o número de países que já incorporaram a iguaria em seus cardápios. Isso se torna ainda mais recorrente no Norte e Centro da África, no Sul da Ásia e em países da América Latina, onde os insetos se inserem como alimentos tradicionais e com alto valor nutritivo.

Outro destaque para os insetos é a possibilidade de produção alternativa e sustentável, pois eles apresentam baixo consumo de recursos naturais, atrelado à alta taxa de conversão alimentar (ARAVIND L et al., 2019). Em adição, requerem também uma menor quantidade de insumos, a exemplo, os grilos requerem seis vezes menos ração que o gado, quatro vezes menos que ovelhas e duas vezes menos que porcos e frangos para produzir a mesma quantidade de proteína (FAO, 2013). Em suma, os insetos podem promover benefícios para a saúde humana, além de agregar vantagens socioeconômicas e ambientais, sendo considerados fontes sustentáveis de alimentos, que podem ser incluídos diretamente na cadeia alimentar humana (SUN-WATERHOUSE et al., 2016; VAN HUIS et al., 2013).

1.2 IMPACTOS AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DE INSETOS

Atualmente, sabe-se que o crescimento populacional é exponencial e para atender as necessidades emergentes será preciso elevar a produção de alimentos e matérias-primas. Os atuais métodos de produção agropecuários, junto ao crescente consumo de alimentos, trazem como consequências problemas socioambientais e redução dos recursos naturais. Para tanto, é fundamental assumir uma produção e cultivo sustentável, uma vez que, os modos convencionais já causam grandes impactos como: o desmatamento para criação de pastagem; utilização de pesticidas para manutenção de lavouras e emissões de gases do efeito estufa, que afetam diretamente o ecossistema e a biodiversidade (FAO, 2013; VRIES DE BOER, 2010). A demanda global por produtos pecuários passará de 229 milhões de toneladas para 465 milhões até 2050, e o atendimento dessa demanda exigirá soluções inovadoras, bem como terras cultiváveis, o que em certa medida, desencadeará em mais prejuízos ambientais (STEINFELD et al., 2006). Deste modo, é indispensável a adoção de meios eficientes para reduzir, reutilizar e reciclar, juntamente com a utilização de boas práticas agrícolas para prevenir esses problemas (CARDOSO, 2016).

O desperdício de alimentos ocorre em toda a cadeia produtiva e tal como na agricultura, muitas vezes os produtos são enviados para o mercado consumidor e retornam como resíduos. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), 1,3 bilhões de toneladas de alimentos são perdidos no planeta a cada ano, cerca de 30% do total produzido, o que gera diferentes demandas e problemas. Os insetos desempenham um papel igualmente importante na biodegradação, pois podem se alimentar de resíduos orgânicos, transformando-os de forma sustentável em proteína de alta qualidade para utilização na alimentação humana e animal (VAN HUIS, 2013 e 2016; FAO, 2018). Assim, uma alternativa é o uso de resíduos agroindustriais gerados a partir de toneladas de cascas, sementes, caroços e polpas, que acarretam sérios problemas de contaminação ambiental devido à produção de lixo orgânico. Esses resíduos são ricos em nutrientes e compostos bioativos, que podem ser aproveitados para a produção e alimentação dos insetos (FILHO & FRANCO, 2015). Em adição, estudos recentes demonstraram a possibilidade do uso de insetos para a biodegradação de plásticos sintéticos, que representam uma preocupação crescente para o meio ambiente e sistemas de gestão de resíduos (KUNDUNGAL et al., 2019). Utilizar os resíduos orgânicos para a alimentação de insetos pode ser uma forma eficiente de reduzir, reutilizar e reciclar, todo o

“lixo” gerado, associado à produção eficiente de alimento com alta qualidade nutricional e baixo impacto ambiental.

1.3 CONSUMO DE INSETOS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Historicamente, o consumo de insetos pelo homem – entomofagia – é uma prática milenar em várias regiões do mundo, com relatos na era paleolítica e nos registros bíblicos. Comer insetos faz parte da história da humanidade, e em muitas localidades esse hábito ainda perpetua, compondo o cardápio de muitos povos até os dias atuais (COSTA-NETO 2004). Os insetos comestíveis são uma importante fonte de alimento natural para muitos grupos étnicos na Ásia, África, México e América do Sul, na qual a prática é sustentável e gera benefícios para as comunidades rurais, tanto nutricionais quanto ecológicos (GAHUKAR, 2011). Há documentos que comprovam que o consumo de insetos é muito mais prevalente em países tropicais, pois oferecem maior biodiversidade e variedade em espécies. O México é considerado um dos líderes mundiais no consumo de insetos, com mais de 300 espécies comumente inseridas na culinária. Contudo, a prática da entomofagia nesse país, é mais comum nas áreas rurais, onde os nativos costumam coletar os insetos na terra e na água. (RAMOS-ELORDUY, 2009).

Muitos produtos obtidos de insetos são utilizados no cotidiano atual, como o mel, geleia real, pólen e própolis das abelhas, a seda do bicho-da-seda (*Bombyx mori*) e o maná - secreção açucarada da cochonilha *Trabutina manipara* (COSTA-NETO, 2003; RATCLIFFE; AZAMBUJA; MELLO, 2014). Porém, em muitos lugares a entomofagia ainda é considerada uma prática repugnante, principalmente pelos povos ocidentais (COSTA-NETO, 2003). Culturalmente sempre houve uma aversão aos insetos, pois são considerados pragas, sinal de doenças e incômodo, tendo associação com povos primitivos, situação de subdesenvolvimento ou pobreza, o que torna a sua utilização como fonte de alimento, um empecilho (CHEUNG & MORAES, 2016). No entanto, há pouco tempo o conceito da entomofagia tem se destacado nos meios de comunicação social e na literatura científica, uma vez que se torna imperativo a procura de alternativas para o consumo sustentável de alimentos (SPIEGEL, et al., 2013; VAN HUIS, 2016; SILVA-CARDOSO, 2017; GOVORUSHKO, 2019).

Os insetos são classificados como animais invertebrados que têm um exoesqueleto e seis pernas. De acordo Eilenberg e Van Loon (2018), estes podem ser considerados a maior classe de organismos da terra. No mundo há cerca de 2,0 milhões de espécies animais, das quais os insetos compreendem mais de dois terços (950 mil), e as estimativas

supõem que mais de 2.000 espécies são usadas como fonte de alimento por humanos (VAN HUIS et al., 2013). De acordo com a FAO (2013), calcula-se que os insetos compõem a dieta de 2 bilhões de pessoas no mundo e segundo Ramos-Elorduy (2005), as mais consumidas como alimentos são: escaravelhos (31%), lagartas (18%), abelhas (14%) e formigas (14%). Para Costa - Neto (2003) mais de 1.780 insetos estão inseridos como alimento em cerca de três mil grupos espalhados em mais de 120 países, sendo identificados de acordo com a ordem taxonômica, nome comum e número de espécies, dos quais quatro ordens predominam: Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera e Lepidoptera, e são responsáveis por 80% das espécies consumidas (RAMOS-ELORDUY, 2005; COSTA-NETO, 2003).

Com o intuito de disseminar o potencial de insetos comestíveis como alimento sustentável, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) forneceu dados sobre um Workshop que ocorreu em Chiang Mai – Tailândia em fevereiro de 2008, intitulada “Forest Insects as Food: Humans Bite Back”, o evento concentrou especialistas da entomofagia de todo o mundo para fomentar a conscientização sobre a importância dos insetos comestíveis como fonte alimentar (FAO, 2010).

Em 2017, a ONU fez uma estimativa para 2050, pontuando que o crescimento exponencial da população mundial alcançará 9,8 a 11,2 bilhões de pessoas. Contudo, a escassez de alimentos será um dos maiores problemas que a humanidade enfrentará (FAO, 2013; FAO, 2015; ONU, 2015). Nesse sentido, diversos países estão focados em pesquisas que visam o enfrentamento, bem como a superação da possível fome que se instalará no futuro para garantir uma alimentação segura e saudável. Metas e objetivos foram estabelecidos como a agenda 2030, dentre eles: alcançar uma alimentação justa e sustentável. Assim, há um grande fomento na inserção dos insetos comestíveis na alimentação humana. Isso se torna realidade, uma vez que muitos recursos já escassos como terra, a água e a energia exigirão mais dos setores da agricultura e da pecuária. Além disso, outros problemas estão instalados como a contaminação das águas, a emissão de gases, a poluição, a infertilidade do solo e o desmatamento de terra cultivável para uso na produção de animais. Assim os insetos estão sendo referenciados como “o alimento do futuro” (FAO/WUR, 2013; FAO, 2015; EILENBERG e VAN LOON, 2018).

Klunder et al. (2012) mostraram que há três modos de consumir insetos: inteiros, processados na forma de pó ou pasta; e como uma espécie de extrato, que pode ser isolado proteico e cápsulas de óleo. A extração de compostos de insetos também é vista como altamente promissora e as contribuições nutricionais desses devem ser avaliadas de

maneira significativa (HALL et al. 2017). Os insetos como ingredientes em alimentos processados são uma grande promessa para a aceitação e melhoria nutricional, isto porque apesar dos incentivos e divulgação, os mesmos ainda são vistos pela população com repulsa (COSTA-NETO, 2003). Deste modo, a introdução de insetos na sua forma *in natura* na alimentação da população ainda é difícil, porém, quando modificado e/ou processado, a aceitabilidade pode ser maior.

Na Europa há a expectativa dos insetos terem um grande mercado, porém o consumo ainda é escasso devido à falta de informação. Um estudo com cidadãos europeus mostrou que quando eles são expostos a alimentos à base de insetos pela primeira vez, a reação vai depender das fontes de informações prévias sobre os insetos para avaliar o produto. A ausência de conhecimento dos ingredientes e a pouca comunicação sobre benefícios associados com os insetos comestíveis, leva à rejeição dos consumidores. Contudo os autores relatam que quando as pessoas eram esclarecidas sobre os benefícios e submetidas a testes sensoriais, havia uma significativa intenção de comprar alimentos à base de insetos. Por tanto, o acesso às informações impacta diretamente na escolha do consumidor e aumentam a familiaridade dos consumidores com esses novos alimentos (HALLORAN & FLORE, 2018). Homann et al. (2017) realizaram um estudo no Quênia, onde os níveis de desnutrição são altos. A pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de biscoitos adicionados de 10% de grilo em pó para a alimentação escolar. Os resultados demonstraram uma elevada aceitação sensorial do produto e características organolépticas superiores aos de um biscoito tradicional.

1.3.1 ATTA SEXDENS

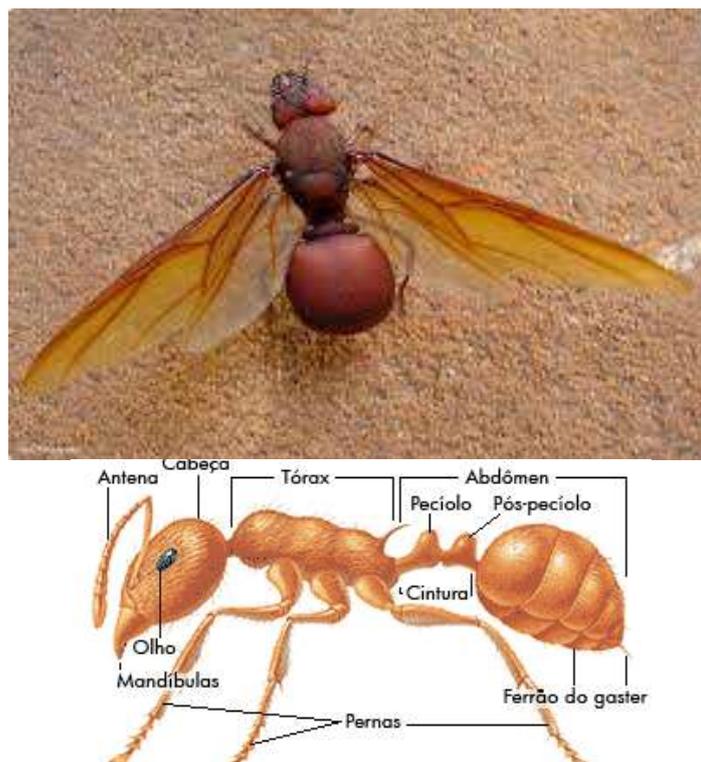
Conhecida como içá ou tanajura, seu nome científico *Atta sexdens*, da ordem Hymenoptera, pertence a família formicidae, compreendem um grupo de insetos cuja ocorrência é generalizada em todo o globo e apresentam uma alta diversidade de espécies (DELABIE et al., 2011).

As formigas cortadeiras do gênero *Atta* são conhecidas popularmente como saúvas e apresentam no território brasileiro nove espécies pertencentes ao grupo (BACCARO et al., 2015), sendo a *Atta sexdens* dentre as *Atta*, a espécie de maior distribuição geográfica (DELABIE et al., 2011). Os gêneros *Atta* e *Acromyrmex* são considerados os mais evoluídos dentre todos os gêneros de formigas. Seu alto grau de adaptação pode ser atestado pelo grande número de colônias e capacidade de sobrevivência nas regiões habitadas por essa tribo. Grande parte de seu potencial adaptativo deve-se ao fato de

cultivarem o seu próprio alimento (ALVES et al, 2015).

Do ponto de vista nutricional, o abdome da formiga *Atta sexdens* é comumente consumido para fins alimentícios em comunidades do Amazonas, Minas Gerais e em todo o nordeste brasileiro, sendo apreciado como ingrediente para a elaboração de farofas (ROMEIRO et al., 2015). A Figura 1 mostra a anatomia da formiga *Atta* spp.

Figura 1: *Atta sexdens*



Fonte: Diário de biologia¹

Pesquisas sobre os aspectos nutricionais das formigas são escassas, o único trabalho encontrado na literatura sobre a composição centesimal da espécie *Atta sexdens* foi descrito em 1987 por Darna L. Dufour, intitulado “Insects as Food: A Case Study from the Northwest Amazon” (DUFOUR, 1987). O artigo avaliou o uso de insetos como alimentos por índios do nordeste da Amazônia e apresentou algumas características nutricionais. Dentre os insetos avaliados, duas espécies de formigas foram analisadas, a *Atta sexdens* e a *Atta cephalotes*, que apresentaram respectivamente 39,7% e 48,1% de proteínas, 34,7% e 25,8% de lipídios e 1,6% 2,3% de cinzas. Em 2013, Rumpold & Schluter (2013) analisaram as formigas mexicanas (*Atta mexicana*) apontando que estas possuem alto teor

¹ Disponível em: <https://diariodebiologia.com/2011/06/como-comeca-um-formigueiro/>: acesso 20/01/2020.

de proteína (46% – 66%) e lipídios (24,02% - 39%), semelhante ao encontrado na formiga-pote-de-mel da espécie *Camponotus inflatus* de origem australiana. Alves (2015) apresentou dados da *Atta Cephalotes* L que ratifica os outros trabalhos, pois proteínas (13,24%) e os lipídios (34,51%) foram os componentes majoritários da composição. Portanto, as formigas podem representar fontes alternativas de proteínas e lipídios, além de outros nutrientes.

1.3.2 *PACHYMERUS NUCLEORUM*

O Besouro *Pachymerus nucleorum* (Figura 2) pertencente a família Chrysomelidae, subfamília Bruchinae, é popularmente conhecido como bicho-do-coco, coró, larva do coco, morotó do coquinho, congo, e outras, sendo as nomenclaturas dependentes da região. O inseto adulto mede de 12 a 18 mm de comprimento por 5 a 7 mm de largura, tem coloração acinzentada, élitros estriados, coxas posteriores ovóides e denteadas. Este besouro é predador do fruto de diversas espécies de palmeiras, como o babaçu (*Orbygnia* spp.), a macaúba (*Acrocomia*), o licuri (*Syagrus coronata*), o dendê (*Elaeis guineensis*), a piaçava (*Attalea*) e a gueiroba (*Syagrus*) (ANDERSON e MAY, 1985; GALLO, 1988; RAMOS et al., 2001; TUDA, 2007).

Figura 2 – *Pachymerus nucleorum* (larva do coco)



Fonte: acervo pessoal, 2020.

O ciclo de vida de *P. nucleorum* inicia-se com as fêmeas colocando os ovos na superfície externa do coco quando estes já estão no solo, após 10 dias, ocorre a eclosão da larva e penetração na semente através dos canais de seiva ou do poro funcional, onde irão se alimentar e desenvolver (GRENHA et al., 2008).

A palmeira *Syagrus coronata* (Figura 3) é uma árvore pertencente à família Arecaceae, de altura mediana, podendo atingir até 10 metros (EMBRAPA, 2007). Ela produz um fruto popularmente conhecido como licuri, cultivado entre o norte do estado de Minas Gerais até o sertão pernambucano, desse modo, alcança os biomas Caatinga e Mata Atlântica, chegando a penetrar no Cerrado e na Restinga (LORENZI & MELLO FILHO, 2001). Essa palmeira hospeda a larva do besouro *P. nucleorum*, considerado uma das maiores pragas do licurizeiro, pois as amêndoas deixam de ser aproveitadas. A larva, durante o período de desenvolvimento, se alimenta da polpa do fruto, quando o licuri é quebrado e encontra-se a larva, eles são descartados, gerando assim resíduos, não há cultivo do *P. nucleorum*, apenas quando se hospedam nas amêndoas, podem ser coletados (SANTOS e SANTOS, 2002).

Figura 03 – Licuri (*Syagrus coronata*)



Fonte: acervo pessoal, 2020.

Fonte: Ramalho, 2006²

As regiões que cultivam as palmeiras do licuri (*Syagrus Coronata*) possuem o hábito de consumir essas larvas. As quebradeiras, assim, chamadas as mulheres que coletam os coquinhos, fazem a separação entre os cocos inteiros e as larvas, ou seja, o

² <http://www.cca.ufpb.br/lavouraxerofila/pdf/licuri.pdf>

bicho do coco é coletado e separado, sendo as larvas consumidas muitas vezes fritas na própria gordura (COSTA - NETO, 2003). O bicho do coco está inserido no hábito alimentar das pessoas que vivem da quebra do licuri. Sendo o seu consumo naturalizado, o que favorece em certa medida, a ampliação do uso dessa espécie como alimento (COSTA - NETO, 2003).

A maioria dos estudos encontrados analisou essa espécie numa perspectiva cultural. Contudo, o estudo de Ramos-Elorduy et al., (2006) fez uma análise comparativa dos valores de proteína, lipídios, minerais e aminoácidos da larva do *P. nucleorum* com várias espécies de Escaravelhos comestíveis do México. O *P. nucleorum* destacou-se pelo alto valor nutritivo em proteínas (33,05%) e gordura (49,32%). Alves et al., (2016), realizaram uma pesquisa para avaliar o potencial nutricional das larvas de *P. nucleorum* coletados da semente de bocaiuva, os resultados demonstraram que as larvas possuem elevados teores de lipídios (37,87%), e proteína (33,13%), concentrações significativas de aminoácidos e minerais, além de ausência de fatores antinutricionais, representando uma boa fonte de nutrientes para alimentação.

1.4 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DOS INSETOS

Existe uma grande variedade no consumo de insetos, porém há uma predominância de algumas espécies. Independentemente de qualquer estágio dedesenvolvimento, eles podem ser fonte de importantes macros e micronutrientes para a nutrição humana (Tabela 1). Para tanto, é reconhecido que os valores nutricionais dos insetos comestíveis são altamente variáveis, principalmente devido à ampla variedade de espécies. Entretanto, dentro do mesmo grupo de espécies, os teores de nutrientes podem diferir, principalmente dependendo do estágio metamórfico (larva, pulpa, ninfa etc.), local de produção, condições de cultivo e dieta (GOVORUSHKO, 2019).

Segundo Kelemu et al. (2015) a primeira tabela de composição de alimentos da Nigéria foi lançada em 2014, e incluiu informações nutricionais de três espécies de insetos: o gorgulho do palmito africano (*Rhynchophorus phoenicis*), o besouro rinoceronte (*rinoceronte Orycteo*) e o cupin alado (*Macrotermes bellicosus*). Esse país, principalmente no sul, tem uma rica tradição em comer insetos. Para tanto, pela quantidade expressiva de espécies, faz-se necessário estudos que incluam as demais espécies, evidenciando assim, os reais benefícios nas dietas dos nigerianos (NFDN, 2017).

As proteínas são macronutrientes necessário que possuem funções específicas na fisiologia do corpo, sendo sua qualidade em relação às necessidades humanas medidas pelo

perfil de aminoácidos e digestibilidade (FONTANARI, 2006; KINYURU; et al 2018). A proteína da soja é amplamente utilizada pela indústria de alimentos principalmente como substituto da proteína animal, na formulação ingredientes funcionais, produtos de panificação, fórmulas infantis, suplementos proteicos etc. (LUSAS e RIAZ, 1995; TAKEITI et al., 2004). Muitas espécies de insetos contêm grandes quantidades de proteínas, com teores geralmente maiores que os da soja e semelhantes aos de aves e peixes (BOCH et al., 2014).

Os principais insetos considerados para consumo, como grilos e larvas da farinha, contêm quantidades de proteínas semelhantes aos produtos cárneos convencionais. Pesquisas recentes relatam que o consumo de 50 g de *Tenebrio molitor* (larva da farinha) e *Henicus whellani* (grilo) podem contribuir em média com 30% da proteína diária recomendada (MANDITSERA et al., 2019).

Tabela 1. Composição nutricional (%) nas diferentes espécies de insetos alimentícios.

Parâmetros	Proteína (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)	Cinzas (%)	Fibras (%)	Referências
<i>Carebara vidua</i>	48,80	47,50	-	1,60	-	Ayieko e Kinyuru, 2012
<i>Ruspolia differens</i>	43,10	48,20	2,00	2,80	4,0	
<i>Tenebrio molitor</i>	49,05	27,07	17,57	3,84	-	Rumpold, 2013
	47,82	31,69	13,83	2,61	-	Kuntadi et al., 2018
	53,97	23,51	12,08	3,90	-	Fontes et al., 2018
<i>Pachymerus nucleorum</i>	33,05	49,32	11,50	11,50	2,91	Ramos-Elorduy et al., 2006
<i>Homolepta sp. Passalidae</i>	53,70	18,42	9,64	1,72	11,51	Ramos-Elorduy et al., 2013
<i>Nauphoeta cinerea</i>	68,50	22,50	5,10	3,90	-	Silva et al., 2019
<i>Orthoptera</i>	61,32	13,41	12,98	3,85	9,55	Rumpold & Schlüter, 2013
<i>Ancheta domestiscus</i>	55,40	19,80	-	8,50	-	Fontes, 2018
<i>Liometopum apiculatum</i>	42,70	37,20	-	4,00	1,40	Cruz-Labana et al., 2018

Fonte: Adaptada de Ravzanaadii et al., 2012, Ayieko and Kinyuru (2012), Rumpold; Schlüter, 2013, Osimani et al., 2016, Paul et al., 2017, Kuntadi; Adalina; Maharani, 2018 e Fontes et al., 2018.

O conteúdo de aminoácidos essencial nos insetos é considerado relativamente bom, no entanto, mais uma vez, uma grande diferença aparece entre as espécies. Uma excelente visão de insetos comestíveis é descrita por Bukkens (1997), onde é relatado o perfil de aminoácidos para diferentes espécies e a conclusão que lisina e triptofano são frequentemente os aminoácidos limitantes. O trabalho feito por Polycarpo et al., (2012), mostrou a avaliação da qualidade da proteína do bicho-da-seda através da suplementação

da dieta, os resultados mostraram que a qualidade da proteína era de alta pontuação, sendo semelhante à carne bovina, e que o aminoácido limitante para atender às exigências humanas era a leucina. Esse resultado corrobora com os estudos de Verkerk et al. (2007), pois também comprovaram a qualidade da proteína dos insetos, sendo considerados, portanto, como fonte capaz de melhorar a qualidade das dietas, uma vez que fornecem aminoácidos essenciais e digeríveis.

Assim como o conteúdo de proteínas, os teores de gorduras nos insetos comestíveis diferem bastante entre as espécies (Tabela 1), sendo a composição influenciada diretamente pela alimentação (Rumpold & Schlüter, 2013). A maioria dos insetos apresentam uma razão de ácidos graxos saturados/insaturados abaixo de 40% (Tabela 2), sendo melhor que a observada em frangos, e com maiores concentrações de ácidos graxos poliinsaturados, como os ácidos linolênico e linoleico (RAHEEM et al., 2019). Devido à composição favorável, estudos estão sugerindo o uso dos óleos de diferentes insetos para a alimentação humana (NZIKOU et al., 2010; JEON et al., 2015), a exemplo o óleo extraído das larvas de *Rhynchophorus phoenicis* que devido aos altos teores de ácido oleico (41,20%), linoleico (12,50%) e boas propriedades físico-químicas, foram indicados para alimentação e aplicações industriais (NZIKOU et al., 2010).

Tabela 2. Quantitativo de ácidos graxos em diferentes espécies de insetos comestíveis.

Espécies	Saturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados
	SFA (%)	MUFA (%)	PUFA (%)
<i>Gryllus assimilis</i>	44,60	35,05	15,55
<i>Zophobas morio</i> ³	41,05	42,35	15,70
<i>Tenebrio molitor</i> *	33,20	54,65	11,63
<i>Ruspolia differens</i> ²	38,30	26,60	34,4
<i>Pseudacantho Termes militaris dewinged</i> ¹	32,20	56,10	11,70
<i>Pachymerum nucleorum</i> *	42,26	44,95	4,0
<i>Nauphoeta cinerea</i> ³	42,02	49,26	7,55

SFA: Ácidos Graxos Saturados; MUFA: Ácidos Graxos Monoinsaturados; PUFA: Ácidos Graxos Poliinsaturados. Fonte: Kinyuru et al. (2010)¹, Kinyuru et al. (2013)², Alves et al., (2016)*, Koin et al., (2019)³.

Womeni et al. (2009) investigaram o conteúdo de lipídios extraídos de várias espécies de insetos (*Rhynchophorus phoenicis*, *Ruspolia differens*, *Zonocerus variegates*, *Macrotermes* sp., e *Imbrasia* sp.). Os autores concluíram que os óleos são ricos em ácidos graxos poliinsaturados e frequentemente possuem ácidos graxos essenciais (linoleico e α -

linolênico) nas suas composições. A importância nutricional desses dois ácidos graxos é bem reconhecida, principalmente para o desenvolvimento saudável de crianças e recém-nascidos (SAINI & Keum, 2018). Assim, atenção tem sido dada à ingestão de insetos como fontes de ácidos graxos essenciais, principalmente para países subdesenvolvidos e como menor acesso a alimentos fontes de ômega 3 (ZIELINSKA et al., 2015).

Os micronutrientes desempenham um papel importante no valor nutricional dos alimentos. As deficiências, comuns em muitos países, podem ter consequências adversas à saúde, contribuindo para prejuízos no crescimento, função imunológica e desenvolvimento mental e físico (DARY & HURRELL, 2006). Assim como outros alimentos, os insetos podem contribuir com o aporte diário necessário de minerais. A exemplo, lagartas e cupins contêm 35-29 mg ferro/100g de peso seco respectivamente, enquanto escaravelhos possuem 61,3 mg de cálcio por 100g (BANJO et al., 2006). Em pesquisa recente realizada por Manditsere et al., (2019) os autores avaliaram espécimes selvagens (*Eulepida mashona* e *Henicus whellani*) e concluíram que o consumo de 50 g dos insetos pode contribuir com 50% e 30% da ingestão diária recomendada para ferro e zinco respectivamente.

Tabela 3. Composição de minerais e vitaminas em diferentes espécies de insetos comestíveis.

Parâmetros	<i>Macrotermes subylanus</i> ¹	<i>Pseudacantho Termes militaris</i> ³	<i>Carebara vidua</i> ^{2 4}	<i>Ruspolia differens</i> ¹
Sódio mg/100g	-	-	26,20	358,7
Potássio mg/100g	-	-	51,70	370,60
Fosforo mg/100g	-	-	106,00	140,90
Zinco mg/100g	10,80	12,90	5,70	17,50
Cobre mg/100g	-	-	-	0,60
Cálcio mg/100g	63,60	48,30	22,20	27,40
Ferro mg/100g	116,00	60,30	10,70	16,60
Magnésio mg/100g	-	-	10,40	33,90
Manganês mg/100g	-	-	-	5,30
Vitamina A (µg/g)	1,00	-	0,80	21,00
Vitamina E (µg/g)	35,90	-	0,60	201,0
Vitamina C mg/100g	0,33	-	0,03	0,10
Vitamina B2 mg/100g	23,00	-	203,0	1,20
Vitamina B3 mg/100g	2,07	-	0,28	2,10
Vitamina B6 mg/100g	0,24	-	-	0,40
Vitamina B9 mg/100g	0,10	-	0,50	0,90

Fonte: ¹Kinyuru et al. (2010), ²Ssepuuya et al. (2016), ³Kinyuru et al. (2013), ⁴Ayioko and Kinyuru (2012), adaptada de Kinyuru et al, (2018).

Os teores de ferro e zinco são especialmente importantes, pois esses minerais são frequentemente deficientes na alimentação de pessoas em países em desenvolvimento

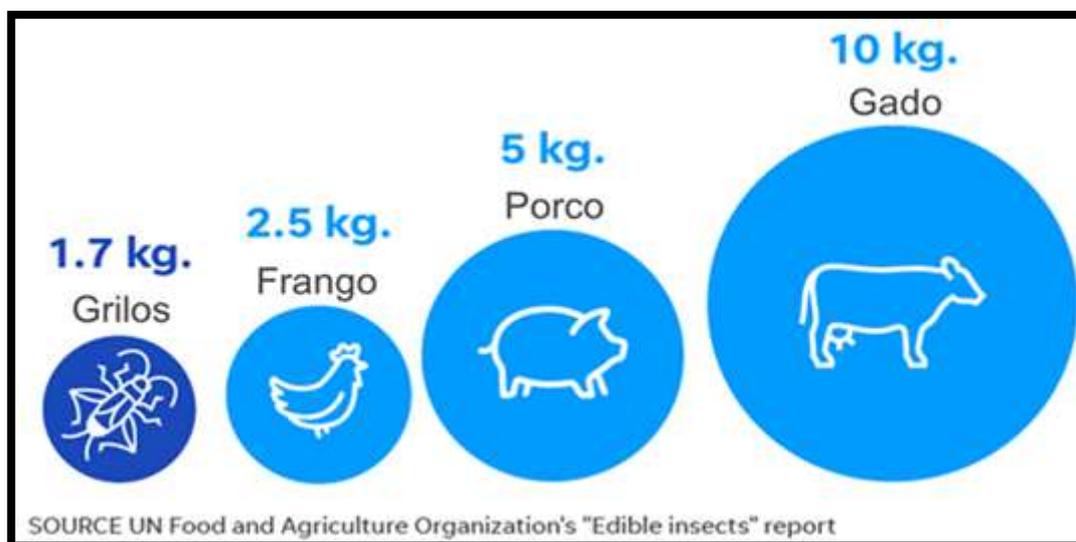
(RUMPOLD & SCHLÜTER, 2013; MANDITSERA et al., 2019). A composição mineral de diferentes espécies de insetos é apresentada na Tabela 3, sendo importante ressaltar que as variações ocorrem em função das espécies, estágio de desenvolvimento e alimentação.

Além de conter apreciável conteúdo de minerais, os insetos podem ser uma excelente fonte de vitaminas lipó e hidrossolúveis (KOUŘIMSKÁ & ADÁMKOVÁ, 2016). A barata americana (*Periplaneta americana*) contém 23,8 mg/100g de vitamina C e 48,16 µg/100g de vitamina A (BLÁSQUEZ et al., 2012; RUMPOLD & SCHLUTER, 2013), já larvas do bicho da farinha (*Tenebrio molitor*) e ninfas do grilo doméstico (*Acheta domestica*) possuem considerável conteúdo de vitamina B12 (0,47-8,7 µg/100g respectivamente), B3 (4,07-3,28 µg/100g respectivamente) e B2 (0,81-3,41 µg/100g respectivamente) (FINKE, 2002). Os teores de vitaminas em outras espécies são fornecidos na Tabela 3.

1.5 IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS NA PRODUÇÃO DE INSETOS

A taxa de conversão de alimento para carne é medida pela quantidade de comida que o animal precisa para aumentar seu peso em 1 kg, (Figura 4).

Figura 4: Quantidade de alimentação requerida para produção de insetos e animais em quilos (Kg).



Fonte: Relatório FAO. Insetos comestíveis.

O que significa que para 1 kg de proteína suína, os animais precisam ser alimentados com cerca de 5 kg de proteína vegetal, esses valores dependem da classe do

animal e das práticas de produção utilizadas. (STEINFELD et al. 2006). Por outro lado, o metabolismo dos insetos não requer uma temperatura corporal constante como as espécies de vertebrados tradicionalmente usados para consumo humano, pois são considerados animais de sangue frio, o que significa que gastam pouca energia para manter a sua temperatura, ou seja, é preciso pouco alimento para a criação - em média os insetos podem converter 2 kg de alimento em 1 kg de massa corporal (VAN HUIS, 2013; HALLORAN et al, 2018).

Segundo a FAO, estima-se que em algumas décadas dois terços da população mundial provavelmente estarão em escassez de água, e até 2025, 1,8 bilhões de pessoas viverão em países ou regiões sem água (FAO, 2012; apud VAN HUIS, 2013). Sabe-se que a água é utilizada das mais diversas formas e sua falta ameaça a biodiversidade e as necessidades básicas dos homens.

Pimentel et al, (2004) relatou que cerca de 70% da água doce do mundo é gasta pela agricultura, sendo que Chapagain e Hoekstra (2003) mostraram que para a produção de 1 kg de frango são necessários 2.300 litros de água virtual³, para 1 kg de carne de porco 3.500 litros e para 1 kg de carne bovina 22.000 litros. Eles ainda relatam que não existem na literatura científica atual, dados sobre o consumo e volume de água necessário para a produção de insetos comestíveis, contudo, acredita-se que serão mínimos quando comparados com as fontes convencionais de proteína animal.

A produção de insetos pode gerar vários benefícios socioeconômicos, isso porque eles possuem potenciais como fonte de renda, pois oferecem importantes oportunidades para subsistência. Na conferência do Rio + 20, foi apresentada a proposta de inserir o cultivo dos insetos comestíveis para famílias em situação vulnerável com o objetivo de amenizar as desigualdades sociais, econômicas e regionais, uma vez que o cultivo de insetos é considerado simples, o ciclo de vida é curto, podendo assim ter uma rotatividade e comercialização rápida para geração de renda (FAO, 2012).

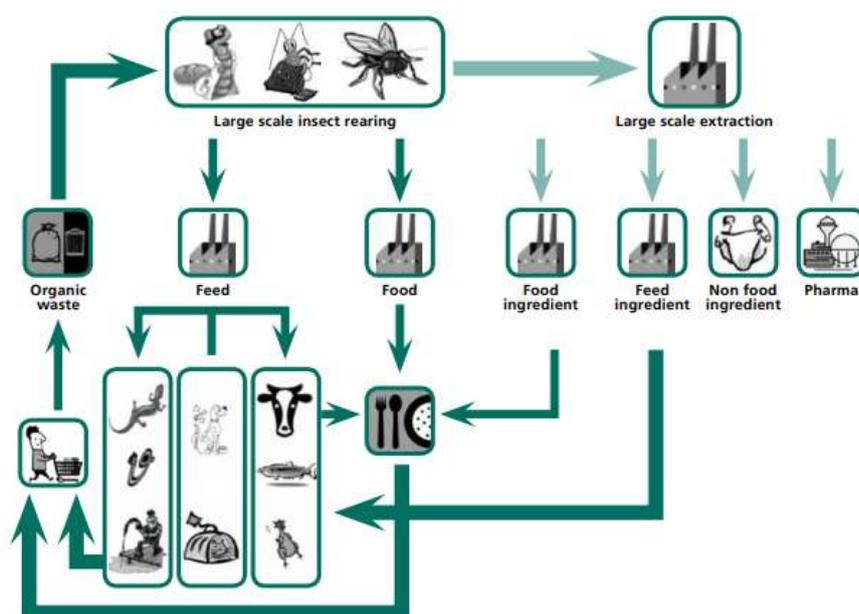
A criação de insetos é denominada mini-rebanho, esse cultivo possui baixo custo e necessita de pouco espaço. Dessa forma, a criação pode ser uma fonte para complementar ou a principal renda de subsistência para famílias (FAO, 2011). Há também a criação doméstica, no qual os insetos são cultivados em um ambiente mais simples, mas controlado e seguindo as regras estabelecidas. (FAO / WUR, 2012).

Para Hope et al. (2009), os insetos podem fornecer dinheiro adicional para gastos

³ Água utilizada no processo seja a que evapora ou condensa e retorna ao ciclo da água, não estando na conta inicial da água utilizada no processo.

básicos, incluindo alimentos, insumos agrícolas e educação, sendo amortecedores valiosos contra a escassez sazonal de alimentos (AGEA et al, 2008). A criação de insetos em larga escala possui um potencial na ordem de um milhão de toneladas. Sendo um passo significativo no sentido de melhorar a sustentabilidade global da produção de alimentos (HALLORAN et al., 2018). Em suma, as criações de insetos possuem grande capacidade para gerar renda. Isso é possível, principalmente, pela redução na quantidade de ração consumida quando comparado a outros animais convencionais, o consumo mínimo de água; o ciclo de vida curto e o fácil manejo. (FAO, 2015, ONU, 2015).

Figura 5: Inserção de insetos comestíveis na economia circular e cadeia alimentar.



Fonte: FAO, 2013

Os princípios da economia circular e as teorias sobre economia ambiental baseiam-se em uma inter-relação entre o meio ambiente, economia e a escassez futura de alimentos. O design para a produção de insetos está baseado e inserido nos princípios da economia circular, pois a criação fundamenta-se na utilização de resíduos orgânicos e no uso dos insetos como alimento. Na Figura 5 é possível observar o fluxo cíclico no qual os insetos estão inseridos como bioconversor, fazedo parte de uma cadeia alimentar. Vale ressaltar que a inserção dos insetos em uma economia circular apresenta diferentes vantagens como: produção em larga escala - que favorece o desenvolvimento de modelos de cooperação e

financiamentos, abordagens inovadoras de produção e desenvolvimento sustentável e ecológico (Marian Peteres – FAO, 2013).

Em 2015 a ONU lançou a agenda 2030 com o tema: “Transformando Nosso Mundo: A agenda de 2030 para o desenvolvimento sustentável”, que apresentou 17 objetivos e 169 metas para estabelecer um mundo que respeite a biodiversidade e o ecossistema. Dentre os objetivos estabelecidos está acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorias nutricionais e promover uma agricultura sustentável. De acordo com os especialistas, para alcançar esses objetivos será necessário promover práticas agrícolas sustentáveis por meio do apoio à agricultura familiar e o acesso equitativo a terra, à tecnologia e ao mercado. Nessa perspectiva, foi dado destaque para os alimentos alternativos onde os insetos comestíveis se inserem com potenciais nutricionais e tecnológicos.

Uma alimentação sustentável consiste naquela com baixo impacto ambiental, que contribui com a segurança alimentar e nutricional e uma vida saudável. Para isso é preciso que seja culturalmente aceita, acessível, economicamente justa, nutricionalmente adequada, segura e saudável; otimizando recursos naturais e humanos (FAO, 2010; ONU, 2015).

Os insetos comestíveis como “comida” se encaixam no aspecto de um alimento ambientalmente saudável, sendo considerados os principais candidatos como produtos básicos e suplementos para dietas sustentáveis (FAO, 2014).

1.6 LEGISLAÇÃO MUNDIAL E PERSPECTIVA NO BRASIL

Os insetos comestíveis estão sendo observados pelo mundo, principalmente no continente europeu, diversas inovações, métodos e usos têm sido pautas de testes e estudos. Contudo, para qualquer alimento e/ou ingrediente existem legislações e diretrizes específicas com o intuito de garantir a segurança em diferentes aspectos. O uso de insetos como alimento para humanos, ainda é algo novo, mas alguns países como Portugal e França já iniciaram as questões legais no que diz respeito à comercialização (IPIFF, 2016).

Em 2015, foi criada na Europa uma organização sem fins lucrativos (International Platform of Insects for Food and Feed - IPIFF), com o intuito de promover o uso de insetos e produtos derivados como fonte de nutrientes para o consumo humano e animal. A plataforma é composta por mais de 50 membros entre produtores e empresas, incluindo a Ynsect na França, Protix na Holanda, Agriproteína na África do Sul e Entofood na Malásia. Ao consolidar o IPIFF, os membros têm como intenção garantir que alimentos e

rações de insetos sejam seguros para consumo humano e animal, o IPIFF é um marco, pois outras localidades têm se baseado em suas diretrizes (N. PRETESEILLE et al., 2018).

A Europa possui três regulamentos que contribuíram na formalização dos insetos comestíveis: o Regulamento (CE) N° 178/2002 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 28 de janeiro de 2002 que determina os princípios e normas gerais da legislação alimentar. O regulamento (CE) N° 882/2004 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 29 de abril de 2004, relativo aos controles oficiais realizados para assegurar a verificação do cumprimento da legislação de alimentos para animais, aos gêneros alimentícios, das normas relativas à saúde e ao bem-estar dos animais. E o Regulamento (CE) de 2015 que entrou em vigor no ano de 2018.

Em 2014, a FAO reuniu na Holanda 400 cientistas, empresários, delegados de organizações internacionais e governamentais de mais de 45 países para a conferência “Insetos para Alimentar o Mundo”. Este evento foi responsável por realizar as avaliações de risco relacionadas ao uso de insetos como alimento ou ração (WILDERSPIN e HALLORAN, 2018). Assim, pode-se dizer que muitos avanços ocorreram pelos esforços combinados de organizações como a FAO, juntamente com cientistas e especialistas através do projeto PROteINSECT em prol de um marco regulador capaz de responder positivamente às evidências para o uso seguro dos insetos na alimentação (WILDERSPIN e HALLORAN, 2018).

No Brasil, a regulamentação para o uso dos insetos alimentícios como produto e/ou ingrediente são esperanças. Não existe proibição para o consumo e cultivo dos insetos, nem legislação específica, contudo, devem ser utilizadas as diretrizes de regulamentação da ANVISA para novos produtos. Esses procedimentos devem ser seguidos até a publicação de normas específicas para os insetos, até lá, os interessados na regulamentação como universidades, empresas e governo precisam caminhar juntos para garantir a segurança dos alimentos, o que é possível através de pesquisas e análises que assegurem a integridade e qualidade dos novos produtos (APPA, 2011).

Assim como na União Europeia, para a ANVISA, os produtos com insetos na composição estão, a princípio, sendo analisado como novos produtos, isso porque não pode ser considerado um alimento padrão, pois não existe um modelo estabelecido. Já para os Estados Unidos, os insetos estão inseridos na categoria de Aditivos Alimentares (PROteINSECT, 2013).

Para o cadastro de novos produtos na plataforma da ANVISA têm-se quatro etapas, que culminam em uma espécie de dossiê. Em cada capítulo é abordado algo distinto, dentre

eles, a caracterização do produto, insetos inteiros ou processados; a descrição do produto juntamente com a composição nutricional e seus biomarcadores; os potenciais riscos; e a análise da cadeia alimentar brasileira. Esse último não é exigido ainda, pois não há registros de hábitos alimentares a base de insetos (IFIF, 2016). No que se trata dos potenciais riscos que os produtos possam causar a um indivíduo, são tratadas com maior cautela, nesse tópico as exigências são maiores, devem ser previstos os possíveis riscos, a capacidade alergênica e avaliações toxicológicas, formando o perfil do público que poderá consumir o produto (IFIF, 2016).

Assim, é necessário comprovar e garantir que o produto não irá causar nenhum dano à saúde humana, como também, garantir a boas práticas de fabricação. Dessa forma, hoje no Brasil pode-se, em certa medida, regularizar produtos que contenham insetos em sua composição, desde que sigam as exigências de novos alimentos da ANVISA (APPA, 2011).

Diante de todo o exposto, é evidente a necessidade de mais pesquisas sobre fontes alternativas de alimentos, sobretudo, na possibilidade dos insetos serem considerados como alimentos alternativos. Assim, com o intuito de fornecer dados sobre o potencial nutricional de insetos comestíveis, essa pesquisa visa avaliar duas espécies de insetos nativos, a *Atta sexdens* e o *Pachymerun nucleorum*. À vista disso, foi realizada a caracterização nutricional com a finalidade de conhecer suas qualidades para a inserção em dietas humanas, uma vez que esses insetos, de algum modo, já estão inseridos nos hábitos alimentares de algumas regiões, e foram encontrados pouquíssimos trabalhos com a perspectiva nutricional para essas espécies.

REFERÊNCIAS

- AGEA, J.; BIRYOMUMAISHO, D.; BUYINZA, M.; NABANOOGA, G. Commercialization of *Ruspolia nitidula* (Nsenene grasshoppers) in Central Uganda. *African Journal of Food Agriculture and Development*, 8(3): 319–332, 2008.
- ALVES, A. V. et al. Chemical composition and food potential of pachymerus nucleorum larvae parasitizing Acrocomia aculeata kernels. *PloS one*, 11.3: e0152125, 2016.
- ALVES A.V. et al. Chemical Composition and Food Potential of Pachymerus nucleorum Larvae Parasitizing Acrocomia aculeata Kernels. *PLoS ONE*, 11(3), 2015
- APPA. **Import and Safety regulations**. 2011. Disponível: <http://www.appa.com.au/import-and-safety-regulations>. Acesso em 20 de dezembro de 2019.
- ARAVIND L.; DEVEGOWDA S.R.; SAKET KUSHWAHA; KALPANA KUMARI Alternative food production and consumption: Evolving and exploring alternative protein supplement potential through Entomocetricals. *International Journal of Chemical Studies*; 7(2): 1393-1397, 2019.
- AYIEKO M. A; KINYURU J.N.; KENJI, N. G.M. Nutritional value and consumption of black ants (*Carebara Vidua smith*) from the Lake Victoria region in Kenya. *Adv J Food Sci Technol*, 4: 39–45, 2012.
- BACCARO, F. B. et al. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora Inpa, 2015.
- BARROSO F. G. et al. Insects as food: enrichment of larvae of *Hermetia illucens* with omega 3 fatty acids by means of dietary modifications. *J Food Compos Anal*, 62:8–13, 2017.
- 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*, 5(3), 298-301, 2006.
- BISCONSIN-JUNIOR, A. Composição de Insetos Comestíveis. **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de alimentos**. Pará. 2018.
Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/327118458_Composicao_de_insetos_comestiveis/link/5b7ae3d04585151fd123b839/download> acesso em 04 de fevereiro de 2020.
- BLÁSQUEZ, J. R. E.; MORENO, J. M. P.; CAMACHO, V. H. M. Could grasshoppers be a nutritive meal. *Food and Nutrition Sciences*, 3(2), 164-175, 2012.
- BOSCH, G. et al. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. *Journal of Nutritional Science*, n. 3, 2014.
- CARDOSO; S.A.E. **Utilização de Insetos na Alimentação Humana e Animal**. Dissertação (dissertação em Medicina Veterinária). Universidade Lusófona de

Humanidades e Tecnologias Faculdade de Medicina Veterinária. Lisboa, 2016.

CHEUNG; T. L.; MORAES. M. S.; Inovação no setor de alimentos: insetos para consumo humano. **INTERAÇÕES**, Campo Grande, MS, v. 17, n. 3, p. 503-515, jul./set. 2016. DOI: [http://dx.doi.org/10.20435/1984-042X-2016-v.17-n.3\(12\)](http://dx.doi.org/10.20435/1984-042X-2016-v.17-n.3(12)).

COSTA-NETO; E. M. Anthro-entomophagy in Latin America: an overview of the importance of edible insects to local communities. **J Insect Food Feed** 1:17–23, 2015. doi: <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0015>

COSTA-NETO; E. M.; Insetos como fontes de proteínas para o homem: valoração de recursos considerados repugnantes. **Interciência**, vol. 28, núm. 3, março, pp. 136-140, 2003. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33907802>. Acesso em: 27 de dezembro de 2019.

COSTA- NETO; E. M. **Estudos etnoentomológicos no estado da Bahia, Brasil: uma homenagem aos 50 anos do campo de pesquisa**. Laboratório de Etnobiologia - Departamento de Ciências Biológicas - Universidade Estadual de Feira de Santana, 2003.

COSTA-NETO, E. M. Insetos como recursos alimentares nativos no semiárido do Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. **Zonas Áridas**, v. 1, n. 8, p. 32-39, 2004.

CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A.Y. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Value of Water Research Report**, n. 13. Paris, 2003.

CRUZ-LABANA; J.D. et al. Nutritional content of *Liometopum apiculatum* Mayr larvae (“escamoles”) by vegetation type in north-central Mexico. **Aspen**, 2018. doi: 10.1016/j.aspen. 2018.09.008.

DARY, O; HURRELL, R. **Guidelines on food fortification with micronutrients**. World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations: Geneva, Switzerland, 2006.

DELABIE J. H. C. et al. Distribuição das formigas-cortadeiras *Acromyrmex* e *Atta* no Novo Mundo. In: Della Lucia TMC, Editora. **Formigas-Cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. 1 ed. Viçosa: UFV. pp. 421, 2011.

DUFOUR, D.L. 1987. Insects as food: a case study from the northwest Amazon. **American Anthropologist**, 89(2): 383- 397.

EILENBERG. J; VAN LOON, J. J. A. **Insects: Key Biological Features**. Laboratory of Entomology, Wageningen University and Research, 2018.

EMBRAPA. Semi-Árido. Documentos (199). DRUMOND; M. A. **Licuri *Syagrus coronata*** (Mart.) Becc/. Petrolina – PE, 2007.

European Union. Commission Regulation (EU) 2017/893. Available online: <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:32017R0893>. Acesso em 28 de dezembro de 2019.

FOOD & AGRICULTURE ORGANIZATION. (FAO). Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. **Food Nutr. Pap.** 91, 1–166, 2010.

_____. **State of food and agriculture 2010-2011.** Women in agriculture: closing the gender gap for development. Rome, 2011.

_____. **FAO at Rio +20,** 2012. (available at www.fao.org/rioplus20/en/). Acesso em Dezembro de 2019.

_____. **Edible insects. Future prospects for food and feed security.** Rome. p. 1–201, 2013.

_____. **Insectes comestibles Perspectives pour la sécurité alimentaire et l' alimentation animale.** FAO Forestry Paper Editeur, 2014.

_____. **The contribution of insects to food security, livelihoods and the environment,** 2015. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/018/i3264e/i3264e00.pdf> >. Acesso em: 20 de outubro de 2019.

FENG, Y. ; CHEN, X. Reviews on the research and utilization of insect health care foods. **Journal of Shandong Agricultural University (Natural science)**, 40(4): 676–680, 2009.

FINKE, M. D. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. **Zoo Biology: Published in Affiliation with the American Zoo and Aquarium Association**, 21(3), 269-285, 2002.

FILHO; W B.N; FRANCO, C. R; Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil. **Rev. Virtual Quim**, 2015, 7 (6), 1968-1987. 2015. <http://www.uff.br/rvq>> disponível > <http://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view880/627>> acesso em 30 de novembro de 2019.

FONTES. V.; SANTOS, C. MONTEIRO, V. Composição e aplicação da formiga Içá na culinária do brasileira. **Brazilian Technology Symposium**, 2018. ISSN 2447-8326. V.1 © 2018 BTTYM Composição e aplicação da formiga. Disponível: <http://www.lcv.fee.unicamp.br/images/BTTYm18/Papers/083.pdf>. Acesso 30 de janeiro de 2020.

GALLO, D. O. et al. **Manual de entomologia agrícola** 2º ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 649p., 1988. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=555338&pid=S0301-8059199700010000500011&lng=en. Acesso em 30 de janeiro e 2020.

GAHUKAR R. T. Entomophagy and human food security. **International Journal of Tropical Insect Science**, 31(3): 129–144, 2011.

GOVORUSHKO, S. Global status of insects as food and feed source: **A review. Trends in Food Science & Technology**, 91, 436-445, 2019.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S.; MCINNES, K. H. **The Insects: An Outline of Entomology.** Wiley-Blackwell, Chichester, 2014.

GRENHA, V.; M.V. MACEDO; R.F. MONTEIRO. Predação de sementes de *Allagoptera arenaria* (Gomes) O' Kuntze (Arecaceae) por *Pachymerus nucleorum* Fabricius. (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 52: 50-56, 2008.

HALL; F. G. et al. Functional properties of tropical banded cricket (*Grylloides sigillatus*) protein hydrolysates. **Food Chem** 224:414–422, 2017.

HALLORAN, A. et al. Regulating edible insects: the challenge of addressing food security, nature conservation, and the erosion of traditional food culture. **Food Secur** 7:739–746, 2015.

HALLORAN, A.; FLORE R.; MERCIER C. Notes from the “insects in a gastronomic context” workshop in Bangkok, Thailand. **J Insects Food Feed**: 1–4, 2015.
<https://doi.org/10.3920/JIFF2015.0070>.

HALLORAN A, HANBOONSONG Y, ROOS N, BRUUN S. Edible Insects in Sustainable Food Systems. **Food Secur** 7:739–746, 2018.

HOMANN, A.M. et al. . Acceptability of biscuits containing 10% cricket (*Acheta domesticus*) compared to milk biscuits among 5-10-year-old Kenyan schoolchildren. **J Insects Food Feed** 3:95–103, 2017.

HOPE, R.A. et al. Experimental analysis of adoption of domestic mopane worm farming technology in Zimbabwe. **Development Southern Africa**, 26: 29–46, 2009.

IFIF- INTERNATIONAL FEED INDUSTRY FEDERATION (2011). Disponível >
<https://ifif.org/> acesso em 10 de dezembro de 2019.

IPIFF. (2016). Food Safety First – First time Right. International Platform of Insects for Food and Feed (IPIFF). Disponível.>
http://ipiff.org/wpcontent/uploads/2018/06/ipiff_briefing_180525.pdf. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

JO L 147 de 9.6.1975, p. 13. **Directiva alterada pela Directiva 2015/83/CE do Parlamento Europeu e do Conselho** (JO L 311 de 28.11.2015, p. 67). Acesso em 20 de novembro de 2019; disponível:
<https://eurlex.europa.eu/legalcontent/PT/TXT/PDF/?uri=OJ:C:2015:311:FULL&from=ES>

JEON, Y. H. et al. Physicochemical properties and oxidative stabilities of mealworm (*Tenebrio molitor*) oils under different roasting conditions. **Food science and biotechnology**, 25(1), 105-110, 2016.

KATAYAMA, N. et al. Entomophagy: a key to space agriculture. **Adv. Space. Res.** 41: 701-705, 2008.

KINYURU, J.N., KENJI, G.M.; NJOROGE, M.S. Process development, nutrition and sensory qualities of wheat buns enriched with edible termites (*Macrotermes subhyalinus*) from Lake Victoria region, Kenya. **African Journal of Food and Agriculture Nutrition and Development**, 9(8): 1739–1750, 2009.

KINYURU, J.N.; KONYOLE, S.O.; ROOS N ET, A.L. Nutrient composition of four species of winged termites consumed in western Kenya. **J Food Compos Anal** 30:120–124, 2013.

KINYURU, J.N. et al. Effect of processing methods on the in vitro protein digestibility and vitamin content of edible winged termite (*Macrotermes subhylanus*) and grasshopper (*Ruspolia differens*). **Food Bioprocess Technol** 3:778–782, 2010.
<https://doi.org/10.1007/s11947-009-0264-1>

KELEMU, S.; NIASSY, S.; TORTO, B. African edible insects for food and feed: inventory, diversity, commonalities and contribution to food security. **J Insects as Food Feed** 1:1–17, 2015. <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0016>

KLUNDER, H.C. et al. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. **Food Control**, 26: 628–631, 2012.

KOIN. NG. L.; SANTOS. J. C.; DRUZIAN. J. I.; SOUZA, C. O. Identificação e Quantificação do Perfil dos Ácidos Graxos de Insetos por Bligh Dyer como Fonte Alternativa de Alimento. **I Congresso Brasileiro de Insetos Alimentícios e Tecnologias Associadas**; II Simpósio Brasileiro de Antropoentomofagia; 2019. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/205500/1/Anais-Congresso-124-128.pdf>> acesso em 28 de janeiro de 2020.

KOUŘIMSKÁ, L., & ADÁMKOVÁ, A. Nutritional and sensory quality of edible insects. **NFS JOURNAL**, 4, 22-26, 2016.

KUNDUNGAL, H. et al. Efficient biodegradation of polyethylene (HDPE) waste by the plastic-eating lesser waxworm (*Achroia grisella*). **Environmental Science and Pollution Research**, 1-11, 2019.

KUNTADI, K.; ADALINA, Y.; MAHARANI, K. E. Nutritional compositions of six edible insects in Java. **Indonesian Journal of Forestry Research**, v. 5, n. 1, p. 57-68, 2018.

LORENZI, H.; MELLO FILHO, L. E. **As plantas tropicais de Roberto Burle Marx; the tropical plants of R. Burle Marx**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 488p., 2001.

LUSAS, E. W.; RIAZ, M. N. Soy proteins products: processing and use. **J. Nutr.**, v. 125, n. 35, p. 573 - 580, 1995.

MATOS, A.T. **Tratamento de resíduos agroindustriais: curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2005.

MANDITSERA, F. A. et al. The contribution of wild harvested edible insects (*Eulepida mashona* and *Henicus whellani*) to nutrition security in Zimbabwe. **Journal of Food Composition and Analysis**, 75, 17–25, 2019.

MICHAELSEN, K. F. et al. **Choice of foods and ingredients for moderately malnourishe**, 2009.

NFDN. Nigerian food database. **Nigeria Foods Database Network** (NFDN), 2017. Available: <http://nigeriafooddata.ui.edu.ng/>

NZIKOU, J. M. et al. Characterisation and Nutritional Potentials of " Rhynchophorus phoenicis" Larva Consumed in Congo-Brazzaville. **Current Research Journal of Biological Sciences**, 2(3), 189-194, 2010.

PRETESEILL, N. et al. Asian Food and Feed Insect Association, Bangkok, Thailand T. Weigel. **Insects in Thailand: National Leadership and Regional Development, from Standards to Regulations Through Association**, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível >
<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>> acesso em 25 de janeiro de 2020.

OSIMANI, A. et al. Insight into the proximate composition and microbial diversity of edible insects marketed in the European Union. **European Food Research and Technology**, v. 243, n. 7, p. 1157-1171, 2016.

PAUL A, F. M. et al. Grasshoppers as a food source? A review. **Biotech Agron Soc Environ**, 20(S1):1–16, 2016.

PIMENTEL, D. et al. Water resources: agricultural and environmental issues, **BioScience**, 54: 909–918, 2004.

POLYCARPO; G. V. R. et al. Enriquecimento da dieta do bicho-da-seda com extrato hidrossolúvel de soja da com extrato hidrossolúvel. 1669. **Ciência Rural**, v.42, n.9, set, 2012. ISSN 0103-8478. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n9/a26012cr5804.pdf> acesso 20 de janeiro de 2020.

PROTEINSECT, SMITH R, PRYOR R. Mapping Legislation Report. Public Deliverable 5.1, 2013.

RAHEEM, D. et al. Entomophagy: Nutritional, ecological, safety and legislation aspects. **Food Research International**, 108672, 2019.

RAMOS ELORDUY, J. The importance of edible insects in the nutrition and economy of people of the rural areas of Mexico. **Ecology of Food and Nutrition**, 36: 347–366, 1997.

RAMOS ELORDUY, J. Insects: a hopeful food source. In M.G. Paoletti, ed. **Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development**, New Hampshire, Science Publishers, pp. 263–291, 2005

RAMOS-ELORDUY J. M. et al. Estudio comparativo del valor nutritivo de varios coleopteran comestibles de México y Pachymerus nucleorum (Fabricius, 1792) (Bruchidae) de Brasil. **Interciencia**. 31: 512-516., 2006.

RAMOS ELORDUY, J. Anthro-po-entomophagy: cultures, evolution and sustainability. (Special issue: trends on the edible insects in Korea and abroad). **Entomological Research**, 39: 5: 271–288, 2009.

RAMOS ELORDUY, J., CARBAJAL VALDÉS, L.A.; PINO, J.M. Socio-economic and cultural aspects associated with handling grasshopper germplasm in traditional markets of Cuautla, Morelos, Mexico. **J. Hum. Ecol.**, 40(1): 85–94, 2012.

RATCLIFFE; N.A; MELO;C.B; AZANBUJA. P. Insect natural products and processes: new treatments for human disease. **Insect Biochem Mol Biol** 41(10): 747-769, 2011.

ROMEIRO, E. T; OLIVEIRA, ID de; CARVALHO, E. F. Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão. **Contextos da Alimentação–Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**, v. 4, n. 1, 2015.

http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wp-content/uploads/2015/10/54_CA_artigo_ed_Vol_4_n_1_15_2.pdf> acesso em 10 novembro de 2019.

RUMPOLD, B.A. & SCHLÜTER, O.K. 2013. **Nutritional composition and safety aspects of edible insects.** *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(3) (DOI 10.1002/mnfr.201200735).

SACHS, J. Rethinking macroeconomics: knitting together global society. **The Broker**, 10: 1–3, 2010.

SAINI, R. K., & KEUM, Y. S. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance—A review. **Life sciences**, 203, 255-267, 2018.

SANTOS, H. M. V; SANTOS, V. de J. **Estudo etnobotânico do licuri Syagrus coronata (Martius) Beccari em Senhor do Bonfim**, Bahia. 2002. Disponível em: <http://projetolicuri.ubbihp.com.br/pages/resultados2.htm>. Acesso em 29 de janeiro de 2020.

SILVA. A. J; MENENEGON. L; PRENTICE. C. Como os diferentes estágios do desenvolvimento interferem na composição proximal da barata cinérea (nauphoeta cinerea). DOI:10.34117/bjdv5n12-315. Disponível: <http://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/5674/5121>. Acesso em 30 de janeiro de 2020.

SILVA, S. B. A; FRAZÃO, J. M. F. F; CAYRES, G. Entomofagia e Segurança Alimentar com Pachymerus Nucleorum (Gongo) em áreas de ocorrência de Babaçu. **I Congresso Brasileiro de Insetos Alimentícios e Tecnologias Associadas II Simpósio de Antropoentomofagia**. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/205500/1/Anais-Congresso-124-128.pdf>> acesso em 04 de fevereiro de 2020.

SILVA-CARDOSO, I. M. A, SOUZA, A. M, SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. The palm tree Syagrus oleracea Mart. (Becc.): A review. *Scientia Horticulturae* 225 (2017) 65–73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.054>.

SPIEGEL. V.D. M.; NOORDAM, M. Y.; VAN DER FELS-KLERX, H. J. Safety of novel protein sources (Insects, microalgae, seaweed, duckweed, and rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production. **Compr Rev Food Sci Food Saf** 12(6):662–678, 2013.

STEINFELD, H. et al. **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. Rome, FAO, 2006.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T. Livestock's long shadow: environmental issues and options. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome, 2006.

SUN-WATERHOUSE D. et al. Transforming insect biomass into consumer wellness food: a review. **Food Res Int** 89 (1): 129–151, 2016.

TAKEITI, C. Y.; SOUZA, A. S.; NETTO, F. M. Influência do tratamento térmico nas propriedades de solubilidade e de emulsificação de isolados protéicos de soja e seus hidrolisados enzimáticos. **Braz. J. Food Technol.**, v. 7, n. 1, p. 87 - 101, 2004.

TUDA; M. Applied evolutionary ecology of insects of the subfamily bruchinae (coleoptera: chrysomalidae). **Appl. Entomol.Zool.** 42 (3): 337-346, 2007.

VAN HUIS, A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. **Annual Review of Entomology**, 58(1): 563–583, 2013.

VAN HUIS, A. Edible insects are the future?. **Proceedings of the Nutrition Society**, 75(3), 294-305, 2016.

VAN HUIS, A., DICKE, M.; VAN LOON, J. J. A. Insects to feed the world. **Journal of insects as Food and Feed**, 1(1), 3-5, 2016.

VELHO, L.; VELHO, P.: 'A controvérsia sobre o uso de alimentação alternativa no combate à subnutrição no Brasil'. **História, Ciências, Saúde Manguinhos**, Rio de Janeiro, vol. 9 (1): 125-57, jan.- abr. 2002.

VERKERK M. C. et al. Insect cells for human food. **Biotechnol Adv**, 25: 198 – 202, 2007.

VRIES M, DE BOER IJM (2010) Comparing environmental impacts for livestock products: a review of life cycle assessments. *Livest Sci* 128:1–11. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.11.007>.

WILDERSPIN. D. E; HALLORAN, A. **The Effects of Regulation, Legislation and Policy on Consumption of Edible Insects in the Global South**. Department of Nutrition, Exercise and Sports, Faculty of Science, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark, 2018.

WOMENI, H. M. et al. Oils of insects and larvae consumed in Africa: potential sources of polyunsaturated fatty acids. **Oléagineux, Corps gras, Lipides**, 16(4-5-6), 230-235, 2009.

ZIELIŃSKA, E. et al. Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. **Food Research International**, 77, 460-466, 2015.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE *ATTA SEXDENS* E *PACHYMERUS NUCLEORUM*: PERSPECTIVAS DO POTENCIAL PARA INSERÇÃO ALIMENTAÇÃO HUMANA

Caracterização Nutricional de Insetos Comestíveis (*Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*): Perspectivas do Potencial para Inserção na Alimentação Humana

RESUMO

A população humana vem crescendo em ritmo exponencial, e globalmente, há a necessidade de buscar alternativas de alimentos. Devido ao alto valor nutritivo, os insetos comestíveis têm atraído a atenção como fontes viáveis para consumo humano. Assim, o objetivo desse estudo foi determinar as características físico-químicas, antioxidantes e microbiológicas de duas espécies de insetos (formiga - *Atta sexdens* e larva do coco - *Pachymerus nucleorum*) a fim de avaliar o uso potencial desses, na alimentação. Os resultados demonstraram que proteínas (39,01% e 26,14%) e lipídios (28,20% e 52,19%) foram os componentes majoritários, seguido de fibras (23,57% e 14,51%) para *A. sexdens* e *P. nucleorum* respectivamente. Em adição, os insetos apresentaram altas porcentagens de ácidos graxos insaturados (*A. sexdens* - 76,12% e *P. nucleorum* - 47,23%), com destaque para o ácido graxo essencial C18:2n-6 (*A. sexdens* - 61,46% e *P. nucleorum* - 7,19%), que foi superior ao da carne bovina em ambas as espécies. Larvas de *P. nucleorum* apresentaram elevado conteúdo de compostos fenólicos (836,39 mg GAE/100g) e atividade antioxidante (44,33%), com valores superiores aos de frutas tradicionais. Para as análises microbiológicas, *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* foram ausentes para ambas as espécies. Os resultados evidenciam que as espécies analisadas podem ser consideradas viáveis como fonte alternativa de alimento, pois possuem potencial valor nutricional, devendo assim, serem exploradas como um recurso natural e renovável para alimentação humana.

Palavras-chave: entomofagia; novos alimentos, valor nutricional, insetos comestíveis, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a população mundial tem crescido em ritmo exponencial e estima-se que até 2050 atingirá 9,7 bilhões de pessoas, sendo a escassez de alimentos um dos maiores problemas que a humanidade enfrentará. Assim, será cada vez maior a necessidade de fornecimento de alimentos para atender as crescentes demandas nutricionais, tornando a busca por fontes alternativas, um desafio constante (ONU, 2017; HENCHION et al., 2017)

A mudança nos hábitos alimentares e o aumento no consumo de produtos de origem animal, potencializou o desenvolvimento dos regimes intensivos de produção. A perspectiva é que até 2030, a produção bovina, suína e de aves cresça (12,7%, 20% e 40,4%, respectivamente), porém, em níveis insatisfatórios para alimentar uma população em crescimento acelerado (FAO, 2013; FAO, 2018). Deve ainda ser considerado que a produção de “carne” (especialmente bovina) é em certo ponto ineficiente, consumindo mais proteína comestível do que aquela que produz – por cada kg de proteína animal produzida, são gastos 6kg de proteína de origem vegetal. Assim, a sustentabilidade econômica dessa forma de produção (elevado consumo de recursos *versus* baixa taxa de conversão alimentar), será posta em causa num futuro próximo, alertando para a necessidade de novas oportunidades de produção (PIMENTEL & PIMENTEL, 2003; VAN-HUIS, 2013; HENCHION et al., 2017). Nesse cenário, a entomofagia, que é a prática de consumir insetos como alimento, vem se destacando como uma fonte viável e alternativa de consumo nutricional (RAHEEM, 2019; GOVORUSHKO, 2019).

Os insetos podem ser considerados como fontes sustentáveis de proteína, isso porque são muitos os fatores que dão suporte para promover e fomentar sua inserção na alimentação. Dentre estes, a necessidade de menos espaços e água, maior fecundidade, melhor taxa de conversão alimentar, podendo chegar de kg de alimento por kg de ganho de peso, menor emissão de gases do efeito estufa, podendo ainda serem criados em resíduos orgânicos, o que contribui para a valorização da biomassa e sustentabilidade da produção (FAO, 2013; OONINCX et al., 2015). É amplamente referido que estes animais se destacam pelo seu elevado conteúdo proteico, com valores até 30% superior aos de fontes tradicionais (bovina, suína e aves). Apresentam quantidades significativas de aminoácidos essenciais como: leucina, lisina, metionina e fibra alimentar, além de ácidos graxos poliinsaturados (ômega 3, 6 e 9) e micronutrientes como cobre, ferro, magnésio e vitaminas (A, C e complexo B) (RUMPOLD & SCHLÜTER, 2013; VAN HUIS et al.,

2016; FAO, 2018).

Nos últimos anos, o incentivo para o consumo de insetos, como alternativa à proteína animal convencional, tornou-se objeto de estudo em diferentes grupos e agências. Em 2013, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) juntamente com pesquisadores holandeses publicaram um relatório com o intuito de incentivar a produção e o consumo destes animais para a alimentação humana (VAN HUIS et al. 2013; FAO, 2015). Em 2014, a Agência Federal para a Segurança da Cadeia Alimentar da Bélgica publicou normas gerais para criação e comercialização de insetos e seus derivados para o consumo humano (AFSCA, 2014), no mesmo ano, ocorreu o primeiro congresso sobre o tema: *Insects to Feed the World* (Ede, Holanda) e em 2015, foi criado o primeiro periódico científico sobre o assunto: *Journal of Insects as Food and Feed* (ISSN: 2352-4588). Recentemente, em maio de 2017, o Serviço Federal de Segurança de Alimentos e Veterinária da Suíça reconheceu o uso de três espécies de insetos para alimentação humana: *Tenebrio molitor*, *Acheta domesticus* (grilo) e o *Locusta migratória* (Gafanhoto-migratório), permitindo a comercialização de produtos alimentícios (FSVO, 2017).

Embora a entomofagia seja comum em muitas áreas do mundo, incluindo partes da Ásia, África e América Latina, o consumo de insetos para a alimentação é relativamente incomum no ocidente, no qual as pessoas consideram essa prática como repugnante, despertando sessões de nojo e repulsa. Isso porque, na cultura local, os insetos estão associados a doenças, pragas e subdesenvolvimento ou pobreza (HARTMANN et al., 2015; ANANKWARE et al., 2015, VAN HUIS, 2013; LOOY, DUNKEL, & WOOD, 2014).

No Brasil, algumas comunidades possuem o costume de comer insetos, a exemplo a *Atta sexdens*, conhecida como içá ou tanajura, uma espécie de formiga que faz parte da alimentação de muitas pessoas, principalmente, no norte e nordeste do país. Outro destaque é a larva do besouro *Pachymerus nucleorum*, conhecida como larva do coco, congó ou morotó do coco. Esse é um besouro comum em palmeiras como o “babaçu” (*Attalea speciosa*), “piaçava” (*Attalea funifera*) e “licuri” (*Syagrus coronata*), da qual as larvas se desenvolvem no interior do fruto, se alimentando exclusivamente da semente (COSTA-NETO, 2013; SILVA-CARDOSO et al, 2017). Entre as espécies encontradas no nordeste do Brasil, a palmeira do “licuri” possui sementes com propriedades antioxidantes e antimicrobiana, além de ricas em ácidos graxos (SANTOS et al., 2019; BELVISO et al., 2013), cuja composição pode ser transferida para a larva que dela se alimenta.

Diante do exposto, essa pesquisa teve como objetivo avaliar a potencialidades de duas espécies de insetos comestíveis (*Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*) como fontes nutricionais e alternativas de alimentos, através da caracterização físico-química, microbiológica e propriedades antioxidantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

As formigas da espécie *Atta sexdens* foram adquiridas diretamente com produtor da cidade de Silveiras, Vale do Paraíba – SP, e as larvas *Pachymerus nucleorum*, extraídas da semente da palmeira *Syagrus coronata* (“licuri”), foram doadas pela Cooperativa de Produção da Região do Piemonte da Diamantina (COOPES), localizada na cidade Capim Grosso – BA. Ambos os espécimes foram abatidos por congelamento (-20 °C) e transportados sob refrigeração para o Laboratório de Pescados e Cromatografia Aplicada (LAPESCA), localizado na Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, em três lotes diferentes. Após a recepção, as amostras foram higienizadas, porcionadas em frações de 100 g e armazenadas em ultrafreezer (-80 °C) até a realização das análises. A taxonomia dos espécimes foi determinada no Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia.

Avaliação das Amostras

Para a caracterização dos insetos comestíveis (*Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*) os mesmos foram avaliados em base úmida (*in natura*), bem como por meio da elaboração de farinhas integrais e desengorduradas.

Elaboração das Farinhas

Para obtenção da farinha integral, os insetos *in natura* foram mantidos em estufa com circulação de ar (Nova Ética, 400/2ND-300) a 55 °C por 24 horas, seguidas de trituração em moedor elétrico (Cadence – Di Grano) e uniformização da granulometria em peneira (Bertel, mesh 24). Posteriormente o material foi fracionado, embalados em sacos de polietileno e mantidos em ultrafreezer a -80 °C. Para a obtenção da farinha desengordurada, foi adotado o procedimento padronizado por Mendonça (2006). Para tanto, a farinha integral foi agitada por 5h com hexano na proporção de 1:8 (m/v), seguido de decantação e reextração com hexano (1:4 m/v) por mais 5h. Posteriormente o material

decantado foi seco em estufa com ventilação de ar forçado a 50 °C, por 12hs. O material obtido foi uniformizado por granulometria (Bertel, mesh 24), fracionado, embalado em sacos de polietileno e mantidos em ultrafreezer a -80 °C.

Métodos

Para a caracterização dos espécimes *in natura* (base úmida) e das farinhas obtidas (integral e desengordurada), foram realizadas análises físico-químicas (umidade, proteínas, lipídios, cinzas, fibra bruta, atividade de água e perfil de ácidos graxos), antioxidantes (compostos fenólicos, flavonoides e DPPH) e microbiológicas (Coliformes a 35 °C e 45 °C, Bolores e Levedura, Mesófilos, *Salmonella* sp. e *Escherichia coli*). Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em média e desvio padrão.

Caracterização Físico-Química

As análises de umidade, proteínas totais (fator de conversão 6,25), cinzas e fibra bruta (método gravimétrico), foram realizadas de acordo com o preconizado pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 012/IV; 036/IV; 01/IV; 044/IV, 2008) respectivamente, a determinação de lipídios totais pelo método de Bligh & Dyer (1959), teor de carboidratos por diferença (Brasil, 2003) e atividade de água por determinação direta com higrômetro Aqualab Lite (AL1612, Decagon Devices, USA) à temperatura de 25 °C. O valor energético foi calculado utilizando os fatores de Atwater, que estabelece 4 kcal/g para proteína e carboidrato e 9 kcal/g para lipídios (SCHAKEL et al., 2009).

Identificação e Quantificação de Ácidos Graxos

A identificação e quantificação de ácidos graxos seguiu a metodologia proposta por Souza et al. (2017). Para tanto, uma alíquota dos lipídios totais foi submetida à reação de saponificação com NaOH em metanol (0,5 N), seguida de metilação com BF₃ (12% em metanol) e extração com isoctano. Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados em cromatógrafo a gás (Perkin Elmer Clarus 680) equipado com detector de ionização de chama e coluna DB – Fast FAME (30 m x 0,25 mm×0,25 µm). Os parâmetros de análises foram: temperatura do injetor 250 °C; temperatura do detector 280 °C; temperatura do forno programada para 50 °C por 1 minuto, aumentando 25 °C/min. até 194 °C; permanecendo nessa temperatura por 1 minuto, aumentando 5 °C/min. até 245 °C; e permanecendo nessa temperatura por 5 minutos. O Hélio foi utilizado como gás de arraste com fluxo de 1,0 mL/min. e as injeções foram realizadas no modo split (1:50) com volume

de 1 μ L. A identificação dos ácidos graxos foi realizada por comparação dos tempos de retenção dos picos das amostras com o tempo de retenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos do padrão mix (189-19, Sigma, EUA) e a quantificação por normalização de áreas.

Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante

As análises de compostos fenólicos, flavonoides e DPPH foram realizadas nas farinhas desengorduradas, uma vez que a presença de lipídios pode ser um interferente (SHAHIDI & NACZK, 1995). Assim, para a elaboração dos extratos, foram utilizados 100 mg de amostra desengordurada e 10 mL de metanol:água (80:20). A mistura foi homogeneizada em vórtex por 5 minutos e centrifugada a 4.000 rpm, 24 °C e por 5 minutos. Posteriormente o sobrenadante foi recolhido para realização das análises.

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método de *Folin-Ciocalteu*, descrito por Singleton & Rossi (1965), no comprimento de onda de 760 nm (Espectrofotometro Perkin Elmer-Lambda 35, São Paulo, Brasil). Para a quantificação, foi utilizada uma curva padrão (100 – 1000 mg/mL) elaborada com ácido gálico (Sigma-Aldrich Chemical) e os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico por grama da amostra (mg EAG.100 g⁻¹). Os flavonoides foram determinados pelo método de Lee et al (2003), no comprimento de onda de 510 nm e quantificação por curva padrão (100 – 1000 mg/mL) de epicatequina (Sigma-Aldrich Chemical), sendo os resultados expressos em miligramas de equivalente de epicatequina por grama da amostra (mg EPI. 100 g⁻¹).

A atividade sequestradora de radicais DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo; Sigma-Aldrich Chemical) foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Brand-Willians et al. (1995) e adaptações de Rufino et al., (2007), com leitura em 517 nm. A partir dos resultados obtidos determinou-se a porcentagem de atividade antioxidante ou sequestradora de radicais livres, que foi calculada em relação ao decaimento da absorbância do controle, conforme equação 1.

$$AA(\%) = \frac{A_{controle} - A_{amostra}}{A_{controle}} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Em que: AA: atividade antioxidante; A_{controle}: absorbância da solução de DPPH sem a amostra; A_{amostra}: absorbância da amostra com o DPPH.

Análise Microbiológica

As amostras de farinhas (integral e desengordurada) foram testadas para Coliformes Termotolerantes (35 °C e 45 °C), Mesófilos, *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. (ausência ou presença em 25 g), bolores e leveduras, conforme o "*Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*" (APHA, 2001). As análises foram realizadas de acordo com a Resolução RDC N° 12/2001, que estabelece os padrões microbiológicos para produtos alimentícios (BRASIL, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características Físico-Químicas

Para avaliação das características físico-químicas das amostras de *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum* (base úmida, base seca, farinha integral e farinha desengordurada) foram avaliados os parâmetros de umidade, proteína, lipídios totais, carboidratos, fibra bruta, cinzas e atividade de água (Tabela 1). Para comparação, foram acrescentados à tabela, os valores da composição nutricional da carne bovina e farinha de soja, determinados pela Tabela Brasileira de Composição de alimentos (TACO, 2011).

Os insetos avaliados apresentaram teores de umidade inferiores aos da carne bovina, mas em concordância aos apresentados na literatura para as mesmas espécies (RUMPOLD & SCHLUTER, 2013; ALVES et al., 2016). Para produtos *in natura* o teor de umidade é uma característica a ser observada a fim de garantir a estabilidade e a segurança microbiológica (PEREIRA et al., 2003). Segundo Rumpold & Schluter, (2013) a água contida nos insetos está relacionada diretamente com o estado de hidratação, a alimentação e ao ambiente no qual os animais vivem ou são criados. Para os demais parâmetros da caracterização, os valores foram avaliados também em base seca, a fim de evitar a interferência do teor de umidade nas amostras.

Considerando os teores médios para as espécies analisadas, os principais componentes são proteínas (39,01%) e lipídios (28,20%) para *A. sexdens* e lipídios (52,19%) e proteínas (26,14%) para *P. nucleorum*, seguido por fibras e carboidratos (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização físico-químicas das amostras de *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*.

Amostras	Parâmetros								
	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)	Cinzas (%)	Fibras (%)	Aw	Energia (kcal/100g)	
Base Úmida	<i>Atta Sexdens</i>	48,96±0,48	19,91±0,25	14,30±0,01	3,57±0,01	1,23±0,05	12,03±0,05	0,736±0,01	222,62
	<i>P. nucleorum</i>	41,69±0,31	15,24±0,22	30,43±0,05	2,35±0,02	1,83±0,04	8,46±0,04	0,901±0,00	344,23
Base Seca	<i>Atta. Sexdens</i>	-	39,01±0,39	28,20±0,01	6,81±0,02	2,41±0,05	23,57±0,04	-	437,08
	<i>P. nucleorum</i>	-	26,14±0,24	52,19±0,05	4,02±0,02	3,14±0,04	14,51±0,02	-	590,35
Farinha Integral	<i>Atta Sexdens</i>	14,16±0,58	24,95±0,28	25,30±0,01	15,60±0,05	2,39±0,03	17,60±0,35	0,656±0,01	389,90
	<i>P. nucleorum</i>	11,36±0,23	20,60±0,56	44,27±0,05	10,49±0,07	2,25±0,07	11,03±0,03	0,700±0,00	522,79
Farinha Desengordurada ¹	<i>Atta Sexdens</i>	4,83±0,78	48,22±0,24	5,55±0,02	17,87±0,10	3,42±0,04	20,11±0,02	0,420±0,01	311,31
	<i>P. nucleorum</i>	2,83±0,12	61,70±0,20	6,68 ± 0,12	8,19±0,06	3,90±0,14	16,70±0,03	0,645 ±0,01	339,68
Carne Bovina ^{2,3}	74,36*	54,55	42,61	NA	2,56	NA	-	601,69	
Farinha de Soja ²	5,80*	38,22	15,50	40,87	5,41	-	-	455,86	

¹Farinha parcialmente desengordurada; ² Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), valores em base seca; ³ Capa de contrafilé com gordura; Aw: Atividade de Água; * Umidade em base úmida; NA: não aplicável.

As proteínas representaram a primeira maior porção da composição nutricional das formigas *A. sexdens* (39,01%) e a segunda das larvas de *P. nucleorum* (26,14%). Os valores são similares aos reportados na literatura para as mesmas espécies (RUMPOL & SCHLUTER, 2013; ALVES et al., 2016), mas inferiores aos da carne bovina (54,55%) (Tabela 1).

Em geral, o teor de proteínas de insetos varia entre 40 a 75 g/100 g de peso seco, o que é comparável ao teor de proteína de carnes em geral (BUKKENS, 1997; RAMOS-ELORDUY et al., 1997). A maioria das espécies de insetos converte proteína vegetal para proteína de inseto de forma extremamente eficiente, segundo Nakagai e de Foliart, (1991) e Van-Huis, (2013), a taxa de conversão alimentar de grilos é cerca de 5 a 10 vezes mais eficaz do que ovinos e bovinos, mas a composição da dieta pode alterar essa habilidade.

Devido ao alto teor de proteína, os insetos estão sendo utilizados para enriquecer

e/ou suplementar diferentes produtos alimentícios. Severini et al., (2018) desenvolveram *snacks* enriquecidos com farinha de *Tenebrio molitor* (10 e 20%), que resultou no aumento significativo de proteínas e aminoácidos essenciais. Já Gonzalés et al., (2019) avaliaram o potencial das farinhas de três espécies de insetos (*Hermetia illucens*, *Acheta domestica* e *Tenebrio molitor*) para inserção em produtos de panificação. Os resultados confirmaram que as farinhas podem ser utilizadas para substituir parcialmente a farinha de trigo sem afetar significativamente as propriedades da massa, mas melhorando a qualidade nutricional dos produtos obtidos.

Ainda em referência ao conteúdo proteico, os insetos *in natura* e as farinhas obtidas, podem, sobretudo, contribuir para o alcance do aporte proteico diário. As farinhas, integral e desengordurada, são uma excelente opção para consumo e adição em produtos, isso porque, a ingestão de insetos *in natura* ou inteiros, ainda causa repulsa nos consumidores. Para um indivíduo adulto (70 Kg), uma única porção de 60 g da farinha integral de *A. sexdens*, contribui com 74,8% da ingestão diária indicada de proteína, de acordo com *Dietary Reference Intakes - DRIs* (15 – 20%) referente a uma dieta de 2000 kcal. Já as larvas *in natura* de *P. nucleorum* e a farinha integral dessa espécie, contribuem respectivamente com 45,7% e 61,8% do aporte diário.

Outra alternativa são as farinhas desengorduradas que apresentaram elevado teor de proteínas (48,22 % - *A. sexdens* e 61,70% *P. nucleorum*). Farinhas desengorduradas podem ser obtidas após a extração do óleo desses animais. Os óleos, podem ser utilizados para diferentes fins, tanto alimentícios como biotecnológicos (MANZANO-AGUGLIARO et al., 2012; ALVES et al., 2019), enquanto o resíduo dessa extração, pode ser utilizado para a elaboração das farinhas desengorduradas. Dessa forma, é possível agregar valor aos diferentes produtos obtidos de insetos comestíveis. No entanto, é importante avaliar as concentrações de nitrogênio não proteico desses produtos, principalmente devido ao conteúdo de quitina, que pode estar presente em maiores concentrações no exoesqueleto dos insetos a depender do estágio de desenvolvimento (JANSSEN et al., 2017).

Os espécimes analisados apresentaram elevados teores de lipídios (*A. sexdens* - 28,20% e 52,29% - *P. nucleorum*), com valores superiores aos da farinha de soja (15,50%) (Tabela 1). Para as larvas de *P. nucleorum* os teores foram superiores aos da semente do “licuri” (49,20%) (BELVISO et al., 2013) e de larvas da mesma espécie obtidas da semente de “bocaiúva” (*Acrocomia aculeata*) – 37,87% (ALVES et al., 2016). Rumpold & Schluter, (2013) ao analisarem formigas mexicanas das espécies *Atta mexicana* e *Atta cephalotes* reportaram valores superiores aos encontrados nesse estudo (39% e 31%,

respectivamente). A gordura é a principal forma na qual a energia é armazenada em inseto, estando geralmente presente em grandes quantidades em larvas adultas antes da metamorfose, e do ponto de vista energético. Em alguns países esta fonte energética contribui com 30-40% do total de energia consumida na alimentação humana (RAHEEM et al., 2019). Vale ressaltar que os teores de lipídios e outros nutrientes podem variar de acordo com a espécie, o estágio de desenvolvimento, a alimentação dos insetos, o habitat etc. (RUMPOLD & SCHLUTER, 2013).

O conteúdo de minerais para *A. sexdens* (2,41%) foi similar ao da carne bovina (2,56%), enquanto os apresentados para as larvas de *P. nucleorum* foram superiores (3,14%) (Tabela 1). O valor encontrado de resíduo mineral fixo para ambas as espécies, atende a recomendação de ingestão diária de minerais, que é de aproximadamente 2 g (BRASIL, 2005), no entanto, o conteúdo de minerais individuais deve ser analisado para uma melhor avaliação. Segundo Payne et al., (2016) a maioria das espécies de insetos comestíveis são conhecidas por serem fontes facilmente acessíveis de cálcio, ferro e zinco.

A RDC N°54/2012 (BRASIL 2012) estabelece que para um alimento ser considerado rico em fibras ele deve apresentar no mínimo 6 g por 100 g do alimento, enquanto a *European Food Safety Authority* recomenda a ingestão de 25 g por dia para um efeito laxante adequado em adultos, como também auxiliam no controle do colesterol e do índice glicêmico (EFSA, 2010; MARQUES ET AL., 2019). Ambos os insetos analisados, tanto em base úmida, quanto em base seca (*A. sexdens*: 12,03 - 23,57% e 8,46 – 14,51% - *P. nucleorum*, respectivamente) apresentaram altos teores de fibras, podendo ser considerados como “ricos em fibras”, conforme RDC N° 54. O consumo de alimentos com elevado conteúdo de fibras está associado à redução no risco de doenças cardiovasculares, dos níveis glicêmicos e lipídicos, além de acarretar menores riscos para o desenvolvimento de obesidade (ANDERSON et al., 2009). Destaca-se também a possibilidade do uso das farinhas desses insetos para o enriquecimento de outros alimentos como: pães, biscoitos e massas, visando ampliar a oferta de produtos ricos em fibras e reduzir as deficiências nutricionais. Contudo, estudos são necessários a fim de caracterizar as propriedades tecnológicas das farinhas e a digestibilidade das fibras de insetos.

A partir dos dados apresentados na Tabela 1 é possível observar que os valores de atividade de água variaram de 0,420 (farinha desengordurada de *A. sexdens*) a 0,901 (*P. nucleorum in natura*). Segundo Damodaran e Parkin (2018), valores de $A_w > 0,9$ são propícios para o desenvolvimento de microrganismos, enquanto valores abaixo de 0,6 tem-se um crescimento pequeno. Os valores encontrados de atividade de água para as farinhas

(integral e desengordurada) analisadas foram inferiores ou próximos a 0,6, indicando que esses produtos podem ser considerados como microbiologicamente estáveis. Quando observado as larvas de *Tenebrio molitor* branqueadas e submetidas a refrigeração ou secagem por micro-ondas, apresentam teores de Aw variando de 0,16 a 0,90 a depender do tempo e tipo de secagem empregada (VANDEWEYER et al., 2017).

O valor energético das larvas de *P. nucleorum* sobressaiu-se (590,35 kcal) em comparação às formigas *A. sexdens* (437,08 kcal) e a farinha de soja (455,86 kcal), e apresentaram valores similares à carne bovina (601,09 kcal). Levando-se em consideração uma dieta de 2.000 kcal, a ingestão de 100 g de *P. nucleorum* contribui com 30% da ingestão diária recomendada, enquanto *A. sexdens* com 22,8%. Segundo Rumpold & Schluter, (2013), o conteúdo de energia média de insetos comestíveis varia desde 409,78 a 508,89 kcal/100g (base seca), com máximos de conteúdo na faixa de 762,00 - 776,85 kcal/100g para *Phasus triangularis* (espécie de mariposa) e mínimos de 216,94 kcal/100g para *Ephydra hians* (espécie de mosca).

Com base nos dados obtidos é possível observar que as espécies estudadas apresentam substancial conteúdo energético em comparação com fontes animais e vegetais tradicionais, o que se deve principalmente aos dois principais nutrientes desses insetos: lipídios e proteínas. Em alguns países, os insetos são uma das principais fontes de energia, chegando a fornecer 32.000kcal por pessoa/por ano e uma ingestão média de 23 g de insetos por dia (RAMOS-ELORDUY, 2005; RAHEEM et al., 2019). Uma pesquisa realizada no continente Africano concluiu que insetos formam uma parte importante da dieta diária de adultos e crianças no norte da Angola e em Burkina Faso, sendo consumidos fritos, assados, *in natura* ou incorporados em outros alimentos (LAUTENSCHLAGER et al., 2017; SÉRÉ et al., 2018). Em Oaxaca – México, devido às tradições indígenas, o consumo de insetos como gafanhotos e “vermes brancos” é comum, sendo comercializados nessa região e em diferentes partes do país (RAMOS-ELORDUY, 2008).

Identificação e Quantificação de Ácidos Graxos

Para o perfil de ácidos graxos das gorduras extraídas dos espécimes avaliados foram encontrados um total de 9 ácidos graxos na *A. sexdens* e 8 ácidos no *P. nucleorum* (Tabela 2). Os AG majoritários para *A. sexdens* foram C18:2n-6 e C16:0, enquanto para *P. nucleorum* foram C18:1n-9c e C16:0.

A fração correspondente ao somatório dos ácidos insaturados (76,12%) foi superior nas formigas (*A. sexdens*), principalmente devido ao elevado teor do ácido graxo essencial

C18:2n-6 (61,46%), que é similar ao do óleo de soja (53,85%). Em adição, essa espécie também apresentou níveis considerados satisfatórios do ácido α -linolênico (18:3 n-3) – 0,87 % (FAO, 2010b), porém, em porcentagem inferior à soja. Para *P. nucleorum*, o somatório de ácidos graxos insaturados foi de 47,23%, representado majoritariamente pelo ácido oleico (C18:1n-9c – 40,07%). Vale ressaltar que, em comparação com a carne bovina, os teores de ácidos graxos essenciais (C18:2n-6 e C18:3n-3) das espécies analisadas foram superiores, demonstrando assim, a qualidade nutricional de suas gorduras.

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos (%) das espécies *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*.

Ácidos Graxos	<i>Atta sexdens</i>	<i>Pachymerus nucleorum</i>	Óleo de Licuri ¹	Carne Bovina ^{2,3}
Saturados				
C4:0	0,62±0,04	ND	ND	ND
C8:0	ND	0,24±0,07	9,00	ND
C10:0	ND	0,46±0,13	6,00	ND
C12:0	0,16±0,01	16,46±5,02	42,00	0,08
C14:0	0,66±0,00	10,74±3,25	16,00	4,10
C16:0	21,49±0,01	19,23±0,42	8,00	29,57
C18:0	ND	5,62±2,27	4,00	15,71
C20:0	0,56±0,00	ND	ND	0,08
Insaturados				
C16:1	0,56±0,03	ND	ND	5,65
C18:1n-9c	13,62±0,07	40,06±5,60	12,00	41,25
C18:1n-9t	ND	ND	ND	2,32
C18:2n-6	61,46±0,03	7,19±1,03	3,00	1,08
C18:3n-3	0,87±0,01	ND	ND	ND
C20:1	ND	ND	ND	0,15
ΣAGS	23,49	52,75	85,00	49,54
ΣAGI	76,12	47,23	15,00	50,46

¹Sales et al., 2010; ²Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011); ³Capa de contrafilé com gordura; AGS: ácidos graxos saturados; AGI: ácidos graxos insaturados.

Insetos comestíveis são uma fonte considerável de gordura e muitos trabalhos já investigaram a composição e a quantificação de ácidos graxos em óleos extraídos de diferentes espécies, no entanto, são raros os trabalhos sobre *A. sexdens* e *P. nucleorum*. A gordura dos insetos são geralmente ricas em ácidos graxos poliinsaturados e

frequentemente possuem em sua composição ácidos graxos essenciais (RAKSAKANTONG et al., 2010; ZIELIŃSKA et al., 2015; KOUŘIMSKA et al., 2016). A importância nutricional dos ácidos graxos essenciais é bem reconhecida, principalmente para o desenvolvimento saudável de adultos e crianças (SIMOPOULOS, 2002; BRIGGS et al., 2017). Assim, devido a atenção que está sendo dada para a ingestão balanceada desses ácidos graxos, os insetos podem desempenhar uma alternativa, principalmente, para populações com menor acesso às fontes desses ácidos nas dietas.

Importância também precisa ser dada aos ácidos graxos n-9, que são considerados condicionalmente essenciais, ou seja, na presença de outro ácido graxo (n-3 e n-6), podem ser produzidos pelo organismo, do contrário, podem ser consumidos através da alimentação ou suplementados (ASIF, 2011). Ambos os espécimes analisados apresentaram n-9 nas suas composições, com destaque para as larvas de *P. nucleorum* que possuem o C18:1n-9 como o ácido graxo majoritário (40,06%) e com valores similares ao da carne bovina (41,25%) (Tabela 2).

As larvas de *P. nucleorum* apresentaram perfil de ácidos graxos semelhante ao do óleo de licuri (Tabela 2), resultado já esperado, uma vez que as larvas se alimentam exclusivamente dessas sementes, e por se tratar de uma palmeira, as larvas apresentaram consideráveis teores de ácido láurico C12:0 (16,46%) e C14:0 mirístico (10,74%). Alves et al., (2016), ao avaliarem o perfil de ácidos graxos de *P. nucleorum* obtidos da semente de bocaiúva (*Acrocomia aculeata*) encontraram o C12:0 como principal ácido graxo saturado (33,87%) e o segundo majoritário.

Nos últimos anos, estudos estão sugerindo efeitos benéfico ao óleo de coco, (controle glicêmico, ação antimicrobiana, controle de peso, doenças cardiovasculares etc.). Isso porque o C12:0, principal ácido graxo do óleo de coco, possui propriedades intermediárias entre ácidos graxos de cadeia média e longa, modificando de forma benéfica o metabolismo de gorduras (ARUNIMA et al., 2013; DAYRIT, 2015; EYRES et al., 2016; WALLACE, 2019).

Assim, os insetos avaliados, por possuírem consideráveis teores de diferentes ácidos graxos em sua composição, podem apresentar propriedades funcionais, no entanto, novos estudos precisam ser realizados a fim de caracterizar físico-quimicamente e funcionalmente os óleos obtidos dessas espécies. Pois vale ressaltar que, tal como para outros nutrientes, diversas condições podem influenciar a composição de ácidos graxos dos insetos, principalmente a dieta as quais os animais são submetidos, bem como, condições ambientais de cultivo (RUMPOLD & SCHLÜTER, 2013).

Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante

A Tabela 3 apresenta os resultados dos métodos utilizados para a determinação de compostos bioativos e atividade antioxidante dos insetos estudados. Os extratos metanólicos apresentaram elevados teores de compostos fenólicos totais e flavonoides, com valores variando de 650,28 a 836,39 mg de GAE/100g e 743 a 813 mg de EPI/100g para *A. sexdens* e *P. nucleorum*, respectivamente. Os teores de compostos fenólicos de ambos os insetos foram superiores aos de outras espécies avaliadas como: gafanhotos (492 mg de GAE/100g), formiga preta (452 mg de GAE/100g) e larvas da farinha (406 452 mg de GAE/100g) (DI MATTIA et al., 2019). As larvas de *P. nucleorum* apresentaram as maiores concentrações de fenólicos totais (836,39 mg de GAE/100g), o que pode ser justificado pela origem desses insetos, que nesse estudo, foram obtidos da semente de “licuri”. Belviso et al., (2013), ao avaliarem a composição de compostos fenólicos no “licuri” (*Syagrus coronata*), encontraram elevados teores de catequina, epicatequina e procianidinas B₁ e B₂. Assim, os valores encontrados indicam que os espécimes analisados podem representar um fonte de compostos bioativos, principalmente ao comparar os dados com alimentos considerados ricos nesses compostos, como frutas e plantas (acerola – 593,77 mg de GAE/100g, morango – 221,29 mg de GAE/100g, *Ilex paraguariensis* – 672,87 mg de GAE/L, *Pimpinella anisum* – 100,45 mg de GAE/L) (ZIELINSKI et al., 2014; STAFUSSA et al., 2018).

Tabela 3. Compostos fenólicos totais (mgGAE/100g), Flavonóides (mgEPQ/100g) e Atividade Antioxidante (%) de *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*.

Parâmetros	<i>Atta sexdens</i>	<i>Pachymerus nucleorum</i>
Compostos Fenólicos	650,28 ± 0,012	836,39 ± 0,016
Flavonoides	743,48 ± 0,012	813,85 ± 0,006
Atividade Antioxidante	4,71 ± 0,18	44,33 ± 0,29

GAE: Equivalente de ácido gálico; EPQ: Equivalente de epicatequina; AA: Atividade Antioxidante, captura do radical DPPH.

Para a determinação da atividade antioxidante dos insetos, foi utilizado o método de captura do radical livre DPPH, com valores expressos em porcentagem de inibição, sendo a maior porcentagem encontrada para as larvas de *P. nucleorum* (44,33%) (Tabela 3). Foi possível observar que o consumo de DPPH foi diretamente proporcional à concentração de compostos fenólicos, ou seja, quanto maior os teores de fenólicos totais nos insetos, maior

foi a inibição do radical livre, e consequentemente maior a atividade antioxidante.

Propriedades antioxidantes têm sido relatados para insetos (gafanhoto, bicho da seda e bicho da farinha) (DI MATTIA et al., 2019) e seus produtos (ZIELINSKA et al., 2017), constituindo-se como mais uma característica positiva, que os diferencia dos demais alimentos de origem animal. Os insetos podem representar uma fonte substancial de compostos bioativos, que refletem principalmente no seu potencial antioxidante, favorecendo o seu consumo e uso como alimento funcional (DI MATTIA et al., 2019; RAHEEM et al., 2019). Assim, esses espécimes podem ser considerados alimentos de qualidade, que melhoram e mantêm a saúde humana e podem proteger o envelhecimento causado por doenças relacionadas (CITO et al., 2017; STULL et al., 2018). No entanto, são necessários identificar os compostos bioativos presentes em insetos, e provar que a prática de comê-los, pode contribuir com a modulação do stress oxidativo e outros benefícios (DI MATTIA et al., 2019).

Análises Microbiológicas

No que diz respeito às análises microbiológicas, ainda não há padrões específicos estabelecidos para insetos comestíveis e seus produtos. Desse modo, tomou-se por base a Resolução RDC N° 12/2001, que estabelece os padrões microbiológicos para produtos alimentícios (BRASIL, 2001), sendo adotados os limites e critérios para o grupo das farinhas.

Tabela 4. Análise microbiológica das amostras de farinha integral e desengordurada de *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum*.

Microrganismos	Farinha Integral		Farinha Desengordurada	
	<i>Atta sexdens</i>	<i>Pachymerus nucleorum</i>	<i>Atta sexdens</i>	<i>Pachymerus nucleorum</i>
Coliforme à 35°C (NMP. g ⁻¹)	0,6	11,0	0,3	4,3
Coliforme à 45°C (NMP. g ⁻¹)	0,6	11,0	0,3	4,3
Bolores e Leveduras (UFC. g ⁻¹)	1,0	1,0	1,0	0,8
Mesófilos (UFC. g ⁻¹)	4,1 x10 ³	3,4 x10 ³	2,54 x10 ³	1,8 x10 ³
<i>Salmonella sp.</i> (25 g ⁻¹)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Escherichia coli</i> (NMP. g ⁻¹)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

NMP: número mais provável; UFC: unidade formadora de colônia.

As análises microbiológicas das farinhas demonstraram ausências de *Salmonella sp.* e *Escherichia coli* (Tabela 4), mas apresentaram-se positivas para as contagens de coliformes à 35 °C e 45 °C, contudo, todas as amostras estavam dentro dos padrões

estabelecidos pela RDC nº 12/2001, que preconiza valor máximo de 10^2 NMP g^{-1} (BRASIL, 2001).

Todas as amostras apresentaram contaminação por bolores e leveduras, sendo que as contagens variaram de $0,8 \times 10^2$ a $1,0 \times 10^3$ UFC g^{-1} . A maior contagem foi à amostra *in-natura*, a qual a atividade de água chegou próximo a um, proporcionando assim umidade suficiente para suportar o crescimento de leveduras e bolores, pois esses tipos de microorganismos crescem na faixa da A_w de 0,8.

A legislação brasileira (BRASIL, 2001) não prevê limites para contagem padrão em placas, mas a análise da presença de tais microrganismos torna-se importante, por serem responsáveis por acelerar a deterioração dos alimentos e reduzir o valor nutricional. A RDC 12/2001 (BRASIL, 2001) não determina limites de tolerância para bactérias mesófilas para farinhas, entretanto Leitão et al., (1988) consideram que valores máximos de 10^4 a 10^6 UFC. g^{-1} são admissíveis, assim, todas as amostras estão de acordo.

Para insetos *in natura*, intervenções de processamento de alimentos simples, como ferver os insetos em água por alguns minutos, pode ser suficiente para a remoção de células bacterianas, garantindo assim, a qualidade e segurança dos produtos (KLUNDER et al., 2012). Garofalo et al., (2017) avaliaram a microbiota de insetos comestíveis (*Acheta domesticus*, *Tenebrio molitor* e *Locusta migratória*) comercializados por uma empresa holandesa. Os autores observaram uma grande diversidade bacteriana, com contagens relativamente baixas de mesófilos, *Enterobacteriaceae*, bactérias do ácido lático, esporos de *Clostridium perfringens*, bolores e leveduras, em todos os lotes de insetos estudados.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que o estudo confirmou os teores nutricionais relevantes e nunca determinados para *Atta sexdens* e o *Pachymerum nucleorum*. Assim, mostram o significativo valor nutricional das mesmas, com potencial para inserção em larga escala como ingredientes na alimentação humana.

Os resultados demonstram que os insetos comestíveis avaliados podem ser utilizados como fontes alternativas de alimento, uma vez que são ricos em proteína e lipídios, apresentam ácidos graxos essenciais na sua composição e foram considerados boas fontes de fibras, podendo ser utilizados com alimentos ou com o propósito de enriquecimento de produtos. Em adição, além da qualidade nutricional, os espécimes apresentaram compostos bioativos (compostos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante), o que os caracteriza como potencial alimento funcional. Cabe ressaltar que,

ainda há poucos estudos em relação a segurança alimentar dos insetos, mas nesse, as amostras foram negativas para *Salmonella* spp. e *Escherichia coli*.

Assim, a partir dos resultados obtidos, os espécimes analisados podem representar uma possibilidade de oferta de alimentos, no entanto, é necessário a continuidade das pesquisas para uma avaliação mais completa do potencial nutricional, processamento e segurança dos mesmos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Cooperativa de Produção da Região do Piemonte da Diamantina (COOPES).

REFERÊNCIAS

AFSCA (Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire). Circulaire relative à

l'élevage et à la commercialisation d'insectes et de denrées à base d'insectes pour la consommation humaine. (2014).

http://www.afsca.be/denreesalimentaires/circulaires/_documents/2014-05-21_Circulaire_insectes_version11.pdf Acesso em: 27/11/2019

ALMEIDA et. al, (1999). Avanços em análise sensorial. São Paulo: Livraria Varela.

ALVES AV, Sanjinez Argandoña EJ, Linzmeier AM, Cardoso CAL, Macedo MLR (2015) Chemical Composition and Food Potential of *Pachymerus nucleorum* Larvae Parasitizing *Acrocomia aculeata* Kernels. *PLoS ONE* 11(3): e0152125. doi:10.1371/journal.pone.0152125.

ALVES, Ariana Vieira, et al. Chemical composition and food potential of *pachymerus nucleorum* larvae parasitizing *Acrocomia aculeata* kernels. *PLoS one*, 2016, 11.3: e0152125.

ALVES, A. V., DE LIMA, F. F., DA SILVA, T. G., DE OLIVEIRA, V. S., KASSUYA, C. A. L., & SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J. (2019). Safety evaluation of the oils extracted from edible insects (*Tenebrio molitor* and *Pachymerus nucleorum*) as novel food for humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 102, 90-94.

ANDERSON, J. W., Baird, P., Davis, R. H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., ... & Williams, C. L. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutrition reviews*, 67(4), 188-205.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Committee on Microbiological for Foods. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4.ed. Washington: American Public Health Association, 2001. 676p.

APHA- American Public Health Association. 2001. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4th ed. Washington: APHA.

ARUNIMA, S., & Rajamohan, T. (2013). Effect of virgin coconut oil enriched diet on the antioxidant status and paraoxonase 1 activity in ameliorating the oxidative stress in rats—a comparative study. *Food & function*, 4(9), 1402-1409.

ASSIELOU, B., DUE, E. A., KOFFI, D. M., & KOUAME, P. (2016). Physicochemical characterization and fatty acid composition of *Oryctes owariensis* larvae oil. *Food and Environment Safety Journal*, 14(3).

AOAC- Association of Official Agricultural Chemists. 15th. Ed. Washington, 2010.

Disponível em:

https://www.aoac.org/AOAC_Prod_Imis/AOAC_Member/Default.aspx?WebsiteKey=2e25ab5a-1f6d-4d78-a498-19b9763d11b4&hkey=8fc2171a-6051-4e64-a928-5c47dfa25797.

Acesso em 20 de outubro de 2017.

BELVISO, S., Ghirardello, D., Giordano, M., Ribeiro, G. S., de Souza Alves, J., Parodi, S., ... & Zeppa, G. (2013). Phenolic composition, antioxidant capacity and volatile compounds of licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari) fruits as affected by the traditional roasting process. *Food research international*, 51(1), 39-45.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol*, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BONDAR, G. O. Licurizeiro e suas potencialidades na economia brasileira. Instituto Central de Fomento Economico da Bahia 2:18. 1938.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, v.28, p.25-30. 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. RDC N° 12, DE 02 de janeiro de 2001. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 de janeiro de 2001. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b.

BRASIL. Resolução RDC n° 54, de 12 de novembro de 2012. Aprova o “Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar”. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 29 de dezembro de 2019.

BRASIL. Resolução RDC n° 22, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico sobre Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitamina e Minerais. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 29 de dezembro de 2019.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS n°. 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. (Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1).

BRIGGS, M. A., Bowen, K. J., & Kris-Etherton, P. M. (2017). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and health. In *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology, Fourth Edition* (pp. 603-625). CRC Press.

BUKKENS, S. G. (1997). The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition*, 36(2-4), 287-319.

CARDOSO, S.A.E. Utilização de Insetos na Alimentação Humana e Animal. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Dissertação. Pgs.79, ano 2016. Lisboa.

CITO, A., DREASSI, E., FROSININI, R., ZANFINI, A., PIANIGIANI, C., BOTTA, M., & FRANCARDI, V. (2017). The potential beneficial effects of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) on human health. *Redia*, 100, 125-33.

COSTA-NETO; E. M. 2003. Insetos como fontes de proteínas para o homem: valoração de recursos considerados repugnantes. *Interciencia*, vol. 28, núm. 3, março, 2003, pp. 136-140. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33907802>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

COSTA- NETO; E.M. Estudos etnoentomológicos no estado da Bahia, Brasil: uma homenagem aos 50 anos do campo de pesquisa. Laboratório de Etnobiologia - Departamento de Ciências Biológicas - Universidade Estadual de Feira de Santana, 2003.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA. S.G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 30, núm. 1, mayo, 2010, pp. 15-19 Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas, Brasil. <https://www.redalyc.org/pdf/3959/395940103003.pdf>, acesso 27/11/2019.

CONCONI J.R.E; RODRÍGUEZ H.B. (1977) Valor nutritivo de ciertos insectos comestibles de México y lista de algunos insectos comestibles del mundo. *Anales del Instituto de Biología de la UNAM, Serie Zoología* 48: 165-186.

CHEN, X., FENG, Y., CHEN, Z. (2009). Common edible insects and their utilization in China. *Entomological Research*, 39, 299–303.

CREPALDI, I. C.; MURADIAN, L. B. de. A.; RIOS, M. D. G.; CAMARGO PENTEADO, M. de. V. C.; SALATINO, A. Composicao nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). *Revista Brasileira de Botânica*. v.24 n. 2. Sao Paulo, 2001.

DAMODARAN, S., & PARKIN, K. L. (2018). *Química de alimentos de Fennema*. 5ª edição, Artmed Editora. Vandeweyer, D., Lenaerts, S., Callens, A., & Van Campenhout, L. (2017). Effect of blanching followed by refrigerated storage or industrial microwave drying on the microbial load of yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*). *Food Control*, 71, 311-314.

DAYRIT, F. M. (2015). The properties of lauric acid and their significance in coconut oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(1), 1-15.

DeFOLIART, G. R. Insects as human food: Gene DeFoliart discusses some nutritional and economic aspects. *Crop protection*, v. 11, n. 5, p. 395-399, 1992.

Di MATTIA, C., BATTISTA, N., SACCHETTI, G., & SERAFINI, M. (2019). Antioxidant activities in vitro of water and liposoluble extracts obtained by different species of edible insects. *Frontiers in nutrition*, 6, 106.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) (2010). Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal*, 8(3), 1462. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1462> (77 pp.).

EYRES, L., Eyres, M. F., Chisholm, A., & Brown, R. C. (2016). Coconut oil consumption and cardiovascular risk factors in humans. *Nutrition reviews*, 74(4), 267-280.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nation. The contribution of insects to food security, livelihoods and the environment. 2015. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/018/i3264e/i3264e00.pdf> >. Acesso em: 20 de outubro de 2019.

FAO, 2010b. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation.

Food Nutr. Pap. 91, 1–166.

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

FSVO (Federal Food Safety and Veterinary Office). (2017). Requirements of foodstuff legislation for the importation and placement on the market of insects as foodstuffs. Disponível em: <https://www.blv.admin.ch/blv/en/home/import-und-export/import/importe-aus-der-eu/lebensmittel-undgebrauchsgegenstaende.html>. Acesso em: 19/11/2019.

GAROFALO, C., OSIMANI, A., MILANOVIĆ, V., TACCARI, M., CARDINALI, F., AQUILANTI, L., & CLEMENTI, F. (2017). The microbiota of marketed processed edible insects as revealed by high-throughput sequencing. *Food microbiology*, 62, 15-22.

GONZÁLEZ, C. M., GARZÓN, R., & ROSELL, C. M. (2019). Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of *H. illucens*, *A. domestica* and *T. molitor* flours. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 51, 205-210.

GOVORUSHKO, Sergey. Global status of insects as food and feed source: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 2019, 91, 436-445.

HENCHION, M., Hayes, M., Mullen, A., Fenelon, M., & Tiwari, B. (2017). Future protein supply and demand: strategies and factors influencing a sustainable equilibrium. *Foods*, 6(7), 53.

HOFFMANN, Fernando Leite. Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. *Brasil alimentos*, v. 9, n. 1, p. 23-30, 2001.

IAL- Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 3º ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

JANSSEN, R. H., VINCKEN, J. P., VAN DEN BROEK, L. A., FOGLIANO, V., & LAKEMON, C. M. (2017). Nitrogen-to-protein conversion factors for three edible insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Hermetia illucens*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 65(11), 2275-2278.

JONGEMA, Y. (2017). List of edible insect species of the world. Wageningen, laboratory of entomology, Wageningen university. www.wageningenur.nl/en/expertiseservices/chair-groups/Plantosciences/laboratory-of-entomology/edible-insects/Worldwidespecies-list.htm Acesso em 25/11/2019.

JOSEPH, J. D.; ACKMAN, R. G. Capillary column gas chromatographic method for analysis of encapsulated fish oil and fish oil ethyl ester: collaborative study. *Journal of AOAC International*, v.75, n.3, p. 488–506, 1992.

KLUNDER, H. C., WOLKERS-ROOIJACKERS, J., KORPELA, J. M., & NOUT, M. J. R. (2012). Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food control*, 26(2), 628-631.

KOUŘIMSKA, L., & Adamkova, A. (2016). Nutritional and sensory quality of edible

insects. *NFS Journal*, 4, 22–26.

KUNTADI, K.; ADALINA, Y.; MAHARANI, K. E. Nutritional compositions of six edible insects in Java. *Indonesian Journal of Forestry Research*, v. 5, n. 1, p. 57-68, 2018.

LAUTENSCHLÄGER, T., Neinhuis, C., Monizi, M., Mandombe, J. L., Förster, A., Henle, T., & Nuss, M. (2017). Edible insects of Northern Angola. *African Invertebrates*, 58, 55.

LEE, K. W.; KIM, Y. J.; LEE, H. J.; LEE, C. Y. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wines. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, v. 51, n. 25, p. 7292-5, 2003.

LEITÃO, M. F. F. et al. *Tratado de microbiologia*. São Paulo: Mamoli, 1988. V.1, 185p.

MANZANO-AGUGLIARO, F., SANCHEZ-MUROS, M. J., BARROSO, F. G., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A., ROJO, S., & PÉREZ-BAÑÓN, C. (2012). Insects for biodiesel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3744-3753.

NAKAGAKI, B. J., & DEFOLIART, G. R. (1991). Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *Journal of Economic Entomology*, 84(3), 891-896.

OLIVEIRA, P. S. et al. Phenolic acids, flavonoids and antioxidant activity in honey of *Melipona fasciculata*, *M. flavolineata* (Apidae, Meliponini) and *Apis mellifera* (Apidae, Apini) from the Amazon. *Quím. Nova*, v. 35, n. 9, p. 1728-1732, 2012.

OONINCX, D. G. A. B. et al. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PlosOne*, 10(12), e0144601.

PAYNE, C. L., Scarborough, P., Rayner, M., & Nonaka, K. (2016). A systematic review of nutrient composition data available for twelve commercially available edible insects, and comparison with reference values. *Trends in Food Science & Technology*, 47, 69-77.

PELLEGRINI, n. et al. Evaluation of antioxidant capacity of some fruit and vegetable foods: efficiency of extraction of a sequence of solvents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 87, n. 1, p. 103-111, 2007.

PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, A.C.C.; SARANTÓPOLUS, C.I.G.L.; JUNQUEIRA, V.C.A.; CARDELLO, H.M.A.B.; HUBINGER, M.D. Vida de prateleira de goiabas minimamente processadas adicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v.23, n.3, p.427- 433, 2003.

RAHEEM, D., Raposo, A., Oluwole, O. B., Nieuwland, M., Saraiva, A., & Carrascosa, C. (2019). Entomophagy: Nutritional, ecological, safety and legislation aspects. *Food Research International*, 108672.

RAMOS-ELORDUY, J. 2005. Insects: a hopeful food source. In: M.G. Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock*, pp. 263-291. Science Pub., Enfield NH, USA.

- RAMOS-ELORDUY, J. (2008). Energy supplied by edible insects from Mexico and their nutritional and ecological importance. *Ecology of food and nutrition*, 47(3), 280-297.
- RAKSAKANTONG, P., Meeso, N., Kubola, J., & Siriamornpun, S. (2010). Fatty acids and proximate composition of eight Thai edible terricolous insects. *Food Research International*, 43, 350–355.
- RUMPOLD, B. A., & SCHLÜTER, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57, 802-823.
- RUFINO, M. D. S. M., ALVES, R. E., DE BRITO, E. S., DE MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. D. G., PÉREZ-JIMENEZ, J., & SAURA-CALIXTO, F. D. (2007). Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. *Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.
- SALES, K. T. D. L., Meneghetti, S. M. P., de La Salles, W. F., Meneghetti, M. R., Dos Santos, I. C. F., Da Silva, J. P. V., & Soletti, J. I. (2010). Characterization of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. oil and properties of methyl esters for use as biodiesel. *Industrial crops and products*, 32(3), 518-521.
- SCHAKEL, Sally F., et al. Adjusting a nutrient database to improve calculation of percent calories from macronutrients. *Journal of food composition and analysis*, 2009, 22: S32-S36.
- SANTOS, D Y A C; SALATINO, M L F. Análise da composicao flavonoidica de especies de lafoensia vand. (Lythraceae). *Anais. Ribeirao Preto: [s.n.]*, 1995.
- SANTOS, Bruno Souza, et al. Anti-staphylococcal activity of *Syagrus coronata* essential oil: Biofilm eradication and in vivo action on *Galleria mellonella* infection model. *Microbial pathogenesis*, 2019, 131: 150-157.
- SÉRÉ, A., Bougma, A., Ouilly, J. T., Traoré, M., Sangaré, H., Lykke, A. M., ... & Bassolé, I. H. N. (2018). Traditional knowledge regarding edible insects in Burkina Faso. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 14(1), 59.
- SEVERINI, C., AZZOLLINI, D., ALBENZIO, M., & DEROSI, A. (2018). On printability, quality and nutritional properties of 3D printed cereal based snacks enriched with edible insects. *Food research international*, 106, 666-676.
- SILVA, M. S. et al. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 3, p. 571-576, 2006.
- SILVA – CARDOSO, I. M. A; SOUZA, A. M; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. The palm tree *Syagrus oleracea* Mart. (Becc.): A review. *Scientia Horticulturae*, 225 (2017) 65–73
- 0304-4238. 2017. Elsevier B.V. All rights reserved.

SIMOPOULOS, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 56(8), 365-379.

SIQUEIRA; R.S. Manual de microbiologia de alimentos. Brasília; Embrapa, SPI, Rio de Janeiro, Embrapa, CTTA, 1995. 159p.

SINGLETON, VERNON L.; ROSSI, JOSEPH A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 1965, 16.3: 144-158.

SOUZA, C. O., LEITE, M. E. Q., LASEKAN, J., BAGGS, G., PINHO, L. S., DRUZIAN, J. I., ... & COSTA-RIBEIRO, H. (2017). Milk protein-based formulas containing different oils affect fatty acids balance in term infants: A randomized blinded crossover clinical trial. *Lipids in health and disease*, 16(1), 78.

STULL, V. J., FINER, E., BERGMANS, R. S., FEBVRE, H. P., LONGHURST, C., MANTER, D. K., ... & WEIR, T. L. (2018). Impact of edible cricket consumption on gut microbiota in healthy adults, a double-blind, randomized crossover trial. *Scientific reports*, 8(1), 10762.

STAFUSSA, A. P., MACIEL, G. M., RAMPAZZO, V., BONA, E., MAKARA, C. N., JUNIOR, B. D., & HAMINIUK, C. W. I. (2018). Bioactive compounds of 44 traditional and exotic Brazilian fruit pulps: phenolic compounds and antioxidant activity. *International journal of food properties*, 21(1), 106-118.

TACO - tabela brasileira de composição de alimentos. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMPNEPA, 2011. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>. Acesso em: 20 out. 2019.

UNITED NATIONS (2017). Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects, The 2017 Revision, Volume I: Comprehensive Tables. https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_Volume-I_Comprehensive-Tables.pdf. Acesso em: 27/11/2019.

VAN HUIS, A. V., ITTERBEECK, J. V., KLUNDER, H., MERTENS, E., HALLORAN, A., MUIR, G., & VANTOMME, P. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security. *FAO Forestry paper*, (171).

Van Huis, A. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual review of entomology*, 58, 563-583.

VAN HUIS, A. (2016). Edible insects are the future?. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75(3), 294-305

VANDEWEYER, D., LENAERTS, S., CALLENS, A., & VAN CAMPENHOUT, L. (2017). Effect of blanching followed by refrigerated storage or industrial microwave drying on the microbial load of yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*). *Food Control*, 71, 311-314.

VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G. et al. Consumo alimentar de vitaminas e minerais em adultos residentes em área metropolitana de São Paulo, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v.

31, n. 2, p. 157-162, 1997.

WALLACE, T. C. (2019). Health Effects of Coconut Oil—A Narrative Review of Current Evidence. *Journal of the American College of Nutrition*, 38(2), 97-107.

WILLIAMS, R. D.; OLMSTED, W. H. A biochemical method for determining indigestible residue (crude fiber) in feces: lignin, cellulose, and non-water-soluble hemicelluloses. *J. Biol. Chem.*, v. 108, p. 653-666, 1935.

ZIELIŃSKA, E., Baraniak, B., Karaś, M., Rybczyńska, K., & Jakubczyk, A. (2015). Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. *Food Research International*, 77, 460–466.

ZIELINSKI, A. A. F., HAMINIUK, C. W. I., ALBERTI, A., NOGUEIRA, A., DEMIATE, I. M., & GRANATO, D. (2014). **A comparative study of the phenolic compounds and the in vitro antioxidant activity of different Brazilian teas using multivariate statistical techniques.** *Food Research International*, 60, 246-254.

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados deste estudo comprovam que os insetos das espécies *Atta sexdens* e *Pachymerus nucleorum* apresentam potencial nutricional significativo. A caracterização dos insetos comestíveis e avaliados em base úmida (*in natura*), bem como na adição e elaboração de farinhas integrais e desengorduradas, demonstraram que proteínas (39,01% e 26,14%) e lipídios (28,20% e 52,19%) foram os componentes majoritários, seguido de fibras (23,57% e 14,51%). Na adição, os insetos apresentaram altas porcentagens de ácidos graxos insaturados (*A. sexdens* - 76,12% e *P. nucleorum* - 47,23%), com destaque para o ácido graxo essencial C18: 2n-6 (*A. sexdens* - 61,46% e *P. nucleorum* - 7,19%). Esses dados demonstram que esse tipo de proteína chega a apresentar dados superiores ao da carne bovina em ambas as espécies. As Larvas de *P. nucleorum* ofereceram elevado conteúdo de compostos fenólicos (836,39 mg GAE/100g) e atividade antioxidante (44,33%), com valores superiores aos de frutas tradicionais. Em suma, os resultados mostraram que as espécies analisadas podem ser consideradas viáveis como fonte alternativa de alimento, uma vez que apresentam o quantitativo elevado de nutrientes. Nesse contexto, essas espécies devem ser adotadas nos hábitos alimentares dos brasileiros. Isso se torna essencial, pois os insetos devem ser reconhecidos nacionalmente como recurso natural e renovável para alimentação humana.