



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

GUILHERME ALEXANDRINO BORGES NETO

**PERSPECTIVAS DO USO DE INSETOS COMO ALTERNATIVA ALIMENTAR
ANIMAL**

PALMAS - TOCANTINS

2021

GUILHERME ALEXANDRINO BORGES NETO

**PERSPECTIVAS DO USO DE INSETOS COMO ALTERNATIVA ALIMENTAR
ANIMAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à coordenação do Curso
Superior de Tecnologia em Gestão do
Agronegócio Instituto Federal do
Tocantins – *Campus* Palmas, como
exigência à obtenção do grau de
Tecnólogo em Gestão do Agronegócio.

Orientador: Prof.MSc Pedro Heber
Estevam Ribeiro

PALMAS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

B732p Borges Neto, Guilherme Alexandrino
 PERSPECTIVAS DO USO DE INSETOS COMO ALTERNATIVA
 NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL / Guilherme Alexandrino Borges Neto. –
 Palmas, TO, 2021.
 38 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Agronegócio) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2021.

Orientador: Me. Pedro Heber Estevam Ribeiro

1. Agronegócio. 2. Insetos Comestíveis. 3. Proteína Animal. I. Ribeiro, Pedro Heber Estevam. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.
Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

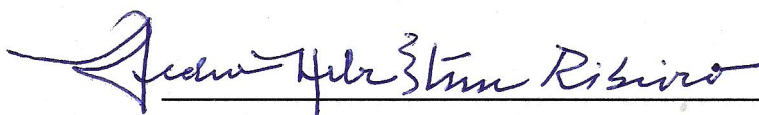
GUILHERME ALEXANDRINO BORGES NETO

**PERSPECTIVAS DO USO DE INSETOS COMO ALTERNATIVA NA
ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à coordenação do Curso
Superior de Tecnologia em Gestão do
Agronegócio Instituto Federal do
Tocantins – *Campus* Palmas, como
exigência à obtenção do grau de
Tecnólogo em Gestão do Agronegócio.

Aprovada em: 24 / 11 / 2021

BANCA EXAMINADORA



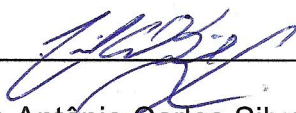
Prof. MSc. Pedro Heber Estevam Ribeiro (Orientador)

IFTO — Campus Palmas



Prof. Dr. Clauber Rosanova (Examinador)

IFTO — Campus Palmas



Prof. Dr. Antônio Carlos Silveira Gonçalves (Examinador)

IFTO — Campus Palmas

“Depois de nos precavermos contra o frio, a fome e a sede, tudo mais não passa de vaidade e excesso.”

Sêneca

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, meus melhores amigos, que me servem de inspiração de caráter, virtude e moralidade. Acompanharam toda minha trajetória pelos caminhos sombrios e tortos da vida dando todo seu apoio e afago sempre que necessário;

Ao meu irmão caçula. Este foi o responsável por transformar completamente a minha vida de forma muito positiva. Trazendo de presente, junto do seu repentino nascimento, dias melhores e mais felizes, foi e continua sendo motivo de grande admiração;

A minha esposa, que quando entrou em minha vida preencheu meu coração com extremo júbilo e purificou sentimentos de amargura e tristeza que antes permaneciam em meu peito. Ela está sempre comigo nos momentos difíceis e felizes;

Por fim, a todos os professores desta instituição, que inundados com sapiência, compartilharam seu conhecimento e me conduziram para que esse trabalho seguisse no rumo correto, especialmente o meu orientador, professor Pedro e o professor Antônio Carlos, o responsável pela orientação no TCC.

RESUMO

A alta demanda de alimentos no mundo e a preocupação em criar produções ecológicas se mostram um desafio progressivamente maior para toda sociedade e principalmente para o agronegócio, visto que existe a exigência do aumento de 70% na produção alimentar até 2050 segundo Alan Bojanic, representante da FAO Brasil (2017). Diversos estudos procuram alternativas alimentares sustentáveis para sanar a crescente necessidade alimentar, dentre elas é proposta a utilização de insetos como fonte de alimentos alternativos para nutrição zootécnica. Estes insetos, em sua grande maioria, não exigem diretamente insumos amplamente utilizados nas atividades agrícolas, tem uma conversão alimentar e digestibilidade bastante expressiva, não demandam um grande espaço para produção, são fáceis de criar e possuem altíssimos valores nutricionais, o que pode ser um grande atrativo para diversas espécies exigentes em níveis de proteína. Estudos utilizando produtos derivados de insetos na alimentação animal, como a farinha de inseto, se mostram bastante promissores no quesito nutricional e financeiro. Este presente trabalho apresenta as possibilidades e realça os resultados do uso de insetos como complemento alimentar animal, no intuito de buscar por alternativas ecológicas e econômicas capazes de reduzir os entraves da crescente demanda alimentar.

Palavras-chave: Agronegócio. Alimento Alternativo. Insetos Comestíveis. Proteína Animal. Sustentabilidade.

ABSTRACT:

The high demand for food in the world and the concern to create ecological production are proving to be a progressively greater challenge for society as a whole and especially for agribusiness, as there is a requirement for a 70% increase in food production by 2050, according to Alan Bojanic, representative of FAO Brazil (2017). Several studies look for sustainable food alternatives to address the growing food need, among them the use of insects as an alternative food source for zootechnical nutrition is proposed. These insects, for the most part, do not directly require inputs that are widely used in agricultural activities, have a very expressive feed conversion and digestibility, do not require a large space for production, are easy to breed and have very high nutritional values, which can be a great attraction for several species demanding in protein levels. Studies using insect products in animal feed, such as insect meal, are very promising in terms of nutrition and finance. This present work presents the possibilities and highlights the results of the use of insects as an animal food complement in order to search for ecological and economical alternatives capable of reducing the barriers of the growing food demand.

Keywords: Agribusiness. Alternative Food. Animal Protein. Edible Insects. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Economia Circular na produção da mosca soldado-negro	17
Figura 2 — Ciclo de vida e reprodução da <i>Hermetia illucens</i>	20
Figura 3 — Ciclo de vida e reprodução do <i>Tenebrio molitor</i>	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Gasto de água dos animais para produzir de 1 grama de proteína considerando 1 litro de água	16
Tabela 2 — Conversão alimentar dos animais para ganho de 1kg de massa corpórea considerando valores em kg	16
Figura 1 — Economia Circular na produção da mosca soldado-negro	17
Tabela 3 — Lista de algumas empresas que empreendem no ramo alimentício utilizando insetos na composição de seus produtos	20
Figura 2 — Ciclo de vida e reprodução da <i>Hermetia illucens</i>	22
Tabela 4 — Comparação de Percentual de aminoácidos indispensáveis	23
Tabela 5 — Composição dos nutrientes de diferentes fases do <i>Tenebrio molitor</i> em uma dieta ideal considerando 100 gramas de massa seca	24
Figura 3 — Ciclo de vida e reprodução do <i>Tenebrio molitor</i>	24
Tabela 6 — Composição próxima da qualidade da proteína, níveis de aminoácido indispensáveis (porcentagem relativa a proteína crua) e o escore de aminoácidos de insetos e referências para comparação.	30

Tabela 1 — Gasto de água dos animais para produzir de 1 grama de proteína considerando 1 litro de água	16
Tabela 2 — Conversão alimentar dos animais para ganho de 1kg de massa corpórea considerando valores em kg	16
Tabela 3 — Lista de algumas empresas que empreendem no ramo alimentício utilizando insetos na composição de seus produtos	19
Tabela 4 — Comparação de Percentual de aminoácidos indispensáveis	21
Tabela 5 — Composição dos nutrientes de diferentes fases do <i>Tenebrio molitor</i> em uma dieta ideal considerando 100 gramas de massa seca	22
Tabela 6 — Composição próxima da qualidade da proteína, níveis de aminoácido indispensáveis (porcentagem relativa a proteína crua) e o escore de aminoácidos de insetos e referências para comparação	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Interpretação histórica da relação da humanidade com os insetos	13
2.2 Insetos como alimento	14
2.2.1 Vantagens	15
2.2.2 Desvantagens	17
3. METODOLOGIA	18
4. CONSTATAÇÕES	19
4.1 Empresas e consequências para o meio ambiente	19
4.2 Viabilidade Econômica	20
4.3 Insetos apropriados para consumo	21
4.3.1 Mosca soldado-negro (<i>Hermetia illucens</i>)	21
4.3.2 Tenébrio da Farinha (<i>Tenebrio molitor</i>)	23
4.4 Legislação no Brasil	24
4.5 Respostas dos animais utilizando insetos como alimento	25
4.5.1 Peixes	25
4.5.2 Coelhos	26
4.5.3 Aves	27
4.5.4 Cães e Gatos domésticos	28
5. CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

Após incertezas sobre a produção global de proteína animal devido a presente crise de alimentos, pandemia do Covid-19 e da peste suína africana que afetou o setor de alimento de diversos países, em especial o mercado asiático, o mundo se recupera morosamente do déficit da produção de proteína e exige uma demanda maior de insumos para alimentação de animais, (FAO et al, 2021).

A soja e o milho são as principais matérias-primas para a produção de ração de grande parte dos animais da pecuária (CRUZ et al. 2013) e a maioria dessa produção se destina exclusivamente para a alimentação animal (COÊLHO 2018). Projeções no cenário brasileiro afirmam que para atingir metas na produção de grãos até 2029, a área de plantio deve crescer cerca de 10,9 milhões de hectares, um aumento aproximado de 17% (MAPA, 2020). Na questão da piscicultura, apesar dos insumos serem diferentes, os obstáculos são equivalentes. Considerando alimentos ricos em proteínas, como padrão a farinha de peixe, sofre com o aumento do preço devido a natureza extremamente insustentável de produção (GERALDES 2017), da grande elevação de preço e do aumento crescente do consumo de pescado, do qual é superior ao crescimento populacional (FAO 2020).

O crescimento que engloba toda a cadeia produtiva do agronegócio tem grande incentivo e investimento devido a relevância da atividade no Brasil. Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil juntamente com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (2021), o agronegócio representa 26,6% de todo o PIB nacional, setor que tem ampla tendência crescente. O contínuo crescimento e demanda, apesar de positivo, gera inúmeros efeitos negativos ambientais e por consequência econômicos, em especial processos erosivos do solo, queimadas e desmatamento para expansão da atividade, extração de recursos finitos, emissão de gases nocivos e outros resíduos prejudiciais.

Dentro das alternativas que buscam amenizar o impacto causado por esse crescimento, é proposto utilizar insumos alternativos para alimentação animal dos quais se distanciam das atividades extensivas tradicionais, amenizando tanto a degradação ambiental quanto se tornando opção viável para pequenos empreendedores. Dentre várias sugestões, a criação e a utilização de certas espécies de insetos para complementar a alimentação animal se mostra bastante promissora devido aos fatores ecológicos assertivos e potencial econômico

decorrente da estrutura da espécie, podendo destacar a exigência de pouquíssimo espaço para criação, baixo consumo de água, altos índices de conversão alimentar e níveis expressivos de nutrientes, em especial a proteína, nutriente tão exigido na dieta de vários animais (COSTA-NETO, 2003; CHEUNG, 2016; VAN PHI, 2020; LUCAS, 2021).

Tecnologias e pesquisas que sugerem formas alimentares alternativas no agronegócio de sinalização otimista costumam ser bem vindas e tem caráter de interesse social, ambiental e econômico, afirmação reconhecida por Assad, Martins, Pinto (2012). Os três autores destacam a importância de buscar soluções mais agradáveis ao meio ambiente, pois a inserção de produtos considerados limpos em um empreendimento ecologicamente correto os torna mais competitivos por ter melhor aceitação social em conformidade com os princípios e políticas ambientais contemporâneas inseridos em um mercado crescente, e por consequência, desperta potencial econômico nas atividades, incluindo uma possível vantagem para pequenos produtores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Interpretação histórica da relação da humanidade com os insetos

Os insetos foram um dos primeiros habitantes do planeta, estima-se que surgiram a 480 milhões de anos junto das primeiras plantas (SCIENCEDAILY 2014). Estes animais compreendem como o maior grupo de animais superando muito até mesmo a soma da proporção de todas as outras espécies (GRIMALDI & ENGEL, 2005).

É possível afirmar que desde tempos longínquos, os insetos estão presentes no cotidiano humano. A associação de insetos com o importuno é inevitável, já que grande parte da espécie é relacionada a pragas urbanas e agrícolas (DESUÓ et al, 2010). A correlação de insetos ao infortúnio é relatada em escrituras de povos antigos, como Egípcios, Hebreus e Gregos (WAQUIL 2002) e certas culturas acreditavam até que as mazelas causadas por insetos eram resultado de castigo divino (BRAIBANTE 2012). Além de espalharem doenças nos seres humanos, os insetos ainda se alimentam das cultivares e da pós-produção de forma voraz, causando grandes prejuízos aos produtores (FARRONI 2006). Enxames migratórios de gafanhotos, como os da espécie *Schistocerca cancellata*, arrasam lavouras

inteiras e são relatados desde tempos remotos no mundo todo (DA SILVA, 2020). Estima-se que em todo mundo 10% a 15% da produção agrícola é perdida a cada ano devido a infestações de pragas de insetos (BECKER, 1983).

Apesar de todas as adversidades cosmopolitas causadas por insetos, é possível afirmar que existem diversos efeitos benéficos provenientes de insetos (GULLAN, 2017), o lado positivo da relação com o homem pesa muito mais do que o negativo (JUNIOR 2011). Frutos dessa relação são vistos na produção de remédios, na indústria de alimentos e de cosméticos e na própria agricultura, onde insetos atuam na fertilização do solo através da conversão de matéria morta. Além disso, são primordiais polinizadores de plantas frutíferas e agentes ativos na apicultura e sericultura, geradores de diversos produtos correntes no agronegócio (BARROS, et al, 2020). As primeiras sociedades já enxergavam um potencial econômico na exploração de insetos, mostrado como exemplo nas representações hieroglíficas dos antigos templos egípcios que faziam alusões à seda e ao mel, estes considerados produtos nobres (MACHADO, 1987). A reprodução das plantas é feita de diversas formas, sendo, no entanto, grande parte causada por polinização biótica, ou seja, por animais (VALADÃO, 2002), principalmente a abelha da espécie *apis mellifera*, que em períodos antes de cristo já tinha sua importância ressaltada em trabalhos de Theophrastus, discípulo de Aristóteles (RECH, 2014).

A polinização e a extração de produtos provenientes de insetos não é somente a única vantagem para a agricultura. No mundo todo, experimentos e pesquisas abordando a introdução de vespas do gênero *Polistes* e outras semelhantes, como controle biológico mostra resultados bastante positivos (PREZOTO, 1999).

2.2 Insetos como alimento

Insetos foram e são sinônimo de alimento humano em diversas culturas desde a antiguidade. Desuó, et al (2010) comenta:

[...] os insetos apresentam um importante papel na história da dieta humana em países da África, Ásia e América Latina, bem como apresentou para a população indígena do oeste da América do Norte. Centenas de espécies de insetos são utilizadas na alimentação humana, em especial, gafanhotos, lagartas de lepidópteros, larvas de besouros, adultos alados de cupins, larvas e adultos de formigas, abelhas, vespas, cigarras e insetos aquáticos. Em tais culturas os insetos são adicionados como parte integrante da dieta pelo seu alto valor nutricional e não pelo fato da escassez de recursos alimentares.

Apesar do consumo de insetos ser considerado de certa forma algo “primitivo” (COSTA-NETO, 2003), eles já fazem parte da dieta de mais de 2 bilhões de pessoas em diversos países (BISCONSIN-JUNIOR et al, 2018) e são conhecidas mais de 2.000 espécies comestíveis (GULLAN, 2017). A criação de insetos como alimento é uma atividade alternativa viável para o pequeno produtor, pois não exige grandes espaços para manejo, tecnologia avançada e grandes investimentos, além de ter baixo consumo de água e excelente conversão alimentar (CHEUNG, 2016).

Devido o seu pequeno porte e incertezas sobre o assunto, surgem questionamentos se insetos tem ou não uma capacidade relevante e substancial de servir sustento, contudo, seus valiosos níveis nutricionais e características alimentares são destacadas por Antonio Bisconsin-Junior (2018) que diz:

Insetos são considerados alimentos com alto teor de proteína e energia, podendo apresentar um perfil adequado de aminoácidos e ácidos graxos, e quantidades significativas de diversos micronutrientes como cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo, selênio, zinco, e vitaminas como riboflavina, ácido pantotênico, biotina e ácido fólico.

Uma vez ciente da grandeza alimentar que os insetos proporcionam e do tímido consumo humano já estabelecido em algumas partes da sociedade, estudos procuram aproveitar essa substancial vantagem nutricional como parte integral ou complementar da dieta de animais de abate. Na natureza, os insetos são consumidos de forma instintiva por diversos animais, principalmente aves, peixes e pequenos mamíferos. Esse fato demonstra forte indicativo para a utilização de insetos como matéria prima em rações animais, agindo como complemento ou até substituindo a alimentação convencional (MACHADO, 2019).

2.2.1 Vantagens

A utilização e a criação de insetos para produzir alimento animal traz inúmeras vantagens. Análises do perfil de aminoácidos de determinados insetos da ordem diptera mostram ter valores semelhantes a farinha de peixe e maiores que a farinha da soja (BARROSO et al, 2014). Grande parte dos insetos, através da alimentação, convertem improdutivos resíduos orgânicos de subprodutos em alimento de alta qualidade e de valores nutricionais expressivos, estes resíduos geralmente têm fins de descarte e os meios de conversão não competem diretamente com alimentação humana (LUCAS, 2021).

A criação de insetos é viável para pequenos produtores, por se tratar de um manejo não exigente em consumo de água e em termos de necessidade por tamanho da área, sendo mais eficiente que a soja e outros para produção de proteína por hectare (DE OLIVEIRA et al, 2020), além de não demandar nenhum tipo de tecnologia aprofundada ou manejo complexo (COSTA-NETO, 2003), muitas espécies ainda tem a vantagem de se alimentarem apenas na fase de larva e não carecem de um manejo complexo (MACHADO, 2019).

Um dos grandes atrativos em se criar insetos é a forma de nutri-los. Além de serem pouquíssimo exigentes no consumo de água em relação a outros animais (tabela 1), os seus níveis de conversão alimentar são bastante expressivos (tabela 2), uma vez que não consomem energia para manter sua temperatura corporal, assim como os peixes, que são animais pecilotérmicos (REIS e DIAS, 2020).

Tabela 1 — Gasto de água dos animais para produzir de 1 grama de proteína considerando 1 litro de água

Animal	Quantidade (g)
Insetos	23
Frango	34
Porco	57
Gado	112

Fonte: LUCAS (2021)

Tabela 2 — Conversão alimentar dos animais para ganho de 1kg de massa corpórea considerando valores em kg

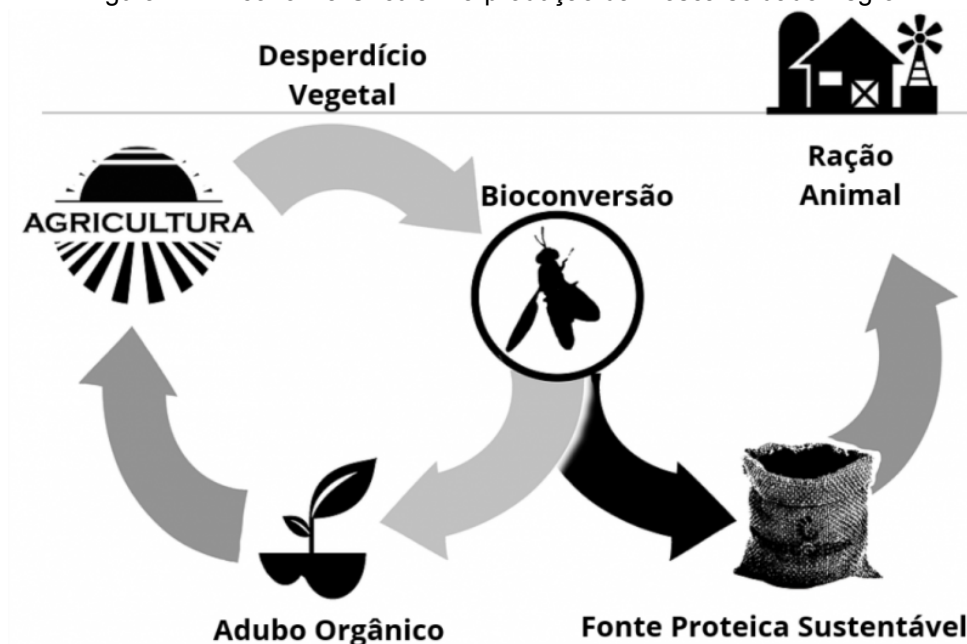
Animal	Quantidade (KG)
Insetos	1,7
Frango	2,5
Porco	5,0
Gado	10,0

Fonte: LUCAS (2021)

Segundo Carolino (2018), a criação de insetos também é capaz de gerar adubo através da bioconversão de resíduos. Todo o processo de criação da mosca

soldado-negro (*Hermetia illucens*) é aproveitado para desenvolver proteína de alta qualidade e fertilizante orgânico (Figura 1).

Figura 1 — Economia Circular na produção da mosca soldado-negro



Fonte: CAROLINO (2018)

2.2.2 Desvantagens

Apesar das evidências como potencial complemento na alimentação animal, a utilização de insetos apresenta, mesmo que pequenas, desvantagens decorrentes do processo. Certas espécies de insetos apresentam resistência à domesticação (VAN HUIS, 2013) ou geralmente esse é um processo que requer um tempo considerável, o que dificulta uma produção em larga escala, apesar de ser possível e já existir produção em massa atualmente (SÁNCHEZ-MUROS et al, 2014).

Apesar da farinha de insetos ter níveis equilibrados de aminoácidos e ser indicada como possível substituta da farinha de peixe, seus valores de proteína bruta ainda são inferiores, além de apresentar deficiência de ácidos graxos altamente insaturados como ômega 3 e ômega 6 (MACHADO, 2019).

Outro problema é a escassez de estudos que abordam o tema. As qualidades nutricionais presentes nas rações à base de insetos, apesar de serem expressivas, apresentam muitas variações nos estudos, por isso respostas definitivas são sempre imprecisas e obscurecidas com dúvidas. Por se tratar de um animal de ciclo rápido, seus níveis nutricionais podem variar muito dependendo do seu estado de desenvolvimento (REIS e DIAS, 2020). Um bom exemplo são os diversos estudos

conflituosos ao estipular o papel nutricional da quitina, exoesqueleto que compõe a parte externa dos insetos, que demonstra ser tanto uma vantagem, apresentando melhora no sistema imunológico dos animais que consomem insetos, quanto uma desvantagem por ter características antinutricionais (OLIVEIRA, 2020).

3. METODOLOGIA

O presente estudo teve propósito didático, demonstrando a relevância do tema abordado com o intuito de contribuir com estudos, complementar e mudar conceitos sobre a discussão acadêmica e científica que abordam o tópico geral sobre nutrição animal junto da ecologia, suas ramificações e o equilíbrio ambiental. Tema esse, segundo Silva (1997), é abordado desde o século XVIII e, contemporaneamente, é debatido com mais frequência à medida que o crescimento populacional se torna maior.

É possível afirmar que a questão da sustentabilidade e harmonia do ecossistema são antagonistas ao progresso e o crescimento da sociedade, visto que a economia em geral se baseia na utilização de recursos não renováveis, como confirma Martine e Alves (2015). Para debater este assunto considerado relevante no agronegócio, as presentes conclusões foram sintetizadas a partir de análises, pesquisas, teses e matérias de cunho didático sobre o assunto.

Esta revisão bibliográfica dividiu entre tópicos a condensação de diversos estudos e pesquisas, expondo seus resultados e conclusões abordando a aplicação prática e não prática de insetos na alimentação de animais, como *pets*, animais não ruminantes e aquacultura no geral, animais estes que compõem boa parte da cadeia produtiva do agronegócio. Os estudos que revisam sobre o assunto são escassos e pouco explorados (CARDOSO, 2016; VILELA, 2018; LUCAS, 2021; REIS e DIAS, 2020), em vista disso, discussões que abordem o tema são providos de relevância.

Salienta-se que este trabalho não tem intenção de afirmar que os insetos são os substitutos definitivos das fontes alimentares convencionais, mas sim apontar que eles apresentam-se como complemento e alternativa.

4. CONSTATAÇÕES

4.1 Empresas e consequências para o meio ambiente

Atualmente, existe uma quantidade considerável de empresas consolidadas no mercado (tabela 3) no ramo de biotecnologia e zootecnia que desenvolvem em larga escala a criação e/ou o processamento de alimentos derivados de insetos para alimentação animal e, em menor escala, outras atividades como a produção de fertilizantes orgânicos e óleo para suplementação de animais. Muitas dessas empresas se propõem em oferecer segurança alimentar, nutrição saudável e se apoiam em fundamentos das causas de um negócio ecologicamente sustentável e o compromisso em diminuir o impacto ambiental e social, além da emissão nula ou negativa da pegada de carbono. Diversos complexos das empresas listadas na tabela 3 utilizam da gestão de resíduos sustentável, o que é compatível com a realidade contemporânea e é fortemente encorajado. Cardoso (2016), ressalta a ligação entre a agricultura e as mudanças climáticas e a importância de abordar o tema.

É de senso comum inferir que o objetivo final de uma empresa, acima de tudo, é o lucro. O compromisso com produções amigáveis ao meio ambiente traz para a empresa o prestígio “verde”, o que é benéfico para sua imagem. Sabendo destes fatores, todos os aspectos ecologicamente aceitos desse tipo de produção obviamente consideram as consequências significativas em seus lucros e se adaptam para avançar através de qualquer barreira econômica. Van Phi et al (2020) realizou um dos poucos estudos para avaliar os impactos ambientais da produção em escala industrial. Em suma, para cada tonelada de farinha de peixe substituída por proteína de inseto derivada de larvas de mosca-soldado-negro (*Hermetia illucens*), são economizadas 3 toneladas de peixes forrageiros e cerca de 660 kg de CO₂, sem contar o impacto nulo na biodiversidade marinha. Outro aspecto interessante que o estudo também informa são os dados da substituição de óleo vegetal por óleo derivado de mosca-soldado-negro, utilizado como complemento energético de alimentação de aves, do qual pode-se destacar o uso de terra e a emissão de gases poluentes: Cerca de 3800m² de terra arável e 1200 kg de CO₂ são economizados a cada tonelada de óleo vegetal substituído por óleo derivado de mosca-soldado-negro e nenhum impacto envolvendo desmatamento.

Tabela 3 — Lista de algumas empresas que empreendem no ramo alimentício utilizando insetos na composição de seus produtos

Empresa	Regiões da Sede	Início das atividades
Goterra	Ásia-Pacífico; Australásia	2016
Ynsect	União Européia	2011
Protix	União Européia	2009
Nutrition Technologies	Ásia-Pacífico, Associação de Nações do Sudeste Asiático, Sudeste Asiático	2015
Nutrinsect	União Européia	2016
InnovaFeed	União Européia	2016
Entobel	Ásia-Pacífico, Associação de Nações do Sudeste Asiático, Sudeste Asiático	2013

Fonte: adaptado de Crunchbase.com (2021)

4.2 Viabilidade Econômica

Existem bons indicativos que a criação de insetos tem alta rentabilidade, considerando a natureza rústica e simples da espécie. Pode-se considerar o baixo consumo de água, a possibilidade de se alimentarem de resíduos (CHEUNG, 2016), baixa exigência tecnologia para manejo (COSTA-NETO, 2003) e possuírem uma conversão alimentar com resultados satisfatórios (LUCAS 2021).

Tavares (2020) constatou a praticabilidade econômica da inserção parcial de farinha de *tenébrio molitor* para alimentar frangos de corte. No estudo que avaliava o desempenho do alimento, considerando o contexto nacional, foi afirmado que a inserção de 4% da farinha de insetos apresenta um ótimo desempenho zootécnico e ajuda a reduzir bastante o farelo de soja na alimentação de frangos, economizando até 267.950 toneladas anualmente.

Tunes (2020), afirma que o mercado de insetos comestíveis, tanto para consumo animal quanto humano, em 2018 tem valor estimado de US\$ 406,3 e a tendência é que o valor triplique até 2023.

4.3 Insetos apropriados para consumo

Nem todas as espécies de inseto são apropriadas para a alimentação. Muitas espécies concentram toxinas e por consequência se tornam potencialmente perigosas para o consumo (COSTA-NETO, 2003). Além disso, apesar dos insetos considerados apropriados para alimentação serem uma potencial fonte de proteína, fibras e minerais, seus valores se diferem dependendo da espécie (DE OLIVEIRA, 2018). Uma vez ciente das diferenças, para um bom manejo e aproveitamento dos atributos positivos, é fundamental conhecer as espécies recomendadas, seus comportamentos e características. Entre as várias espécies viáveis para alimentação animal, é plausível destacar as duas mais importantes espécie utilizadas em pesquisas sobre o tema e em alimentação animal, a mosca soldado-negro (*Hermetia illucens*) e o tenebrio da farinha (*Tenebrio molitor*).

4.3.1 Mosca soldado-negro (*Hermetia illucens*)

Diptéro (moscas, mosquitos, pernilongos) originário do sudeste dos Estados Unidos, a mosca soldado-negro apresenta características interessantes para a criação e um forte pretexto indicado para os propósitos de complemento na alimentação animal sem que ocorra prejuízo no crescimento. Os insetos adultos não comem pois vivem apenas das reservas de gordura acumuladas durante a fase larval (NEWTON et al, 2005). A espécie se reproduz de forma acelerada e seu ciclo de vida é curto e relativamente fácil de acompanhar com intuito de controle conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 — Ciclo de vida e reprodução da *Hermetia illucens*



Fonte: Humi¹

A farinha de mosca soldado negro é um alimento que apresenta valor atrativo de proteína de alta qualidade (BISCONSIN-JUNIOR et al, 2018) e apontada como um possível substituto ou complemento da farinha de peixe por apresentar valores nutricionais similares (Tabela 4), principalmente no quesito de aminoácidos indispensáveis. Atributos favoráveis para alimentação de animais exigentes com nutrientes como aves de corte no geral (DE OLIVEIRA, 2020), peixes tilápia (MACHADO, 2019) e truta arco-íris (SEALEY et al, 2011).

A larva do inseto também tem características peculiares que viabilizam a produção de um óleo com diversos propósitos alimentares e para usos na indústria oleoquímica. Esse óleo possui características que tornam possível a sua utilização em diversos outros usos que não necessariamente sejam alimentares, sendo possível a aplicação até para a produção de biodiesel devido a abundância de ácidos graxos, teor de gordura e proteínas (SANTOS, 2018).

¹ "Ciclo da Larva da Mosca Soldado (*Hermetia illucens*) - Composteira" <https://composteirahumi.eco.br/ciclo-da-larva-de-mosca-soldado-hermetia-illucens/>. Acessado em 01 out.. 2021.

Tabela 4 — Comparação de Percentual de aminoácidos indispensáveis

Aminoácidos	Farinha de Peixe	Farinha de mosca soldado negro desengordurada
Histidina	1,33	2,39
Arginina	5,09	4,24
Treonina	2,79	2,84
Metionina	1,84	1,43
Isoleucina	2,11	2,07
Leucina	3,53	4,28
Fenilalanina	1,91	3,62
Lisina	2,45	3,14
Valina	2,66	4,14
Triptofano	-	-

Fonte: Adaptado de MACHADO (2019)

Além das particularidades nutricionais que a farinha de mosca soldado-negro apresentam, as larvas possuem comportamento considerado útil em termos de reciclagem, visto que apresentam apetite ávido por resíduos orgânicos em decomposição, incluindo detritos de alimentos e estrume (NEWTON et al, 2005).

4.3.2 Tenébrio da Farinha (*Tenebrio molitor*)

O *Tenebrio molitor*, comumente conhecido como tenébrio da farinha ou larva-da-farinha, é um inseto de cor preta, de pequeno porte da ordem coleóptera (besouros). Sua distribuição acontece de forma cosmopolita e como o nome popular sugere, é um inseto considerado praga comum por infestar cereais e outros gêneros alimentícios (RAMOS-ELORDUY et al, 2002). Este inseto tem um papel fundamental na biosfera, agindo como um excelente decompositor de resíduos orgânicos e tem a capacidade de transformar detritos em proteína de alta qualidade (DE MARCO et al, 2015).

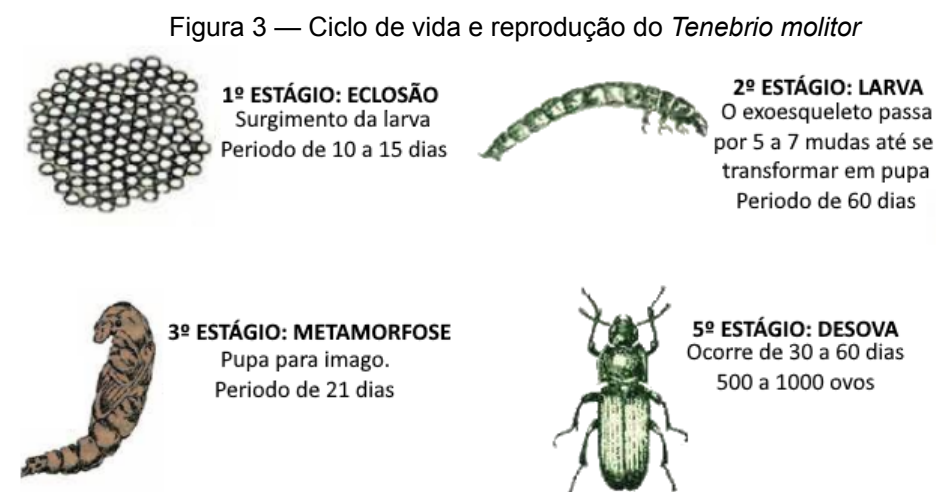
Algumas das qualidades nutricionais do inseto descritas na tabela 5, no momento presente, são extensamente conceituadas, pois a utilização é amplamente empregada na alimentação tanto por animais quanto por humanos (RIBEIRO, 2019; FIALHO et al, 2021).

Tabela 5 — Composição dos nutrientes de diferentes fases do *Tenebrio molitor* em uma dieta ideal considerando 100 gramas de massa seca

Componentes	Larva Seca	Pupa	Adulto
Proteína	47.7 ± 1.3	53.1 ± 0.5	60.2 ± 1.8
Gorduras	37.7 ± 2.4	36.7 ± 1.8	20.8 ± 1.3
Minerais	3.0 ± 0.3	3.2 ± 0.0	2.7 ± 0.5
Fibra Bruta	5.0 ± 0.5	5.1 ± 1.6	16.3 ± 2.1
Extrato não nitrogenado	7.1 ± 1.6	1.9 ± 0.8	0.01 ± 0.0
Calorias (cal/kg)	554.3 ± 1.2	550.0 ± 0.9	427.9 ± 1.2

Fonte: Adaptado e Traduzido de Ramos-Elorduy et al (2002)

O *Tenebrio molitor* apresenta indícios para ser usado como complemento na alimentação animal de forma extensiva, considerando suas particularidades nutritivas, a facilidade de criação e manutenção, o baixo custo de produção (FIALHO et al, 2021) e um ciclo de reprodução acelerado (Figura 3).



Fonte: Adaptado de Zoopets²

4.4 Legislação no Brasil

Todo alimento deve transparecer segurança, por isso é necessário uma legislação específica expedida pelos órgãos governamentais competentes. No caso da criação de insetos para alimentação animal no Brasil, o cenário é pessimista,

² "Alimento Vivo Criação de Tenébrio Molitor - ZooPets - A loja dos" <http://www.zoopets.com.br/alimentovivo/tenebrios.htm>. Acessado em 03 out.. 2021.

visto que no corrente ano uma legislação específica para este fim é ausente, se limitando apenas a uma instrução normativa nº 40, de 15 de junho de 2020, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que define estabelecer os ingredientes e aditivos autorizados para uso na alimentação animal.

Cardoso (2016) afirma: “A ausência de legislação e normas que orientam o uso de insetos como alimento e ração para animais é um dos principais fatores limitantes que impedem o desenvolvimento industrial da criação de insetos.”

4.5 Respostas dos animais utilizando insetos como alimento

Pesquisas abordando a alimentação de animais com farinha de insetos e outros alimentos semelhantes estão sendo amplamente estudados e geralmente suas implicações têm resultados satisfatórios nos quesitos de produção, econômicos e ecológicos (VILELLA, 2018; SÁNCHEZ-MUROS et al 2014; LUCAS, 2021; MACHADO, 2019). A aplicação ecológica e bem sucedida desse alimento alternativo empregados em cultivos de piscicultura e aviculturas convenientemente mostram conclusões positivas e servem de sinal otimista para produção extensiva. Em menor grau, outros animais, como coelhos, *pets* e suínos, também têm aprofundamento nas pesquisas e mostram resultados bastante satisfatórios.

4.5.1 Peixes

Os insetos, de forma natural, fazem parte da dieta de diversas espécies de peixes (LUCAS, 2021). Múltiplas espécies de peixes tem uma exigência elevada de proteína de alta qualidade, o que se encaixa exatamente nos atributos que a farinha de insetos tem a oferecer. Levando essas circunstâncias em consideração, é factível de se inferir que os resultados utilizando ração a base de insetos geram resultados satisfatórios, e de fato alguns estudos corroboram com essa hipótese. As pesquisas utilizando esse tipo de proteína alternativa são escassas, mas aos poucos a relevância do tema começa a ser explorada (SÁNCHEZ-MUROS et al, 2014) e conclusões proveitosas começam a aparecer.

A tilápia, um dos peixes de mais destaque na piscicultura, foi amplamente explorada utilizando fontes alimentares alternativas, em especial decorrentes de insetos de forma parcial e integral, na expectativa de substituir a onerosa farinha de peixe. MACHADO (2019) estudou diferentes tratamentos utilizando a substituição parcial de farinha de peixe por farinha de mosca-soldado-negro alimentando

tilapia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes estágios de crescimento. A autora relata uma manifestação de indivíduos maiores quando alimentados por tratamento que utilizam 50% de farinha de insetos. Além disso, o estudo mostra que nos outros tratamentos não existem diferenças significativas no desenvolvimento dos peixes que utilizam farinha de insetos comparando com aqueles que receberam o tratamento integral de farinha de peixe. As conclusões do estudo implicam que a farinha de insetos tem possibilidade de ser usada como substituto da farinha de peixes.

Em outro ensaio, realizado por Sealey et al (2011), utilizou larvas de mosca-soldado-negro criadas a partir de resíduos de gado e peixe para incluir parcialmente na alimentação de truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). Afirmou-se que a inclusão da mistura de 50% de larvas de mosca-soldado-negro na alimentação de truta-arco-íris por até 8 semanas pode ser possível sem que ocorra um prejuízo significativo no desenvolvimento ou qualidade sensorial de sua prole.

4.5.2 Coelhos

A cunicultura, apesar do tímido papel no ramo do agronegócio, ainda tem sua importância, pois provê uma carne de ótima aceitação e de atributos notáveis, além de fornecer pele e lã muito aproveitados pela indústria, assim como possuir destaque considerado no ramo *pet*. Sua ração é composta basicamente de farelo de soja, porém a inclusão de farinha de origem animal é aceitável em certos níveis (MACHADO, 2011). Poucos são os estudos que incluem insetos como alternativas alimentares para estes animais, no entanto, ainda que poucos, os ensaios já realizados demonstram conclusões positivas e instigantes.

Njidda et al (2010) utilizou farinha proveniente de gafanhotos (*Zonocerus variegatus*) para avaliar o desempenho de 40 coelhos da raça holandesa e Nova Zelândia Branco em fase de crescimento. Os coelhos são alimentados utilizando níveis ínfimos de inclusão da farinha de gafanhotos em sua alimentação. Concluiu-se que os coelhos conseguem tolerar, sem apresentar prejuízo em seu desenvolvimento, níveis de até 2,5% de inclusão de gafanhotos em sua alimentação. Embora o estudo aparenta um resultado irrelevante, esta pequena inclusão do gafanhoto representa 50% da onerosa farinha de peixe posteriormente utilizada na alimentação de coelhos.

O *Tenebrio molitor* também foi empregado de forma fracionada em outro recente estudo realizado por MARCIANO et al (2019), que compara a inclusão do inseto com os valores oferecidos pela farinha de soja. Vinte coelhos da raça Lionhead com idade média de 87 dias foram testados em diferentes tratamentos, dos quais utilizavam a dieta padrão e a introdução de 20% de farinha de *Tenebrio molitor*. Os indivíduos alimentados com farinha de insetos tiveram boa aceitação com a ração alternativa e se constatou que não houve diferença no desempenho comparados com aqueles que receberam tratamento padrão. Os autores concordam que a inclusão de determinados níveis de farinha de tenébrio podem ser administradas na alimentação dos coelhos como alternativa à farinha de soja sem que ocorra consequências negativas.

4.5.3 Aves

O constante crescimento da produção no setor de avicultura e o encarecimento de maquinários e insumos, como o farelo de soja e milho (AGRINEWS, 2021), pressionam a cada ano todo o sistema a procurar por alternativas alimentares. A utilização de alimentos derivados de insetos para alimentar aves se torna cada vez mais uma alternativa relevante para sanar estes obstáculos. As aves são um dos mais importantes e principais predadores vertebrados dos insetos (GRIMALDI et al 2005). A atividade de utilizar insetos para alimentar aves ornamentais já é amplamente empregada e antiga. Aproximadamente mais de 600.000 indivíduos no Brasil têm criações de *Tenebrio molitor* e, em menor grau, outros insetos apenas com o fim de alimentar aves ornamentais. Com insetos naturalmente fazendo parte da dieta de aves, é bastante fundamentado concluir que experimentos nos quais introduzem insetos na alimentação de frangos de corte terão resultados favoráveis e de fato é o que acontece.

Alguns desses resultados positivos são mostrados na pesquisa abordada por Oliveira (2018) que utilizou três tipos de farinha de insetos diferentes, barata cinérea (*Nauphoeta cinerea*), barata de madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) e tenébrio gigante (*Zophobas morio*), para alimentar 16 galos da raça Leghorn com aproximadamente 50 semanas de idade. Previamente ao experimento, as aves passaram pelo processo de cecectomia e tiveram tempo suficiente para recuperação pós-operatório. Cada galo recebeu, respectivamente, 30g do experimento depois de passar por um processo de jejum de 24 horas. A excreta das aves foi coletada e

passada por um processo de liofilização, peneiração e pesagem para que se mensure a composição apurada de aminoácidos em cada amostra. Estas amostras foram analisadas pela *University of Missouri Experiment Station Chemical Laboratories* nos Estados Unidos. Ambas as farinhas apresentaram resultados expressivos no quesito da composição de aminoácidos essenciais, no entanto, a autora destaca que a farinha de tenébrio gigante apresentou maior quantidade de aminoácidos essenciais e alta digestibilidade, sendo equivalente a outras fontes proteicas comumente utilizadas, como a farinha de soja e farinha de peixe.

Outro ensaio realizado por Elorduy et al (2002) utiliza *Tenebrio molitor* para reciclar diversos resíduos orgânicos com o intuito final de alimentar frangos de corte. Os resíduos orgânicos que foram aproveitados incluíam cascas de diversas frutas e legumes, como maçã, banana e cenoura, cactos como Opúncia e figueira-da-índia, cereais como pão velho e feijão cozido, além de restos de poda e resíduos de cana-de-açúcar entre outros vários outros alimentos em menor grau. Os galos selecionados para o experimento tinham apenas uma semana de vida e receberam diferentes tratamentos que incluíam índices de 0, 5 e 10% de farinha de *Tenebrio molitor* em sua alimentação habitual. Foi observado nos experimentos da autora que não houve diferença entre os três tratamentos quando se tratava de ganho de peso, alteração nos hábitos alimentares e conversão alimentar, além de serem satisfatoriamente superiores quando comparados com resultados da utilização de minhocas em outros experimentos. Os animais não apresentaram rejeição do alimento devido à textura ou palatabilidade nas refeições com *Tenebrio molitor* presente. Os autores também comentam que não houve nenhum tipo de efeito negativo na performance dos galos. Por fim, a autora conclui que a aplicação de *Tenebrio molitor* é potencialmente viável para substituir fontes de proteínas convencionais em rações de frango, em especial o farelo de soja.

4.5.4 Cães e Gatos domésticos

Para uma apuração adequada da fonte alimentar, a porcentagem de proteína é um dos aspectos mais fundamentais a se considerar (SÁNCHEZ-MUROS et al, 2014). Este fato concorda exatamente com a grande exigência proteica de cães e gatos (REIS e DIAS, 2020), e insetos podem além de sanar essas necessidades, trazer mais possibilidades para um bom balanço de uma ração equilibrada e provavelmente com preços mais acessíveis ao consumidor final. De acordo com a

Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (2020), a indústria de produção de alimentos para pets teve aumento de 30% nos custos de produção em 2020 devido ao aumento de preço das matérias-primas, como soja, milho e proteína animal, que constituem os alimentos e representam 90% do custo total de produção. Mais alternativas em ingredientes, principalmente as que representam um alívio econômico, são essenciais no cenário nacional da indústria de alimentos pets. Os insetos podem representar uma dessas alternativas econômicas, considerando os fatores que constituem sua criação, como o baixo custo de implantação, simplicidade de manejo e do fator nutricional (CHEUNG, 2016). Além do mais, é importante destacar que insetos de forma natural fazem parte da dieta de gatos selvagens em todo mundo, contribuindo com até 6% em sua dieta (BOSCH et al, 2014), o que pode implicar uma possível compatibilidade com a dieta de gatos domésticos.

Oliveira (2018), em suas pesquisas, que utilizava 3 tipos de farinha de insetos (barata cinérea, barata de madagascar e tenébrio gigante), expõe o quantitativo de aminoácidos e comenta que os 3 tipos de insetos tem capacidade de prover completamente a necessidade proteica e de aminoácidos. A autora conclui no fim do estudo que os resultados são satisfatórios e aponta a possibilidade desses alimentos à base de inseto serem utilizados como substitutos apropriados das fontes proteicas já utilizadas.

Bosch et al (2014) avaliaram em um estudo a qualidade da proteína de dez tipos de insetos diferentes, sendo eles: pupa da mosca comum (*Musca domestica*), grilo doméstico adulto (*Acheta domesticus*), tenébrio da farinha (*Tenebrio molitor*), larva de cascudinho (*Alphitobius diaperinus*), larva de tenébrio gigante (*Zophobas morio*), larva e pupa de mosca soldado-negro (*Hermetia illucens*), barata de seis pontos adulta (*Eublabeus distantii*), barata cabeça de morte adulta (*Blaberus craniifer*) e barata dubia adulta (*Blaptica dubia*). Os insetos foram digeridos artificialmente *in vitro* com modificações para simular pequenos processos digestivos gástricos de cães e o composto quimicamente analisados em laboratório. Na tabela abaixo é mostrada os resultados das análises que levam em consideração a alimentação convencional desses animais baseados em insumos como farinha de carne de frango, farinha de peixe e farinha de soja como referência para comparação:

Tabela 6 — Composição próxima da qualidade da proteína, níveis de aminoácido indispensáveis (porcentagem relativa a proteína crua) e o escore de aminoácidos de insetos e referências para comparação.

Parâmetro	Insetos									
	MC	MSNI	MSNp	GD	TM	CD	TG	BSP	BCM	BD
Proteína Crua	62·5	56·1	52·1	70·6	52·0	64·8	47·0	66·3	65·0	64·4
Gordura	19·2	12·8	19·7	17·7	33·9	22·2	39·6	25·1	22·0	24·5
Cinzas	5·6	12·6	13·9	5·3	3·9	4·1	3·0	3·6	3·9	4·4
<u>Aminoácidos</u>										
Arginina	4·2	3·7	4·2	5·7	4·6	4·8	4·6	3·6	3·9	3·5
Histidina	4·8	4·4	4·7	3·4	5·1	4·9	4·8	4·3	4·6	4·5
Isoleucina	4·0	4·0	4·2	4·0	4·6	4·6	5·0	3·4	3·7	3·2
Leucina	6·1	6·1	6·5	6·6	7·3	6·7	7·2	5·4	5·9	5·3
Lisina	6·2	5·4	5·4	5·8	5·5	6·5	5·3	4·3	4·7	4·0
Metionina	2·6	1·4	1·7	1·6	1·4	1·3	1·6	1·3	1·2	1·3
Fenilalanina	5·2	3·1	3·3	3·2	3·4	3·9	3·7	2·6	2·7	2·7
Treonina	3·8	3·6	3·6	3·6	4·0	4·0	4·1	3·1	3·3	3·1
Valina	5·0	5·5	5·7	5·7	6·3	5·9	6·5	5·6	6·1	5·4
Total de aminoácidos	41·8	37·1	39·3	39·6	42·3	42·7	42·7	33·5	36·2	33·1
<u>Escore de Aminoácidos</u>										
* -										
Cães	94·0	63·4	74·4	69·3	68·4	60·4	73·8	53·0	55·5	59·7
Gatos	106·1	79·2	93·0	86·6	85·5	75·5	92·2	66·2	69·4	74·6

MC, Pulpa da mosca comum; MSNI e MSNp mosca soldado-negro larva e pupa; GD, Grilo doméstico; TM, *Tenebrio molitor*; CD, Cascudinho; TG, tenébrio gigante; BSP, barata de seis pontos; BD, barata dubia

*Levando em consideração o requerimentos mínimos para o crescimento de filhotes de cachorros e gatos como referência

Fonte: Adaptado e traduzido de BOSCH et al (2014)

Os escores de aminoácidos da farinha de carne de frango, farinha de peixe e farinha de soja são de 44·6, 73·1 e 89·1 respectivamente para cães e 55·8, 91·6 e

107,5 para gatos (BOSCH, et al 2014). Os valores semelhantes e até superiores a algumas das fontes convencionais de alimentação sugerem que alimentos derivados de insetos têm fortes indícios de que são aptos a serem incluídos na alimentação de cães e gatos domésticos.

5. CONCLUSÃO

Os vários fatores benéficos ao meio ambiente, acessibilidade na produção e níveis nutricionais atrativos que acompanham o manejo da criação de diversos insetos trazem expectativas positivas para todo o agronegócio. O uso de insetos na alimentação animal pode representar uma boa alternativa ao modelo tradicional de produção de alimentos para animais e até uma nova atividade dedicada e extensiva. Em uma sociedade contemporânea que busca por produções ecologicamente corretas, essa atividade se alinha aos objetivos de desenvolvimento sustentável propostos pela FAO, pois, diferente de outras atividades, essa possui o primor de ser ecologicamente sustentável.

Além dos índices de qualidade de proteína serem positivos, outras particularidades devem ser levadas em consideração para uma futura aplicação de insetos na alimentação animal. Tais como a viabilidade de produção em massa, a segurança alimentar e a recepção do consumidor e produtor frente a uma nova fonte alternativa de proteína. Apesar da descoberta do claro potencial ser antigo, o tema necessita de mais debates e estudos.

REFERÊNCIAS

ABINPET. INDÚSTRIA PET: ALTA DE 30% EM CUSTOS DE PRODUÇÃO AFETAM CRESCIMENTO EM 2020. Disponível em: <<http://abinpet.org.br/industria-pet-alta-de-30-em-custos-de-producao-afetam-crescimento-em-2020/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

ASSAD, E. D., et al, **SUSTENTABILIDADE NO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO.** Brasil, 2012. Disponível em:

<<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/933999>> Acesso em 22 set.2021.

AviNews Brasil, Custos de produção elevados poderão impactar o crescimento da avicultura em 2021. Disponível em: <<https://avicultura.info/pt-br/custos-de-producao-impactar-crescimento-avicultura-2021/>>. Acesso em: 4 out. 2021.

BARROS, D. C. B. et al. **A importância da alimentação artificial para abelhas *Apis mellifera* africanizadas**. X SIMPÓSIO DE CIÊNCIA DA UNESP–DRACENA “PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DE FORRAGEM”, p. 6, 2020.

BECKER, Miriam. **O homem frente às pragas**. 1983.

BISCONSIN-JUNIOR, Antonio et al. **Composição de insetos comestíveis**. In: 36 Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2018. p. 5-6.

BOSCH, Guido et al. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. **Journal of nutritional science**, v. 3, 2014.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. **A química dos agrotóxicos**. Química nova na escola, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES, **LANDMARK STUDY ON THE EVOLUTION OF INSECTS**. ScienceDaily, 2014. Disponível em:

<www.sciencedaily.com/releases/2014/11/141106143709.htm> Acesso em 21 set.2021

CARDOSO, Sara Alexandre Esteves et al. **Utilização de insetos na alimentação humana e animal**. 2016. Dissertação de Mestrado.

CAROLINO, Inês. Insetos - a alternativa proteica na alimentação das aves. **Voz do Campo**, 2018. Disponível em: <<https://vozdocampo.pt/2020/06/24/insetos-a-alternativa-proteica-na-alimentacao-da-s-aves/>>. Acesso em: 20 out 2021.

CHEUNG, Thelma Lucchese; MORAES, Marília Soares. **Inovação no setor de alimentos: insetos para consumo humano**. Interações (Campo Grande), v. 17, p. 503-515, 2016.

CNA, PIB DO AGRONEGÓCIO AVANÇA NO TRIMESTRE E ACUMULA ALTA DE 9,81% NO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2021. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/boletins/dtec.pib_jun_2021.13set2021vff.pdf> Acesso em 14 set.2021

COÊLHO, Jackson Dantas. Produção de grãos: feijão, milho e soja. 2018. Fortaleza: **Caderno Setorial ETENE**, 2018. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/365/3/2018_CDS_51.pdf>. Acesso em 22 mar. 2021

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

CRUZ, José Carlos et al. Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde. **Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E)**, 2013.

DA SILVA GRIGIO, Giorgio; DO NASCIMENTO, Rute Britto; ARAGON, Vitor Florido.

Biogeografia dos enxames de gafanhotos *Schistocerca cancellata*, histórico de ocorrências e as implicações para a agricultura brasileira. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 12, p. 101133-101143, 2020.

DA SILVA, Elmo Rodrigues; SCHRAMM, Fermin Roland. **A questão ecológica:** entre a ciência e a ideologia/utopia de uma época The ecological issue: science and ideology, or the utopia of a time. Cad. Saúde Públ, v. 13, n. 3, p. 355-382, 1997.

DE MARCO, Michele et al. **Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens:** apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. Animal Feed Science and Technology, v. 209, p. 211-218, 2015.

DE OLIVEIRA, Carlos Wagner et al. Farinhas de insetos na avicultura industrial. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 722-728, 2020.

DE OLIVEIRA, Maiara Rodrigues Duarte. **Perfil e digestibilidade da farinhas de insetos avaliadas com galos cecectomizados.** 2018.

DESUÓ, Ivan Cesar et al. **INSETOS E SUAS RELAÇÕES COM O HOMEM.** ENTOMOLOGIA FORENSE: NOVAS TENDÊNCIAS E TECNOLOGIAS NAS CIÊNCIAS CRIMINAIS. Technical Books Editora, cap, v. 2, p. 87-121, 2010.

FAO et al. (2021). The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. **Transforming Food Systems for Food Security, Improved Nutrition and Affordable Healthy Diets for All.** Rome. 2021.

FARONI, L. R. A.; SOUSA, A. H. **Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados:** Tecnologia de armazenagem em sementes. Campina Grande: UFCG, v. 1, p. 371-402, 2006.

FIALHO, A. T. S. et al. **Nutritional composition of larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) and crickets (*Gryllus assimilis*) with potential usage in feed.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 73, p. 539-542, 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture 2020: Sustainability in action.** Rome. 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>> Acesso em 14 set. 2021

GERALDES, D., **A PRODUÇÃO DE FARINHA DE PEIXE É SUSTENTÁVEL PARA O FUTURO?.** Brasil, Editora Stilo, 2017. Disponível em: <<https://www.editorastilo.com.br/producao-de-farinha-de-peixe-e-sustentavel-para-o-futuro/>> Acesso em 14 set.2021.

GRIMALDI, David et al. **Evolution of the Insects.** Cambridge University Press, 2005.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos:** fundamentos da entomologia. Editorial ROCA, 5ª Ed., Barcelona. 460pp, 2017.

JUNIOR, Milton Erthal; GUARUS, I. F. F. **Controle biológico de insetos pragas.** Rio de Janeiro: I Seminário Mosaico, 2011.

LUCAS, Andressa Jantzen da Silva. **Insetos na alimentação animal:** um panorama geral. 2021.

MACHADO, Brigida Sperchi de Oliveira. **Efeito da utilização da farinha de mosca-soldado negra em substituição à farinha de peixe na alimentação inicial de tilápia-do-nilo.** 2019.

MACHADO, Luiz Carlos et al. **Manual de formulação de ração e suplementos para coelhos.** Bambuí: Ed. do Autor, 2011.

MACHADO, Paulo de Almeida. **O homem e os insetos, passado, presente, futuro.** Revista de Saúde Pública, v. 21, p. 474-479, 1987.

MARCIANO, Luany Emanuella Araujo et al. Desempenho de coelhos alimentados com farinha de Tenebrio molitor. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, 2019.

MARTINE, George; ALVES, José Eustáquio Diniz. **Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade?.** Revista Brasileira de Estudos de População, v. 32, p. 433-460, 2015.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO** Brasil 2019/20 a 2029/30. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ao-completar-160-anos-ministerio-da-agricultura-preve-crescimento-de-27-na-producao-de-graos-do-pais-na-proxima-decada/ProjecoesdoAgronegocio2019_20202029_2030.pdf> Acesso em 22 mar. 2021

NEWTON, Larry & Sheppard, D. & Watson, D. & Burtle, Gary & Dove, C. & Tomberlin, Jeffery & Thelen, E.. (2005). **The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/resource recovery tool.**

PREZOTO, F. Vespas. **Revista Biotecnologia**, v. 2, n. 9, p. 24-26, 1999.

RAMOS-ELORDUY, Julieta et al. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. **Journal of economic entomology**, v. 95, n. 1, p. 214-220, 2002.

RECH, André Rodrigo; WESTERKAMP, Christian. **Biologia da polinização: uma síntese histórica**. Biologia da polinização, p. 27-43, 2014.

REIS, Túlio Leite; DIAS, Ana Carla Chaves. **Farinha de insetos na alimentação de não ruminantes**: uma alternativa alimentar. Veterinária e Zootecnia, v. 27, p. 1-17, 2020.

RIBEIRO, Gustavo de Oliveira. **Farinha da larva de insetos na alimentação de tilápia-do-Nilo**. 2019. 29 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.

SÁNCHEZ-MUROS, María-José; BARROSO, Fernando G.; MANZANO-AGUGLIARO, Francisco. **Insect meal as renewable source of food for animal feeding**: a review. Journal of Cleaner Production, v. 65, p. 16-27, 2014.

SANTOS, Sêmele Silva. **Produção e caracterização físico-química do óleo da larva da mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) alimentada com diferentes resíduos agroindustriais**. – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Química.. – Ilhéus, BA. 2018.

SEALEY, Wendy M. et al. Sensory analysis of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fed enriched black soldier fly prepupae, *Hermetia illucens*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 42, n. 1, p. 34-45, 2011.

TAVARES, Mariel Neves. **Análise da viabilidade econômica do uso de farinha do inseto *Tenebrio molitor* na dieta de frangos de corte**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Pirassununga, SP. 2020.

TUNES, Suzel. Insetos Comestíveis. **Pesquisa FAPESP**, 2020, Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/insetos-comestiveis/>>. Acesso em: 9 dez 2021.

VALADÃO, David Vieira. **Mecanismos de polinização**. 2003.

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

VAN PHI, Chloé Phan et al. **Industrial Symbiosis in Insect Production — A Sustainable Eco-Efficient and Circular Business Model**. Sustainability, v. 12, n. 24, p. 1-14, 2020.

VILELLA, Lucas de Marques. **Produção de insetos para uso na alimentação animal**. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. 2018.

WAQUIL, José M. Manejo integrado de pragas: revisão histórica e perspectivas. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo:[resumos expandidos]. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Florianópolis: Epagri, 2002., 2002.