

**Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Unidade Acadêmica de Graduação
Bacharelado em Engenharia de Produção**

Douglas Amaral Vieceli

CADEIA PRODUTIVA E SUSTENTÁVEL DO *TENÉBRIO MOLITOR*

**Porto Alegre
2023**

Douglas Amaral Vieceli

Cadeia produtiva e sustentável do *Tenébrio Molitor*

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção, da Universidade
do Vale do Rio dos Sinos.

Orientadora: Simone Santos Knak

Porto Alegre

2023

“Cada dia a natureza produz o suficiente para nossa carência. Se cada um tomasse o que lhe fosse necessário, não havia pobreza no mundo e ninguém morreria de fome”.

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

Estudos apontam, segundo a ONU, que a população do planeta pode chegar a aproximadamente 10 bilhões de habitantes até 2050, tornando a forma de produção de alimentos insuficientes, se mantida nos moldes atuais, levando em conta todos os impactos ambientais que o setor atual gera no seu processo produtivo. Com base nisso, a pesquisa tem como objetivo busca entender melhor a cadeia produtiva de insetos, mais especificamente a do Tenébrio Molitor, que já é utilizado como alimento em diversos países, devido ao seu alto valor nutricional, recebendo então bastante notoriedade nos últimos tempos depois de sua liberação para produção em larga escala na Europa, com investimentos bilionários no setor. Para melhor estender o setor em solo nacional, foi aplicado um questionário e após, feito um estudo de campo com três empresas e 1 pesquisador, onde foi aplicado uma entrevista para mapear os processos e entender os pontos fortes e fracos do setor. Não foram abordados temas envolvendo o mercado e comercialização do inseto, mantendo o foco na cadeia produtiva e nos impactos e vantagens de seu uso ao meio ambiente. Os resultados obtidos no confronto de dados, vão ao encontro com a literatura, demonstrando que as pesquisas seguem de acordo ao que é aplicado hoje no mercado, mas ainda existem muitas possibilidades de melhoria no setor.

Palavras-chave: entomofagia; insetos; economia circular; sustentabilidade; Tenébrio Molitor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparativo entre insetos, frango, porco e gado	12
Figura 2 - Fluxo geral do processo	14
Figura 3 - Ciclo de criação da mosca-soldado	17
Figura 4 - Projeção de produção vs preço até 2030	19
Figura 5 - Aumento dos investimentos na produção de insetos	20
Figura 6 - Economia circular na indústria de insetos	22
Figura 7 - Etapas da pesquisa.....	25
Figura 8 - Quadro de respostas da entrevista.....	28
Figura 9 - Apresentação dos entrevistados.....	29
Figura 10 - Quadro de apresentações.....	30
Figura 11 - Objetivo específico (a).....	31
Figura 12 - Objetivo específico (b).....	35
Figura 13 - Objetivo específico (c).....	38

LISTA DE SIGLAS

Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

E1 - Entrevistado 1

E2 - Entrevistado 2

E3 - Entrevistado 3

E4 - Entrevistado 4

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação (Food and Agriculture Organization)

IPIFF - International Platform of Insects for Food and Feed

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ONU - Organização das Nações Unidas

TCA - Taxa de Conversão Alimentar

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	8
1.1 Tema	9
1.2 Delimitação do tema	9
1.3 Problema	10
1.4 Objetivos	10
1.4.1 Objetivo geral	10
1.4.2 Objetivos específicos.....	10
1.5 Justificativa	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Processos de produção	14
2.2 Análise do mercado produtor de insetos	18
2.3 Legislação vigente voltado para a produção de insetos	20
2.4 Impactos ambientais no processo de produção e consumo de insetos	21
3 METODOLOGIA	24
3.1 Caracterização da Pesquisa	24
3.2 Abrangência da Pesquisa	24
3.3 Etapas de Desenvolvimento	25
3.4 Coleta dos dados	27
3.5 Análise de Dados	28
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	29
4.1 Apresentação dos entrevistados	29
4.2 Avaliação da cadeia produtiva (Objetivo A)	30
4.2.1 Escolha do inseto.....	31
4.2.2 Tempos do ciclo de produção.....	32
4.2.3 Cuidados em relação a produção.....	34
4.3 Avaliação do rendimento da produção (Objetivo B)	35
4.3.1 Vantagens da produção de insetos, comparados a proteína animal.....	35
4.3.2 Lote ótimo de produção.....	36
4.3.3 Conversão alimentar.....	37
4.4 Avaliação dos impactos ambientais	38
4.4.1 Impactos ambientais.....	38
4.4.2 Vantagens ambientais.....	39

4.5 Confronto dos dados.....	41
5 DISCUSSÃO	42
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS.....	47
ANEXO A	53

1. INTRODUÇÃO

A população no planeta segue aumentando ano após ano, segundo Organização das Nações Unidas (ONU), chegará a aproximadamente 9,5 bilhões de pessoas até 2050, o que acarretará um aumento da produção de alimentos no geral, mas em grande parte à procura de fontes de proteína animal (ONU, 2019). Como crescimento da produção de alimentos (cereais e carnes) acompanha o aumento populacional, obviamente haverá um aumento muito expressivo nas criações de fontes proteína provenientes de animais.

Além dos limites territoriais já existentes para a criação de alimentos, sejam eles animais de abate ou cereais, existem diversos malefícios vindos em consequência do uso extremo da terra, como a retirada de nutrientes do solo e o alto consumo de água, já para a pecuária se somam, o aumento da emissão de CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano) e N₂O (óxido nitroso), que são gases que aumentam o efeito estufa, degradação do solo em função do uso para pastagem e contaminação de lençóis freáticos oriundos do excesso de dejetos dos animais (DE ZEN, 2008).

Existem diversas opções para substituição de proteína animal no mercado, como as proteínas de soja e utilização da grãos em geral (feijão, grão de bico, lentilha, soja entre outros), mas muitas delas apresentam baixos valores nutricionais ou pouca taxa de absorção do organismo, o que as tornam pouco eficientes comparados com as proteínas obtidas por fontes animais mais tradicionais (CARDOSO, 2016).

Outra forma de produção existente no mercado, mas ainda pouco explorado no Brasil, é a produção da proteína de inseto, mercado este que já conta com produção em larga escala seja o alimento em natura ou processado em forma de farinha, onde é adicionado a misturas como massas, biscoitos e pães (sendo mais aceito neste último formato), todos voltados para adeptos da entomofagia (TUNES, 2020, VAN-HUIS, 2013).

A entomofagia, que se caracteriza no uso de insetos na alimentação é usada pela espécie humana desde anos antes de cristo, segue como tradição em países como México, no continente asiático e africano em geral (VAN- HUIS, 2013). O uso de insetos como fonte de obtenção de proteína é uma proposta para reduzir o impacto ambiental visto que esta fonte possui um valor nutricional excelente, a taxa de conversão de ração para quilograma de massa corporal é muito menor (aproximada

mente 2kg de ração para cada quilograma de proteína), baixo consumo de água, baixa emissão de gases do efeito estufa, necessitam de pouco espaço para criação, crescimento rápido (em torno de 2 meses) e baixíssimos níveis de gordura, o que torna o produto final muito mais saudável que a maior parte das proteínas animais comercializadas hoje em dia (VAN- HUIS, 2013).

O objetivo deste trabalho é explorar a cadeia produtiva de insetos *Tenebrio Molitor*, devido a sua liberação pra produção em larga escala na Europa, o que tem lhe concedido bastante visibilidade na área de produção de insetos (THE EUROPEAN COMMISSION, 2022). Foi feita uma coleta de dados, através de entrevista com produtores locais, elencando as principais vantagens na produção, barreiras de consumo, impacto ambiental e por fim a sua viabilidade econômica e produtiva, visto que o Brasil possui um excelente potencial para este tipo de produção, podendo ser um grande fornecedor para o mercado externo (TUNES, 2020).

1.1 Tema

O tema deste estudo é analisar a cadeia produtiva do *Tenebrio Molitor*, popularmente conhecido como larva-da-farinha, demonstrando uma produção com menor uso de recursos e impacto ambiental reduzido.

1.2 Delimitação do tema

Este trabalho delimita-se a estudar a cadeia produtiva do *Tenebrio molitor*, apresentando seus estágios dentro do ciclo produtivo, seu tempo de produção por etapa, até o produto acabado, assim como seu rendimento por consumo de material. O levantamento de dados foi feito através de entrevistas com produtores locais e através de pesquisas em artigos científicos.

A escolha do *Tenebrio molitor* foi, principalmente, pelo fato de ser um dos insetos com liberação mais recente para a produção em larga escala pela União Europeia (THE EUROPEAN COMMISSION, 2022)

1.3 Problema

Diante do crescimento populacional e por consequência, a necessidade de produção de alimentos, formas mais voltadas para o bem-estar ambiental serão necessárias, visto que pode-se chegar a aproximadamente 9,5 bilhões de habitantes até 2050 (ONU, 2019). Pensando em uma produção mais limpa e sustentável, que possa suprir a crescente demanda futura, tem-se a ideia de mudanças de hábitos alimentares, com uma temática do uso de insetos como alimento, que além de nutritivos, possuem um impacto ambiental reduzido (VAN- HUIS, 2013).

Com foco neste cenário de aumento da demanda de alimentos, para suprir a projeção do crescimento populacional, a questão é, o *Tenebrio Molitor* atende esta necessidade, com uma produção mais sustentável? Quais são suas vantagens e desvantagens no processo produtivo e como este inseto pode ser utilizado para auxiliar nas reduções de impactos ambientais?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo é abordar as etapas do processo de produção do *Tenebrio molitor*, confrontando a literatura com produtores locais.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Descrever os processos de produção do *Tenebrio molitor*, descrevendo seus ciclos de produção, assim como os seus tempos de atravessamento.
- b) Apresentar os dados de entrada de matéria prima e seu rendimento como produto(s) acabado(s).
- c) Descrever os impactos ambientais oriundos da produção, como tratar ou destinar os dejetos.

1.5 Justificativa

São muitos os desafios para a produção de alimentos no futuro, estimando o crescimento contínuo da população que chegará a aproximadamente 9,5 bilhões de habitantes, muitas mudanças precisarão acontecer para suprir esta demanda (FAO, 2015).

Um grande desafio é como elevar a produção da pecuária sem os grandes impactos ambientais que acompanham a produção. Muitas mudanças já foram feitas para reduzir a agressão ao meio ambiente como, o aproveitamento dos dejetos para a produção de energia, reduzindo assim os gases que seriam liberados na atmosfera e convertendo em energia que é utilizado no próprio local, reutilização da água nos processos e o uso de rações que produzem dejetos menos nocivos ao meio ambiente. Mas ainda assim, a criação de animais para abate é uma das maiores responsáveis pelo efeito estufa devido a todos impactos gerados no seu processo de criação (UNEP, 2021).

Existem hoje no mercado vários substitutos para a proteína animal desde grãos, folhas e até insetos. Neste estudo falaremos sobre a viabilidade deste último, conhecido como entomofagia, que se caracteriza pelo uso de insetos na alimentação, sendo uma excelente fonte de proteína (VAN- HUIS, 2013).

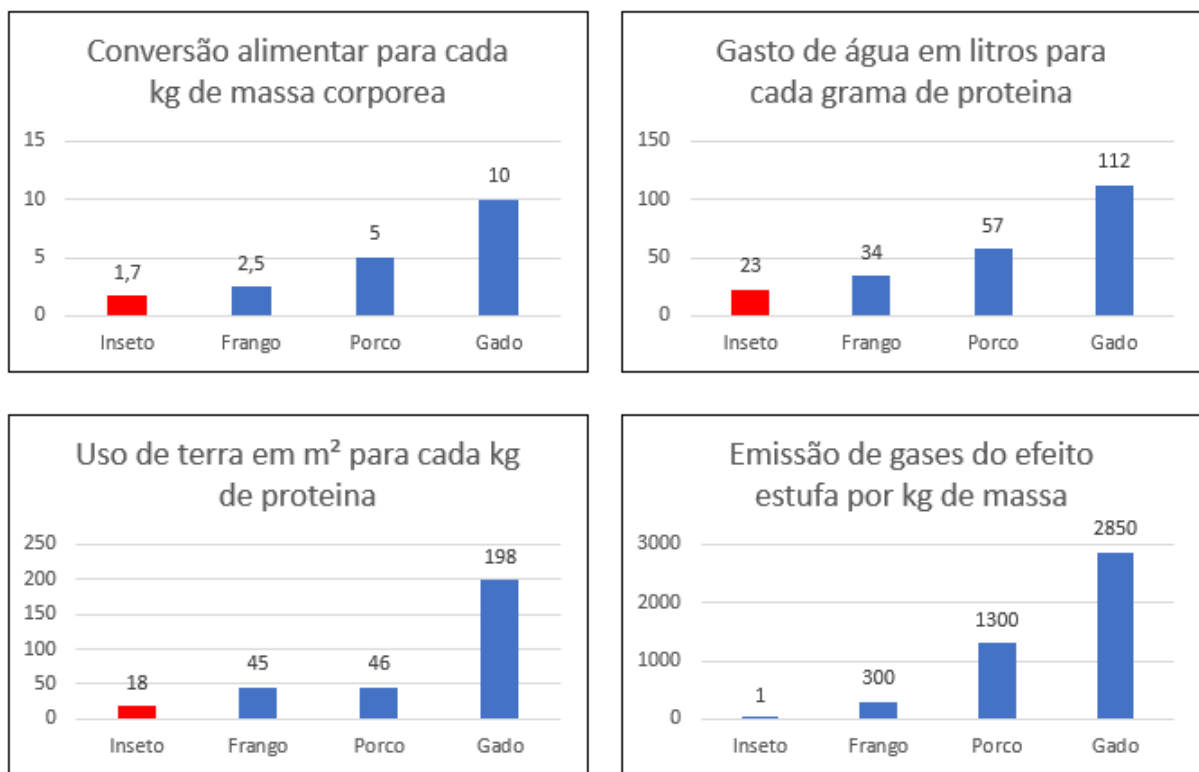
A entomofagia é conhecida e utilizada no mundo todo, tendo seu maior público consumidor na Ásia, Europa e em alguns países pontuais como o México, sendo um alimento já culturalmente consumido. No Brasil é comum em algumas pequenas cidades que utilizam esta prática, sendo algo mais cultural como, pequenas vilas de pescadores e comunidades indígenas (Romeiro et al. 2015).

O consumo de insetos possui diversos benefícios para a saúde se comparados às carnes comuns (gado, porco e frango), devido ao seu alto valor nutricional, somados também a sua elevada digestibilidade no organismo, tornando uma excelente fonte de nutrientes, com uma grande combinação de vitaminas e minerais, muitas delas não presentes nas carnes, e encontradas apenas nos peixes, mas em menores quantidades (Kinyuru et al. 2015).

Outro ponto a ser citado, é o baixo impacto ambiental envolvido na criação de animais. Por serem estes de sangue frio, seu consumo de ração por quilograma de proteína produzida é muito baixo comparado com os demais animais (gráfico 1), assim como o consumo de água envolvido no processo de criação (gráfico 2). Sendo os

insetos muito menores que o gado, porco ou frango, podem ser criados em “fazendas verticais” o que reduz e muito o espaço em metros quadrados que os demais (gráfico 3). Por serem insetos e possuírem um sistema digestivo muito menos complexo que os mamíferos e aves, a emissão de gases é muito menos se comparados (gráfico 4). Todos estes pontos estão apresentados na Figura 1 e convergem para um menor impacto ambiental (REVISTA FAPESP, 2020).

Figura 1 – Comparativo entre insetos, frango, porco e gado



Fonte: Tunes (2020).

Seu mercado abrange várias possibilidades como, o uso na produção de ração para cães e gatos, tendo em 2020 entrado no portfólio da gigante Purina Beyond, ganhando assim mais notoriedade dos demais mercados sobre os benefícios do uso de diversos insetos como ingrediente de seus produtos (DONALDSON, 2021).

Atualmente a produção de insetos para consumo humano, tem sua grande maioria de consumo diluída em produtos como por exemplo: Hamburgueres vegetais, cookies, massas, granolas e barras de proteínas, todos feitos com o inseto

processado em forma de farinha. A grande vantagem deste alimento para o consumo humano, sem mencionar os altos valores nutricionais, é a sua versatilidade, podendo ser aplicada em vários alimentos, desde refeições até petiscos, tendo o seu consumo aplicado de uma forma bastante diversificada. A grande desvantagem no momento é seu alto custo, devido a ser um alimento relativamente novo no mercado e por possuir uma baixa procura, acaba sendo produzido em pequena escala o que eleva o preço final do produto (valor este que sofreu uma pequena baixa com o passar dos anos) (GONÇALVEZ, 2020). Outra forma de consumo conhecida pelos seres humanos é em sua forma natural, comumente preparada por restaurantes e feiras de rua, sendo mais consumidos nesta forma em regiões onde fazem parte dos costumes local, como Ásia, México e África (VAN- HUIS, 2013).

Como toda produção de alimentos de origem animal, existe os seus dejetos também. Os insetos produzem excrementos, conhecidos como *frass*, sendo estes ricos em nutrientes para o solo. O Subproduto dos insetos é reconhecido em pesquisas e estudos como um excelente fertilizante, sendo 100% natural e rico em nutrientes para o solo (MENINO e MURTA, 2021).

O fato de conseguir unir toda a cadeia produtiva do início ao fim, com um mínimo de impacto ambiental, torna este tipo de produção um excelente exemplo de economia circular, visto que algumas espécies se alimentam de frutas e restos de alimentos, com exceção de restos animais, por uma questão de segurança alimentar (THE EUROPEAN COMMISSION. 2022). Projetos como *Forward*, fundada pela *Swiss State Secretariat for Economic Affairs*, aplicam e estudam o seu processo de economia circular em algumas cidades da Indonésia, em parceria com autoridades locais. (EAWAG. 2019).

Neste trabalho será abordado o a produção do *Tenébrio Molitor* (conhecido popularmente como larva-da-farinha), devido a sua recente aprovação para produção em larga escala, em alimentos para humanos, na Europa (THE EUROPEAN COMMISSION, 2022).

É possível então unir todos estes produtos com a temática de economia circular, que se caracteriza por reduzir o consumo de materiais, reutilizar os insumos, reciclar e recuperar (Kirchherr Julian. 2017), o que se enquadra na proposta de produção de insetos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

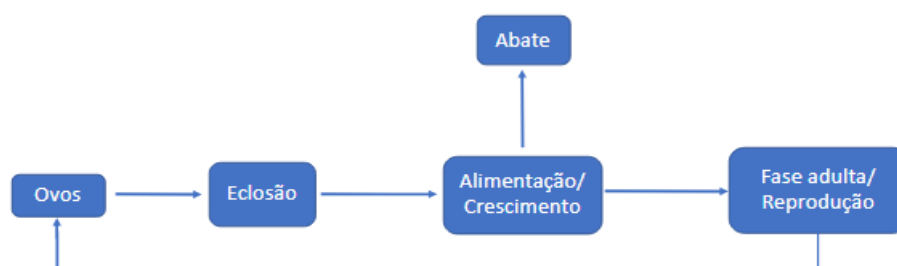
2.1 Processos de produção

Um processo de produção se resume a um fluxo de materiais, dentro de uma sequência, sofrendo alterações no andar das operações as quais foi submetido, em um determinado tempo e espaço, com o objetivo de se obter um produto ao fim do ciclo (Antunes et al., 2008)

Para iniciar um processo de produção de insetos, deve se considerar qual espécie se pretende cultivar, pois cada uma tem seu tempo de ciclo até a fase na qual é levada para o abate ou processamento, caso se deseje transformar em farinha ou ração animal (Ortiz et al., 2016).

Algumas espécies usadas na produção de alimentos para humanos, são o grilo (*Acheta domesticus*), a larva do tenébrio (*Tenébrio molitor*) e a larva da mosca-soldado (*Hermetia illucens*). Seu consumo acontece em estágios diferentes de ciclo de vida, sendo apenas o grilo consumido no estágio adulto e os outros em seu estado de larva, antes de começarem o processo de metamorfose. Segue um resumo de seus estágios (Figura 2) (Romeiro et al. 2015).

Figura 2 – Fluxo geral do processo



Fonte: Romeiro et al. (2015).

- Grilo: Conhecido também como grilo doméstico, seu ciclo começa com a postura dos ovos, após aproximadamente 14 dias acontece a eclosão dos ovos onde começará a fase de desenvolvimento do grilo, passando mais 40 dias, chegando ao estágio de ninfa, e por fim mais 20 dias até o estágio adulto, onde é levado para o

“abate”, fechando um aproximado de 74 dias, nesta fase que são coletados e separados os ovos para a criação da próxima ninhada. Sua criação deve ser em ambiente controlado, com umidade entre 60-80%, em uma temperatura entre 25-30°C (Fernandez-Cassi et al.2018).

Os grilos são criados em locais maiores, como tanques de concreto, caixas com altura entre 36 - 60 cm de altura, ou cercados maiores em média 1,2 L x 2,5 P x 0,5 A m, sempre cobertos com uma tela de mosquito, para evitar desde a fuga ou até invasores indesejados, que possam contaminar o ambiente. Dentro de cada criadouro são colocadas folhas de papelão separadoras ou caixas de ovos, para aumentar o espaço interno das unidades (Cortes Ortiz et al. 2016).

Os ovos começam o ciclo em um ambiente fechado, onde serão criados até sua fase adulta, recebendo alimentação periódica e normalmente água em pequenos recipientes, para evitar que os grilos se afoguem. Sua alimentação é substituída por vegetais e folhas nos períodos finais de seu ciclo, dias antes de serem recolhidos para o abate. Quando entram em seu ciclo de reprodução (já na fase adulta) é adicionado ao criadouro um recipiente com nutrientes como cascas de arroz para que as fêmeas possam depositar os ovos, este recipiente é mantido no ambiente até que chegue perto do período de eclosão, este é então removido e alocado em um novo ambiente onde começará um novo ciclo. Após separados, os adultos são colhidos e enviado para a área de abate, onde esperam o período de evacuação e após são limpos com água, e separados para o uso final, podendo ser fervidos, congelados, desidratados e processados (TECA, 2020).

- Tenébrio: Conhecido também por larva-da-farinha, se alimenta basicamente de material seco como farelos de trigo, aveia, milho, soja e podendo receber suplementação como leite em pó e fermento (Brizio et al, 2021). Seu ciclo começa na postura dos ovos, após aproximadamente 12 dias acontece a eclosão dos ovos onde começará a fase de desenvolvimento da larva, esta levará em média mais 72 dias para se transformar em pupa, assim começando seu processo de metamorfose para a fase adulta onde se tornará o besouro adulto em aproximadamente 20 dias, podendo começar a fase de reprodução de uma nova ninhada após 14 dias. Somando um aproximado de 84 dias para ser encaminhado para consumo e de mais de 128 dias para iniciar um novo ciclo de produção. Sua criação deve ser em ambiente controlado, com umidade entre 50-60%, em uma temperatura entre 25-28 °C (INSECT BREEDING MANUAL, 2019).

Sua forma de criação é feita em caixas de fibra de vidro, com aproximadamente 65L x 50P x 15A cm (as caixas não podem ser muito baixas e nem ásperas, para evitar a fuga dos insetos). Inicialmente na fase de ovo larval, os tenébrios são mantidos em caixas com uma tela em seu fundo, de 0,5mm de espessura entre seus furos, para facilitar a queda dos excrementos e sujeiras devido a movimentação natural das larvas, evitando assim a formação de ácaros nas colônias. Sua alimentação é feita apenas com resíduos secos e legumes, sem a necessidade de adição de água, visto que as larvas têm a capacidade de absorver a água do meio ambiente e dos alimentos consumidos (Morales-Ramos et al., 2015).

Sua Taxa de Conversão Alimentar, pode variar de acordo com o tipo de substrato utilizado, ficando em valores entre 2,62 e 6,05 (Bordiean et al. 2020) conforme o cálculo abaixo:

$$TCA = (\text{peso do substrato ingerido} / \text{peso final})$$

Sua coletada para processamento ocorre então no estágio de larva, onde o inseto está com sua capacidade maior de nutrientes. Após coletada, a larva passa por um processo de espera, no qual fica aproximadamente 3 dias para evacuar o restante de seus dejetos e após é peneirada e congelada, para enfim ser processada. (Costa, S. 2017).

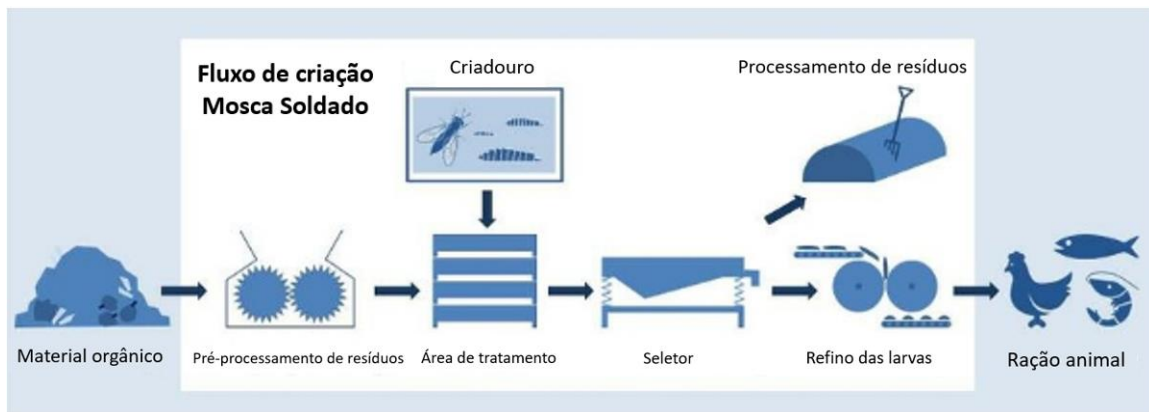
Para um novo ciclo, os adultos são separados em caixas com peneiras maiores em seu fundo (0,85mm), para facilitar a separação dos ovos e evitar canibalismo, dando início a um novo ciclo de produção (Morales-Ramos et al., 2015).

- Mosca-soldado: Conhecida como BSF (Black Soldier Fly), seu ciclo de eclosão é rápido, aproximadamente 4 dias após a postura dos ovos, o estágio de larva dura uma média de 52 dias, até que entre no estágio de pré-pupa, onde começa o preparo para a metamorfose. O estágio de pré-pupa e pupa somam aproximados 18 dias e após este entra em sua fase adulta, que dura cerca de 8 dias, onde colocará mais ovos para uma nova ninhada (Larouche, J. 2019). Somando um aproximado de 56 dias para ser encaminhada para o consumo e de mais 26 dias para iniciar um novo ciclo de produção. Sua criação deve ser em ambiente controlado, com umidade entre 60-75%, em uma temperatura entre 27°C (LI et al. 2011).

A mosca-soldado possui uma característica muito peculiar, a de ser uma excelente decompositora de material orgânico, sendo a sua alimentação composta

basicamente de restos de alimentos, como é usado na Indonésia em projetos atuando juntamente com os governos, onde são coletados os restos e destinados para produção da larva da mosca-soldado, que se torna ração animal como produto final (EAWAG, 2019), conforme demonstra-se na Figura 3.

Figura 3 - Ciclo de criação da mosca-soldado.



Fonte: Dortmans, B et al. (2017)

A Figura 3 resume o seu ciclo de criação, que começa na preparação do alimento (resíduos orgânicos) que é processado. As larvas recém-nascidas são então colocadas sobre o alimento onde passarão a sua fase de crescimento se alimentando, decompondo o material. Quando atinge o tamanho ideal, a larva é separada dos resíduos, utilizando uma peneira grande, que é ligada a uma máquina, fazendo com que as larvas caiam para baixo da peneira quando é ligada, tendo sempre uma parte separada para que cheguem a fase adulta e continuem o ciclo (Dortmans, B et al. 2017). Após separadas para processamento, passam por um processo de evacuação, para eliminar os resíduos, então são encaminhadas para serem limpas, podendo ser congeladas, desidratadas ou processadas (Larouche, J. 2019).

As larvas separadas para continuar o ciclo, são encaminhadas para uma estante e cobertas com uma cortina, para receberem o mínimo de luz possível, neste momento entram no estágio de pré-pupa e em seguida pupa, até chegarem na fase adulta, onde são atraídas para outro espaço, desta vez com uso de luz artificial. Em seus últimos 4 dias colocarão os ovos para dar início a um novo ciclo de produção (Dortmans, B et al. 2017).

Em resumo o processo segue o ciclo de cada inseto, todos com sua temperatura e umidade específica. Após o adulto colocar os ovos, estes são

separados do restante, onde ficarão seu tempo determinado até a eclosão, após esta fase, são alimentados e mantidos até a fase desejada, no caso dos grilos até sua fase adulta e nos demais, até a fase de larva, onde são separados para serem processados. Lembrando que para manter o ciclo é necessário que os adultos se reproduzam, para gerarem novas ninhadas, neste caso, para os grilos já seria em sua fase adulta, mesma fase na qual são levados para o abate, já para o tenébrio e a mosca-soldado, será necessário separar uma porção de larvas para que passem pela fase de pupa e cheguem até o estágio adulto, para continuarem o ciclo.

Outro excelente produto proveniente da criação de insetos seriam seus excrementos que podem facilmente ser utilizados como fertilizante natural, fazendo assim com que se aproveitem toda a matéria gerada, sendo para alimento ou para o solo, sem nenhum desperdício (MENINO; MURTA, 2021).

2.2 Análise do mercado produtor de insetos

O mercado de insetos teve seu começo com pequenas criações, focando na produção para rações de animais domésticos, principalmente os exóticos, como lagartos, anfíbios, aves e mamíferos, mas também muito utilizados como isca para a pesca (Cortes Ortiz et al. 2016).

O mercado de rações para animais de produção como gado, porco, frango e peixe tem crescido nos últimos anos e seguirá crescendo juntamente com a população mundial. Acompanhando esse crescimento, as terras utilizadas para a produção de ração também tendem a aumentar para suprir esta demanda (Alltech, 2022). Com cada vez mais procura por eficiência na criação de animais para abate, novos campos são explorados, tendo os insetos demonstrado um grande auxílio para a produtividade neste setor, sendo um ótimo substituto para proteína na dieta de animais (VELDKAMP; BOSCH 2015).

Outro importante uso para os insetos, se não o mais importante, é a introdução deste na dieta humana, como produto ou em muitos casos como subproduto, por exemplo em biscoitos, pães e farinha, enriquecendo o produto final, sendo neste último mais aceito, mas mesmo assim sofrendo com algumas barreiras de aceitação (Mancini, S. et al. 2022). Devido à baixa oferta de produção os preços ainda não se encontram em patamares competitivos com as demais produções de proteína animal, por exemplo, o valor do grilo criado ficava em torno de U\$ 3,67 por quilograma e o do

bicho da seda por U\$ 4,00 por quilograma, comparados com a carne de gado no valor de U\$ 3,03 por quilograma, sendo a carne muito mais aceita e conhecida pelo público em geral (valores retirados de comércio na Tailândia) (Dobermann, et al. 2017).

Atualmente, o mercado tem aumentado cada vez mais a produção e investimento na área da entomofagia, com abertura de novas fábricas como a incorporação da Jord Producers (empresa americana produtora de *Tenébrio molitor*) pela companhia francesa Ynsect em 2021, com investimentos milionários de aproximadamente U\$ 450 milhões (PETFOOD INDUSTRY MAGAZINE 2022). A expectativa é que até 2030 a produção aumente de 10 mil toneladas para aproximadamente 500 mil toneladas, a quantidade atual é o que se tem registro da produção mundial. Com esse aumento de volume, se estima uma queda no preço total do produto que atualmente é comercializado entre € 3.500,00 e € 5.500,00 por tonelada, conforme a produção sobe e toma lugar no mercado, apresentado na Figura 4 (Byrne 2021).

Figura 4 - Projeção de produção versus preço até 2030.

		Ração Animal					
		Total	Ração Pet	Aquacultura	Produção de ovos	Frango de Corte	Suínocultura
							
Estimativa de mercado (toneladas)	Fase de escala: € 3,500,00 - € 5,500,00/tonelada	120,000	65,000	20,000	20,000	10,000	5,000
	Período de uso: € 2,500,00 - € 3,500,00/tonelada	200,000	85,000	55,000	30,000	20,000	10,000
	Fase de maturação: € 1,500,00 - € 2,500,00/tonelada	500,000	150,000	200,000	70,000	50,000	30,000

Fonte: Byrne (2021).

Na Figura 5, apresentam os registros do aumento de investimento na área de produção de insetos, o que tem demonstrado o crescente interesse no setor e consequentemente pesquisas para liberação de legislações vigentes (Byrne 2021).

Figura 5 - Aumento dos investimentos na produção de insetos.



Fonte: Byrne (2021).

Ainda é um mercado pouco divulgado e explorado, mas existem grandes promessas para o futuro. Já no Brasil, não existe liberação pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para industrialização em uso humano, apenas como uso para ração animal (Monteiro. 2021).

2.3 Legislação vigente voltado para a produção de insetos

Para garantir a segurança de produção e práticas alimentares, cada país possui um grupo de regras e normas definidas, as quais devem ser seguidas à risca para garantir a não contaminação de alimentos, sejam eles para uso na alimentação animal ou humana. O MAPA é responsável pela aprovação na área da agropecuária, liberando desde o grande ao pequeno produtor, que são responsáveis pela produção de alimentos. Para garantir a segurança alimentar, toda produção deve possuir procedência certificada a fim de evitar propagação de doenças.

Hoje no Brasil, a produção é apenas liberada para a produção de ração animal, podendo ser comercializados vivos ou desidratados (Lucas. 2021). O fato de existirem poucos investimentos na área atrasa este setor em relação ao restante do mundo, sendo o Brasil um país com clima propício para a criação de insetos (VAN HUIS.2013). Este atraso na liberação de normas que facilitem a produção, tanto para consumo interno como para exportação, acaba deixando o Brasil cada vez mais atrasado em um mercado que já vem crescendo e muito a nível mundial (Chaves. 2020).

Na Europa, a liberação para produção e uso na alimentação de animais foi aprovada em 2017 devido a vários estudos na área, pois se percebeu um grande

interesse comercial do uso de insetos como substituição proteica na ração animal. O Canadá também possui maior aceitação no uso e produção de insetos para fins de ração animal. Já a China e Coreia do Sul, não existem limites para a produção de insetos (Gasco et al. 2020).

A resolução da Anvisa na qual os produtores de insetos tentam enquadrar o seu produto é a de número 16/1999, atualmente sem registros certificados, com o seguinte texto:

Novos alimentos ou novos ingredientes são os alimentos ou substâncias sem histórico de consumo no País, ou alimentos com substâncias já consumidas, que, entretanto, venham a ser adicionadas ou utilizadas em níveis muito superiores aos atualmente observados nos alimentos utilizados na dieta regular (Anvisa, 2019).

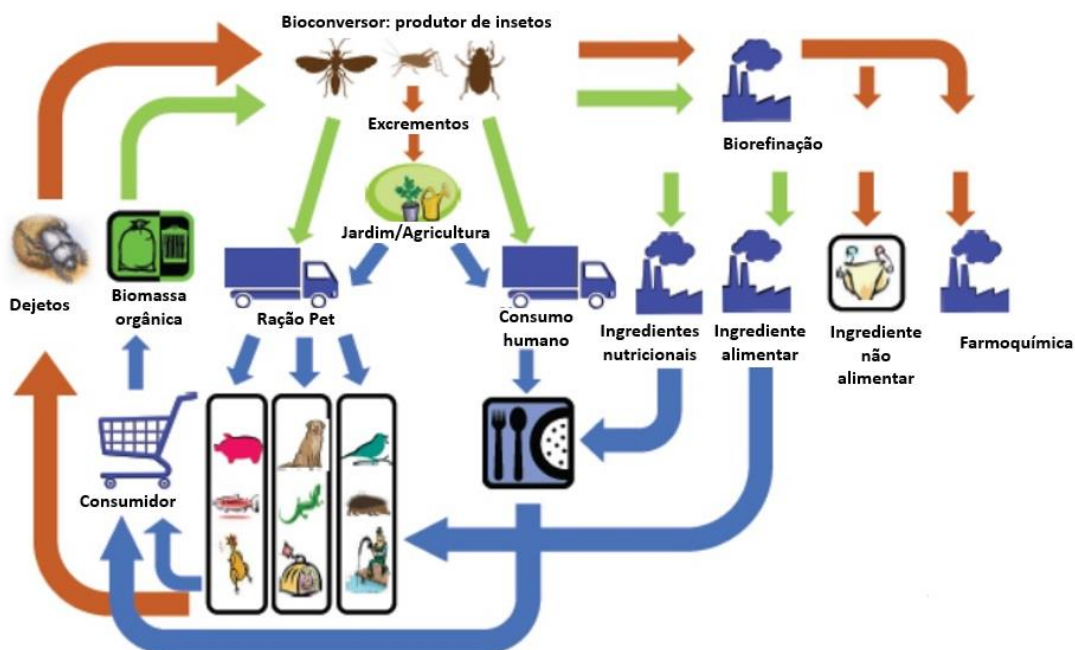
Hoje já é possível a criação do *Tenébrio molitor*, para consumo humano na Europa, conforme aprovação na comissão da União Europeia em 8 de fevereiro de 2022 (THE EUROPEAN COMMISSION. 2022), o que representa um grande e importante passo para a introdução da produção em larga escala do setor.

2.4 Impactos ambientais no processo de produção e consumo de insetos

Uma das grandes vantagens do cultivo de insetos é como está atrelado positivamente ao meio ambiente, já que utilizam menos espaço para sua produção, podem ser produzidos na vertical, consomem menos alimentos, menos água, emitem menos gases do efeito estufa e possuem um ciclo de produção menor (VAN HUIS.2013).

Seu processo inclui a capacidade de ser utilizado como economia circular, pois engloba desde a produção dos insetos e de seus subprodutos, como seu uso para aproveitamento na decomposição de matéria orgânica, consumindo restos de vegetais e alimentos que seriam descartados, estes servindo de matéria-prima para a produção de novos insetos, conforme demonstrado na Figura 6 (VENIK. 2020), gerando assim um menor impacto ambiental, visto que a ocupação de materiais nos aterros gera gases no seu processo de decomposição.

Figura 6 - Economia circular na indústria de insetos.



Fonte: VENIK, 2020.

Conforme a Figura 6, é possível observar um fluxo circular de ponta a ponta, assim como é estudado na Indonésia, onde uma pequena unidade atua juntamente com projetos de universidades. O resíduo orgânico é coletado na cidade, encaminhado para a unidade de tratamento e pesquisa, onde é utilizado como alimento para a larva da mosca-soldado, esta se alimenta do material orgânico, evitando sua decomposição que libera gases nocivos ao meio ambiente. Com o produto final, se obtém a larva da mosca-soldado, que pode ser usada para alimentar peixes, frango na comunidade local, ou até mesmo processada, para estocar em forma de farinha. Os excrementos também são utilizados como adubo, que pode ser doado ou vendido diretamente para produtores locais, como uma forma de auxílio aos pequenos agricultores e feirantes locais. Nesse processo se percebe todos os benefícios do cultivo de insetos com foco em redução no impacto no meio ambiente (Dortmans et al. 2017).

Outro estudo recente mostra o uso da tenébrio para a decomposição de esponjas e isopor, o que se apresenta bastante promissor, pois mostra a capacidade de decompor estes materiais como forma de alimento, pois o mesmo possui uma enzima em seu aparelho digestivo capaz de quebrar a ligação destes polímeros digerirlos, liberando CO₂, assim como faz com o alimento. Ainda não se sabe se o tenébrio

após passar por este processo pode ser utilizado como ração para outro animal (Bulak et al. 2021).

Como aspecto negativo encontrado, seria o consumo do inseto diretamente do meio ambiente por dois motivos pontuais. O alto consumo de insetos diretamente de seu habitat natural poderia causar um desequilíbrio ao ecossistema local como, baixa na polinização das flores em épocas frutíferas ou até a escassez do mesmo, impactando os predadores naturais dos insetos. Outro aspecto negativo seria em relação a possibilidade de ingestão de algum tipo de toxina ou veneno, pois como o mesmo não possui procedência e nem foi criado em ambiente controlado, nada garante sua procedência e nem se não teve contato com agrotóxico. Por este motivo o uso de insetos criados em ambiente controlado é o mais ideal (VAN HUIS.2013).

No próximo capítulo é apresentada a metodologia utilizada para a condução dessa pesquisa.

3. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os conteúdos metodológicos coletados e pesquisados para melhor compreender o objetivo deste trabalho. A definição do tipo de pesquisa e da forma de conduzir o questionário, foi feita de forma a melhor se adequar aos objetivos a serem alcançados (Yin. 2015).

3.1 Caracterização da Pesquisa

Esta se caracteriza por uma pesquisa aplicada, que tem por objetivo adquirir conhecimentos aplicados em situações e contextos específicos (Gil. 2017). O ponto de vista dos seus objetivos é exploratório, pois utiliza o levantamento dos dados de casos práticos, assim como de pesquisas bibliográficas, com o intuito de compreender melhor os exemplos reais (Gil. 2017). Como ponto de vista dos objetivos técnicos, se classifica em um estudo de caso, pois visa explorar um contexto já existente com maior profundidade e com uma coleta de dados reais (Gil. 2017).

A abordagem do questionário foi baseada em uma pesquisa qualitativa, visando entender e coletar dados reais do processo, compreendendo a situação do ponto de vista do entrevistado, extraíndo os dados conforme descrição literal (Gil. 2017).

A partir dos dados coletados, de forma qualitativa, foram então confrontados com as pesquisas bibliográficas feitas em diversos artigos, com o intuito de fazer uma comparação dos fatos aplicados, com o teórico apresentado nas pesquisas.

3.2 Abrangência da Pesquisa

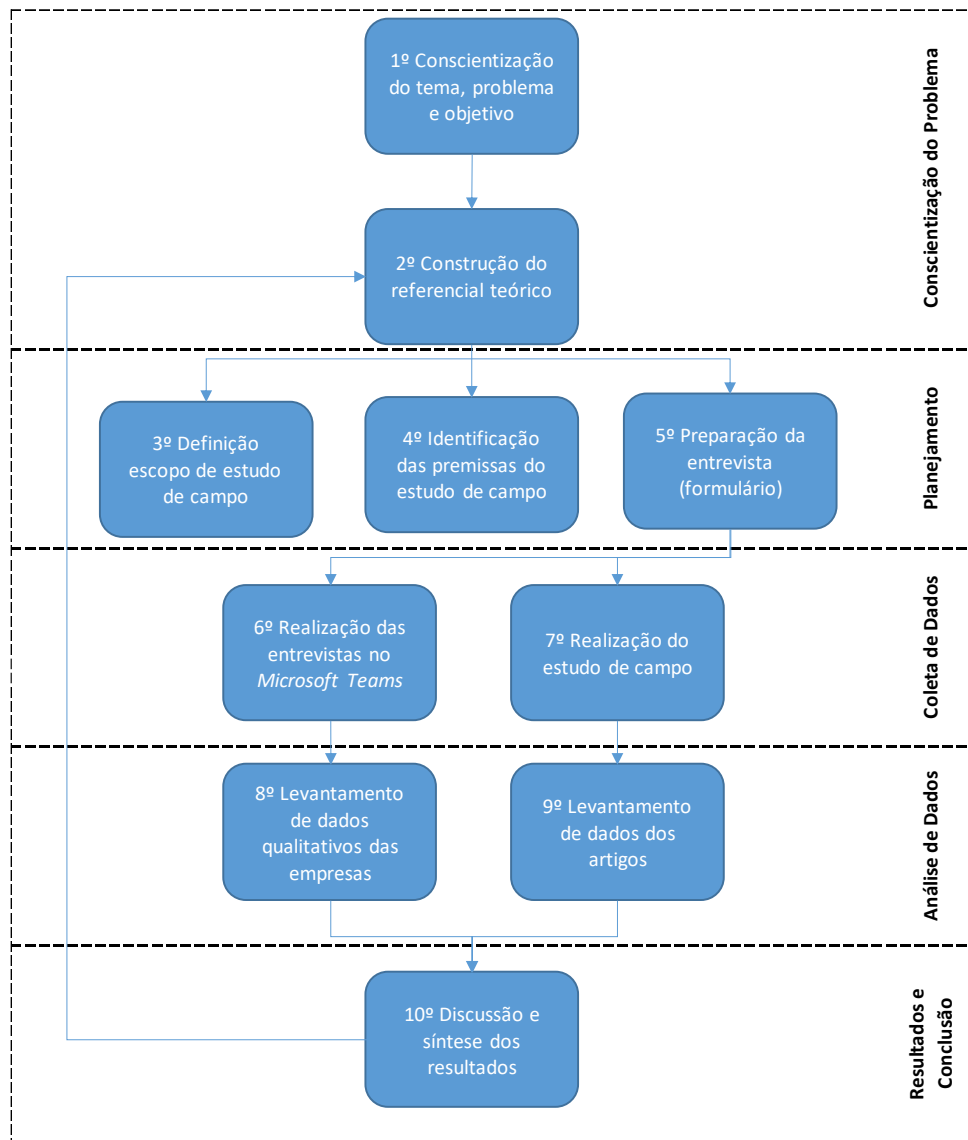
O escopo da pesquisa é estudar e entender as condições reais da produção de insetos, visando apresentar o seu real potencial como forma de produção de alimentos para o futuro, a partir de dados coletados, confrontados com o conteúdo pesquisado em diversos artigos.

Partindo do entendimento da abrangência deste estudo, no próximo tópico apresenta-se as etapas de desenvolvimento da pesquisa.

3.3 Etapas de Desenvolvimento

Para a abordagem de um estudo de caso é necessário abordar os seguintes passos: abordagem e criação de um problema específico que será pesquisado; definição da pesquisa de caso; seleção do caso estudado; elaboração do questionário ou protocolo; coleta dos dados referente a pesquisa; análise e compreensão dos dados; formulação do relatório da pesquisa (Gil. 2017). Esta pesquisa foi desenvolvida conforme as etapas apresentadas na Figura 7.

Figura 7 - Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 7 apresenta todas as fases de um estudo de caso aplicadas neste trabalho, na seguinte ordem: conscientização do problema; planejamento; coleta de dados; análise de dados; resultados e conclusão. Conforme numeradas e descritas abaixo:

- 1º Conscientização do tema, problema e objetivo: inicialmente foi abordado e compreendido as necessidades para uma criação sustentável de alimentos para o futuro, assim como visto as barreiras da entrada de produtos à base de insetos.
- 2º Construção do referencial teórico: com base no objetivo do estudo, foram coletados dados de pesquisas, artigos científicos, revistas e organizações reguladoras.
- 3º Definição escopo de estudo de caso: a estruturação do estudo foi feita a partir dos conteúdos extraídos da literatura e pesquisas, focando no entendimento da cadeia produtiva do *Tenébrio Molitor*, devido a sua atual notoriedade na indústria de insetos.
- 4º Identificação das premissas do estudo de caso: a partir dos estudos realizados, pode-se perceber alguns padrões nos processos produtivos de insetos como o ambiente de criação e temperaturas recomendadas.
- 5º Preparação da entrevista (formulário): com base nas premissas pesquisadas, foi criado um formulário, utilizando o Google *Forms*, para coleta de dados de produtores, a fim de selecionar os criadores do *Tenébrio Molitor* e confrontar os dados reais com os pesquisados.
- 6º Realização da entrevista: foi aplicado um questionário aos produtores, pelo *Microsoft Teams*, com perguntas para um coleta de dados qualitativos, com intuito de entender o ponto de vista e as particularidades dos produtores de insetos, assim como suas perspectivas sobre o mercado nacional, visando ou não investimentos em suas produções.
- 7º Realização do estudo de campo: baseado nos dados levantados foi então iniciado o estudo de campo, elencando os principais pontos produtivos e ambientais do setor.

- 8º Levantamento de dados qualitativos das empresas: os dados principais coletados, foram em função da particularidade de produção de cada empresa, o motivo da escolha do inseto e sua visão de quais as vantagens ambientais o *Tenébrio Molitor* possui.
- 9º Levantamento de dados dos artigos: os dados coletados apontam padrões para a criação de insetos, assim como seu processamento em produto acabado e seus benefícios ambientais.
- 10º Discussão e síntese dos resultados: nesta etapa foram comparados os estudos teóricos com as aplicações reais descritas pelos produtores, elencando as principais diferenças apontadas nos processos.

3.4 Coleta dos dados

A forma de abordagem teórica deste estudo se inicia pela análise bibliográfica de artigos e estudos disponíveis em repositórios digitais, revistas e sites. Estes estudos abordam pesquisas e aplicações reais propostas, conforme descrito no 2º item da Figura 7.

A partir deste, pode-se seguir para a seguinte fase, descrito no 3º, 4º e 5º item da Figura 7, avançando para a coleta dos dados.

Para entender melhor o cenário real, foi realizada uma pesquisa de forma qualitativa, utilizando primeiramente o *Google Forms*, onde foram selecionados os criadores do *Tenébrio Molitor* e após este, foram feitas entrevistas com cada produtor, utilizando o aplicativo *Microsoft Teams*, a fim de entender as peculiaridades dos processos de produção real, coletando dados de forma descrita. Em paralelo a este, foram levantados os dados dos estudos realizados, para após confrontar.

Após a construção de todo referencial teórico, feito a partir das leituras de artigos e estudos, foi então organizado os dados qualitativos do questionário aplicado aos criadores.

Por fim, foi então feito um confronto dos dados reais com as respostas dos questionários e da entrevista, a fim de entender a realidade aplicada na produção de insetos.

3.5 Análise de Dados

A partir dos dados coletados nas entrevistas, foi possível identificar as principais similaridades nos processos de produção de insetos, o motivo da espécie escolhida e a particularidade descrita por cada produtor no seu processo. A coleta de dados foi feita através de um formulário no *Google Forms* em português e posterior a este, foram feitas entrevistas pelo *Microsoft Teams*, visando compreender melhor especificamente os produtores do *Tenébrio Molitor*.

Após a entrevista, os dados foram coletados e organizados em uma planilha de Excel, para melhor avaliar as respostas dos criadores, conforme apresentado na Figura 8. A planilha foi separada por cores para distinguir a apresentação do entrevistado e os objetivos específicos descritos no trabalho.

Figura 8 - Quadro de respostas da entrevista

Questões			Respostas	Observações
Apresentação	1	Qual o nome da empresa e o ano de fundação?		
	2	Qual seu nome? Qual cargo que ocupa na empresa e a quanto tempo?		
Objetivo (a)	A.1	Qual o tipo de inseto que você produz e qual o motivo da escolha?		
	A.2	Sobre o processo de produção. Quais os tempos de ciclo e as fases do inseto até obtenção do produto acabado?		
	A.3	Quais os principais cuidados em relação à produção (temperatura, umidade, ambiente e afins)?		
Objetivo (b)	B.1	Quais as principais vantagens na produção de insetos, se relacionadas as formas tradicionais de produção de proteína animal?		
	B.2	Quanto você consideraria um lote ótimo de produção, em quilogramas?		
	B.3	Qual a taxa média de conversão de ração para o produto final (quilograma de ração por quilograma de inseto)?		
Objetivo (c)	C.1	Quais os impactos ambientais da produção de insetos?		
	C.2	Quais as principais vantagens ambientais da produção de insetos, se comparados com a produção atual de proteína animal?		

Fonte: Elaborado pelo autor

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, a abordagem tem como foco apresentar os dados pesquisados com os entrevistados, com o objetivo de entender os seus pontos de vista sobre o assunto. Foram entrevistados 1 pesquisadores e 3 produtores da área de produção de insetos, que optam pela produção do *Tenébrio Molitor*, visto que esse é o foco do trabalho. Foram abordados 3 pontos principais que seriam: o tipo e motivo da escolha do inseto produzido, a viabilidade de produção e seus impactos ambientais.

Para fim de organização, será apresentado o quadro da Figura 8 separado de acordo com os objetivos específicos propostos.

4.1 Apresentação dos entrevistados

A Figura 9 faz referência a parte do quadro onde ocorre a apresentação do entrevistado, assim como o tipo de inseto produzido.

Figura 9 Apresentação dos entrevistados

Questões			Respostas	Observações
Apresentação	1	Qual o nome da empresa e o ano de fundação?		
	2	Qual seu nome? Qual cargo que ocupa na empresa e a quanto tempo?		

Fonte: Elaborado pelo autor

Com o objetivo de apresentar os entrevistados e responder as questões 1, que seria uma apresentação da empresa e a questão 2, que seria uma apresentação do entrevistado (Figura 9), foi criado um quadro com os nomes, cargos e tempo de atuação na área, conforme apresentado na Figura 10, referenciando estes às legendas E1, E2, E3 e E4, a fim de organizar melhor os dados.

Figura 10 Quadro de apresentações

	Nome	Função	Tempo na área de produção de insetos
E1	Rodrigo Borille	Professor de Zootecnia e Ciências biológicas da Federal de Santa Maria - Campus Palmeira das Missões	junho de 2017
E2	Mauro Avila Lucas Vilella	Marketing e vendas da empresa Insect Protein Responsável técnico da empresa Insect Protein	janeiro de 2022
E3	Renan de Lima	Criador de insetos da Tenébrios 7L	janeiro de 2019
E4	Armando Pacheco	Diretor representante legal da Biofábrica São Luis	setembro de 2022

Fonte: Elaborado pelo autor

O Entrevistado 1 (E1) foi o professor Rodrigo Borille, do departamento de zootecnia e ciências biológicas da Federal de Santa Maria, campus de Palmeiras das Missões. Atua lecionando, criando e utilizando o Tenébrio Molitor desde o segundo semestre de 2017, em aulas e fornecendo o inseto para as aulas de piscicultura, onde são estudados como uso em ração animal.

Os Entrevistados 2 (E2) são os sócios Mauro Avila, responsável pelo *marketing* e vendas, e Lucas Vilella, responsável técnico da empresa Insect Protein. A empresa foi fundada recentemente, tendo seu início em janeiro de 2022 e está situada no *Techpark* da Feevale, em Campo Bom. Sua produção é voltada para comercialização do tenébrio desidratado, utilizado como ração animal

O Entrevistado 3 (E3) foi Renan de Lima, proprietário da Tenébrios 7L, situada em Sete Lagoas, Minas Gerais. Cria e comercializa insetos desde janeiro de 2019, começou a produção para uso pessoal, por ser um criador de pássaros registrado no IBAMA, mas após a alta demanda da região iniciou o negócio para venda.

O Entrevistado 4 (E4) foi Armando Pacheco, diretor e representante legal da Biofábrica São Luis, situada na cidade de São Luis, no Maranhão. A empresa cria tenébrio desde setembro de 2022, tendo sua atual instalação concluída em fevereiro de 2023. Atualmente comercializa os insetos vivos, mas tem pretensão da venda do mesmo desidratado.

4.2 Avaliação da cadeia produtiva (Objetivo A)

A Figura 11 faz referência a parte do quadro onde ocorre a apresentação do primeiro objetivo específico, os processos e tempos de produção.

Figura 11 Objetivo específico (a)

Questões		Respostas	Observações
Objetivo (a)	A.1	Qual o tipo de inseto que você produz e qual o motivo da escolha?	
	A.2	Sobre o processo de produção. Quais os tempos de ciclo e as fases do inseto até obtenção do produto acabado?	
	A.3	Quais os principais cuidados em relação à produção (temperatura, umidade, ambiente e afins)?	

Fonte: Elaborado pelo autor

Como viabilidade produtiva, pretende-se entender o seu processo de produção, como tempos de ciclo, rendimento de produção, estágios de transformação, assim como os detalhes do ambiente no qual são produzidos os insetos, buscando compreender o processo de produção do início ao fim.

4.2.1 Escolha do inseto

Como a pergunta A.1, busca-se entender o motivo do uso de cada um dos insetos, visto que são 3 (três) os tipos mais comuns produzidos e cada um possui suas características, sendo utilizados para nichos diferentes. Sendo o objetivo deste trabalho é a análise da cadeia produtiva do *Tenébrio Molitor*, foram filtrados os produtores deste para uma entrevista utilizando o aplicativo *Microsoft Teams*, com o objetivo de extrair as informações de forma mais assertiva.

Para E1, a escolha do *Tenébrio Molitor* deu-se pela facilidade na criação do mesmo, podendo ser produzido em espaços menores e com a vantagem do não possuir cheiro marcante, devido a produção ser feita com farelo de trigo, que é um material seco.

Para E2, o motivo também foi a facilidade na criação, necessitando de um espaço pequeno em metros quadrados, já que o *Tenébrio Molitor* pode ser produzido de forma vertical, em bandejas empilhadas. O fator odor também foi um diferencial, visto que a produção é composta quase que totalmente por farelo seco. Outro diferencial citado foi o silêncio na produção, por se tratar de larvas e insetos rasteiros, diferente das criações de grilo e mosca soldado.

Para E3, o motivo da facilidade de criação e o odor quase nulo foram os principais motivos por optar em produzir o *Tenébrio Molitor*. Comentou-se também

que já criou mosca soldado e grilo, mas devido a barulhos e odor, optou por manter apenas a criação do tenébrio, por ter maior facilidade no manuseio.

Para E4, a criação do tenébrio teve início como um passatempo, onde após um tempo foi percebido uma forma entrar no mercado de comercialização de insetos, visto que na região onde a empresa está situada, existe procura pelo produto, devido ao número de criadores de pássaros locais.

4.2.2 Tempos do ciclo de produção

Como a pergunta A.2, busca-se entender os tempos de ciclo de produção, o objetivo é entender especificamente os estágios que o inseto percorre, dentro do seu processo, até o momento da colheita, a fim de mapear e compreender as peculiaridades de cada produtor.

Para E1, o tempo de ciclo do Tenébrio Molitor, contando a partir da postura dos ovos até a colheita, é de aproximadamente 120 dias, sendo aproximadamente 12 dias para o ovo eclodir, aproximadamente 15 dias para se ter as primeiras larvas vistas a olho nu e o restante do tempo até a larva chegar no seu estágio maior, antes de virar a pupa. O E1 ressaltou que a larva deve ser colhida antes de chegar no estágio de pupa, pois é na forma de larva que possui a sua maior quantidade de nutrientes. Quando é chegado o momento da colheita aproximadamente 15% das larvas são reservadas para dar origem a uma nova ninhada e continuar o ciclo. Após transformada em pupa, esta possui passa por um processo de transformação de aproximadamente 12 dias até se transformar no besouro. O besouro passa por uma fase de amadurecimento de aproximadamente 2 dias até entrar na fase adulta onde pode começar a procriação. Os besouros são trocados de caixas a cada 4 a 7 dias, para seguirem o ciclo reprodutivo, colocando ovos. O tempo de vida do besouro pode chegar a 45 dias.

Conforme informado pelo E1, após a colheita do inseto, o mesmo fica de 1 a 2 dias para evacuar o material que possa ter ficado em seu aparelho digestivo e após sofre abate por congelamento, onde é congelado, reduzindo sua capacidade metabólica lentamente, até que possa reunir uma quantidade ideal de larvas para serem encaminhadas para uso.

Para o E2, o tempo de ciclo do Tenébrio Molitor, contando a partir da eclosão dos ovos até a colheita, é de aproximadamente 12 semanas, ou 84 dias. O ciclo

começa na postura dos ovos, onde se espera de 12 a 30 dias até que assegurar a eclosão de todos os ovos, após este estágio, conta-se 84 dias para a colheita da larva, lembrando de separar 25% da produção para dar início a uma nova ninhada, com a ideia de aumentar a escala de produção. Após transformadas em pupa, seu processo leva aproximadamente 9 dias para saída do besouro. O besouro passa por aproximadamente 2 dias de amadurecimento e o restante dos seus 45 dias, onde é responsável pela postura dos ovos, sendo esse processo não especificado pela empresa por ser um método desenvolvido pelos mesmos e considerado um segredo de produção e diferencial no processo. Ao seu fim de ciclo, o inseto é doado para se tornar alimento de frango.

Conforme relatou o E2, as larvas são mantidas por um período de 24 horas para a evacuação do material que possa ter ficado em seu aparelho digestivo e em seguida, são abatidas por congelamento, por ser a forma mais correta dentro do bem-estar animal, de acordo com o que é mencionado pela *International Platform of Insects for Food and Feed* (IPIFF). Após o abate, são encaminhados para um desidratador, onde ficam aproximadamente 6 horas, para finalizar o ciclo de produção, de aproximadamente 10kg.

Para E3, o processo de produção é mais curto, pois o comércio do inseto é feito vivo, como alimento para animais exóticos. Seu tempo de ciclo total fica entre 49 a 85 dias e começa com a postura dos ovos, onde foi dito que a eclosão leva de 7 a 15 dias para ocorrer, após esta etapa, a larva demora de 6 a 10 semanas para poder ser colhida e comercializada, visto que o foco da venda do inseto pelo E3 é o inseto ainda vivo. Para continuar o ciclo de uma nova ninhada, são reservados aproximadamente 10% das larvas, que se transformam em pupa, onde ficam de 7 a 12 dias até se tornarem o besouro. Foi dito que a postura dos ovos começa aproximadamente 12 a 15 dias após o completar a metamorfose. O tempo médio da postura dos ovos, onde o besouro troca de caixa para poder continuar o mesmo processo em outra caixa, é de 7 a 10 dias. Após o tempo de vida dos besouros, os mesmos são destinados para alimentação de frango local, ou misturados com adubo.

Para E4, o processo de produção é mais curto, pois o comércio do inseto é feito vivo, como alimento para criadores de pássaros na região. Seu tempo de ciclo fica entre 87 a 102 dias e começa com a postura dos ovos, onde foi dito que a eclosão leva aproximadamente 12 dias, já na fase de larva, o tempo médio até a colheita é entre 75 a 90 dias, onde já pode ser comercializado. Para continuar o ciclo de uma

nova ninhada, hoje se opta por reservar 20% das larvas, visto que empresa está em um processo de expansão e pretende alavancar sua produtividade, mas em períodos de produção normal, a quantidade de larvas reservadas é de 10%. O seu período de pupa demora entre 5 e 10 dias, onde sofre o processo de transformação para besouro. O período de maturidade sexual leva em de 5 a 7 dias, onde após acasalar, a postura de ovos ocorre dentro de 7 dias, totalizando 12 dias para a primeira postura, dando início a um novo ciclo de produção. Os besouros geram em média 8 posturas de ovos, após este período são doados como ração para frango.

4.2.3 Cuidados em relação a produção

Como a pergunta A.3, busca-se entender os principais detalhes para o ambiente onde o tenébrio é criado como, temperatura, umidade, higiene do local e outros pontos que o criador deve prestar atenção, visto que os mesmos têm influência direta no processo produtivo.

Para E1, os principais cuidados na produção do *Tenébrio Molitor*, em relação ao ambiente, é a luminosidade, sendo necessário que o ambiente possua o mínimo de luz possível, a temperatura controlada, em torno de 26,5°C e a umidade, que fica em aproximadamente 65%. Foi ressaltado também por E1 que estes dois pontos são um grande diferencial sobre o tempo de ciclo do inseto. Outro ponto importante para se cuidar no ambiente de criação é as infestações por outros insetos, o que pode retardar o tempo de crescimento, a procriação, ou até mesmo levar a perda de toda a criação, devido a liberação de alguns feromônios que podem a larva de seguir o seu curso natural de crescimento.

Para E2, os principais cuidados na produção do *Tenébrio Molitor*, em relação ao ambiente, é a luminosidade, sendo as caixas de produção mantidas em uma sala de 23m² de área por 3m de altura, com o mínimo de emissão de luz possível, a temperatura do ambiente fica em torno dos 25-32°C e a umidade é controlada para ficar em aproximadamente 50-70%. O ambiente precisa estar sempre limpo e a cada troca de ciclo, as bandejas são limpas, para evitar contaminação por ácaros ou fungos, o que pode reduzir a taxa de crescimento dos insetos.

Para E3, o cuidado com a temperatura é o principal, que fica em torno de 24°C, já a umidade é regulada pelos alimentos inseridos na sua alimentação que são: chuchu, cana de açúcar, abobora, cenoura entre outros, citados por E3. O cuidado

com o excesso de alimentos úmidos pode acarretar o aparecimento de ácaros nas caixas, o que foi descrito como “o principal inimigo na criação”.

Para E4, os cuidados com umidade e temperatura são os principais, sendo a umidade média utilizada, em torno de 75% a 85% e a temperatura controlada entre 25°C e 30°C, sendo estes diferenciais para uma maior eficiência, reduzindo os gastos com hidratação do inseto. O Cuidado com a higiene do local também é necessário, para evitar propagação pragas na produção.

4.3 Avaliação do rendimento da produção (Objetivo B)

A Figura 12 faz referência a parte do quadro onde ocorre a análise dos dados de entrada e dos dados de saída do produto.

Figura 12 Objetivo específico (b)

Questões		Respostas	Observações
Objetivo (b)	B.1	Quais as principais vantagens na produção de insetos, se relacionadas as formas tradicionais de produção de proteína animal?	
	B.2	Quanto você consideraria um lote ótimo de produção, em quilogramas?	
	B.3	Qual a taxa média de conversão de ração para o produto final (quilograma de ração por quilograma de inseto)?	

Fonte: Elaborado pelo autor

Como rendimento, o objetivo é entender a real proporção de ração empregado para a produção do *Tenébrio Molitor*, assim como suas vantagens na produção, como um possível substituto alimentar para a proteína animal.

4.3.1 Vantagens da produção de insetos, comparados a proteína animal

Como a pergunta B.1, busca-se entender como os entrevistados enxergam esta possível substituição, considerando suas vantagens nos métodos de produção assim como nos estágios que envolvem sua cadeia produtiva.

Para E1, a facilidade de ter a sua criação de *Tenébrio Molitor* em espaços pequenos é o principal fator, visto que sua criação é para pesquisa apenas. O fato de ser uma criação barata, necessitar de pouco espaço e pouco odor também é um diferencial se comparados às proteínas animais. Como para E1, o foco da pesquisa

na criação de insetos é exclusivamente para uso animal, logo não houve comparação como um substituto para produção de proteína animal.

Para E2, a facilidade e praticidade no manuseio forma os diferenciais citados, se comparados com a produção de proteína animal. O fato de poder ser produzido de forma verticalizada e sem nenhum cheiro desagradável também foi citado como diferencial, se comparado a produção de proteína animal. Ressaltando que a produção de insetos feita por E2 também é direcionada apenas para uso animal, sendo a comparação como um substituto de proteína animal citado brevemente durante a entrevista.

Para E3, o fato de necessitar de pouco espaço, cuidado reduzido e ser uma produção sem odor e silenciosa foram os fatores principais, quando comparados com a produção de proteína animal. Devido ao fato de E3 ter uma produção mais simples, sendo o único dos entrevistados a comercializar as larvas vivas, não houve outras comparações como substituição de proteína animal.

Para E4, atualmente não é visto como concorrer neste mercado, visto que o custo na produção do inseto é muito elevado, devido a seus processos manuais, se comparados aos outros meios de produção de proteína já existentes no mercado. O fato de necessitar de menor área para produção foi citado como um diferencial.

4.3.2 Lote ótimo de produção

Como a pergunta B.2, busca-se entender o dimensionamento da produção de cada um dos entrevistados, com o objetivo de entender as suas visões de mercado e comércio, sejam eles nacional ou internacional.

Para E1, um lote ótimo de produção tem sido de aproximadamente 2kg por mês, visto que sua produção é completamente voltada para a pesquisa e seu espaço de criação é pequeno. Foi citado por E1 que o Brasil está longe de alcançar a produção industrial de empresas com Ynsect e Protix, devido o baixo interesse local de investir neste tipo de indústria. Foi mencionado também que hoje é mais barato importar produtos a base de insetos de outros países do que compra de produtores locais, devido aos atrasos em investimentos na produção nacional.

Para E2, foi dito que sua produção atual é de 40kg mês, de tenébrio desidratado, mas os planos são de duplicar esta produção para os próximos meses. Também foi citado por E2 que o mercado ideal seria alavancar a produção para uma

produção que funcionasse 24 horas por dia e produzisse em toneladas, mas devido ao baixo investimento em tecnologia local, as máquinas para este tipo de produção são quase que todas importadas, o que dificulta muito a alavancagem do setor no Brasil.

Para E3, a produção é em torno de 5kg por mês, sendo o suficiente para suprir a demanda local dos clientes. Por ser uma produção mais simples e seu processo ter foco na entrega da larva viva, o investimento em maquinário e em expandir a produção não está nos planos.

Para E4, atualmente a produção está com foco no crescimento de escala, aumentando o número de matrizes de produção, pretendendo atingir uma meta de 1,5 toneladas por mês, em um período entre 6 e 7 meses. A empresa já possui estrutura para esta alavancagem na produção, com bandejas e armários. Foi dito por E4 que sua comercialização atual é por procura, sendo o seu foco o investimento em crescimento.

4.3.3 Conversão alimentar

Como a pergunta B.3, busca-se entender a conversão alimentar média obtida por cada um dos entrevistados, comparando a quantidade de ração investida no processo de criação, com a quantidade de inseto obtida ao fim do processo, em quilogramas. Ressaltando que o objetivo não é medir a quantidade do *frass* gerado no processo, que se trata do excremento do inseto, utilizados como um excelente adubo, obtidos durante o processo de produção.

Segundo E1, a conversão de ração utilizada na criação, por quantidade de insetos produzidos é de 6kg de matéria para cada 1kg produzido, mas podendo variar para 4kg para 1kg, dependendo do tipo de substrato utilizado nos testes. Não estão contabilizados neste o peso dos legumes e vegetais utilizados para hidratar o inseto, visto que é de onde o mesmo absorve os líquidos necessários para seu crescimento.

Segundo E2, a conversão de ração utilizada na criação, por quantidade de insetos produzidos é de 3,4kg de matéria para cada 1kg produzido. Ressaltando que a empresa já possui sua própria receita de substrato que utiliza no processo. Não estão contabilizados neste o peso dos legumes e vegetais utilizados para hidratar o inseto, visto que é de onde o mesmo absorve os líquidos necessários para seu

crescimento. Foi informado por E2 que a produção do *frass*, é de aproximadamente 2kg neste processo, sendo este também comercializado pela empresa.

Segundo E3, a conversão de ração utilizada na criação, por quantidade de insetos produzidos é de 3,5-4kg de matéria para cada 1kg produzido. Sendo utilizado como substrato uma mistura de ração de frango como farelo de trigo. Como fonte de umidade, é utilizado entre 2-3,5kg de legumes ou vegetais como, chuchu, cana de açúcar, abóbora e cenoura, para hidratar o inseto, visto que é de onde o mesmo absorve os líquidos necessários para seu crescimento.

Para E4, a conversão de alimentos por quilograma de inseto, fica em torno de 2kg de ração seca, mais um aproximado de 4kg de legumes ou frutas, para 1kg de inseto, produzido. É utilizada uma ração específica que leva o farelo de trigo e outros aditivos.

4.4 Avaliação dos impactos ambientais

A Figura 13 faz referência a parte do quadro onde são apresentados os impactos ambientais, descritos na produção.

Figura 13 Objetivo específico (c)

Questões		Respostas	Observações
Objetivo (c)	C.1	Quais os impactos ambientais da produção de insetos?	
	C.2	Quais as principais vantagens ambientais da produção de insetos, se comparados com a produção atual de proteína animal?	

Fonte: Elaborado pelo autor

Como impacto ambiental, o objetivo é entender os possíveis impactos ambientais e se os insetos podem possuir um benefício ambiental, sendo utilizados como uma forma de economia circular.

4.4.1 Impactos ambientais

Como a pergunta C.1, busca-se entender os impactos ambientais no processo de produção do inseto como, consumo de água, emissão de gases, gasto energético e outros fatores.

Segundo E1, os impactos ambientais como o uso de ração são mínimos e o consumo de água é basicamente para o cozimento dos insetos e a limpeza de suas bandejas e ambiente. A emissão de gases foi dita como insignificante também, sendo citado apenas vantagens em sua criação. Já o consumo de energia elétrica foi citado como o único possível impacto, visto a necessidade do controle da umidade e temperatura do ambiente de criação do inseto

Segundo E2, o consumo de ração é mínimo e a água utilizada no processo seria apenas para limpeza do ambiente e das bandejas de criação. Não é medido a emissão de gases pelos insetos, mas em virtude do seu aparelho digestivo ser simples, estes níveis de medição são considerados insignificantes. O consumo de energia elétrica foi o único citado como possível impacto, mas ainda assim se trata de um gasto necessário em todos os tipos de produção animal.

Segundo E3, a criação não possui impactos ambientais expressivos, visto que a alimentação utiliza vegetais e legumes que seriam descartados, a água utilizada na limpeza das bandejas e ambiente é reutilizada no próprio terreno e seu controle de temperatura e umidade não é feito através do uso de aparelhos.

Para E4, os impactos ambientais são mínimos, visto que o controle da temperatura e da umidade do setor de produção é toda feita por climatizadores de ambiente. Seu consumo de água é mínimo, tendo alguns gastos a mais nos períodos mais secos do ano, quando é necessário a pulverização de umidade no ambiente e para a limpeza do ambiente e dos materiais com as bandejas de criação. O único setor que existe um controle mais rígido do ambiente, é a área onde ocorre o acasalamento e a desova do tenébrio.

4.4.2 Vantagens ambientais

Como a pergunta C.2, busca-se entender as vantagens ambientais no processo de produção do tenébrio. De quais formas o inseto pode ser usada para auxiliar o meio ambiente, desde sua alimentação até o seu estágio final.

Segundo E1, o tenébrio possui um papel crucial para fechar o ciclo que existe entre os meios de produção convencionais e o descarte, visto que boa parte dos resíduos gerados pelo agronegócio pode ser utilizado como ração para o mesmo. Hoje o mais comum é o farelo de trigo, que seria a casca do trigo, um substrato da farinha do trigo. Outros possíveis substratos utilizados como ração para o tenébrio são, palha

e sabugo de milho, casca de arroz, bagaço da produção de oliva, borra de café, e até mesmo o biofloco, que se trata de um resíduo da produção de tilápia, um lodo que fica nas paredes dos tanques. Todos estes se moídos e utilizados em porções controladas, juntos do farelo de trigo, que é até então o alimento base do tenébrio, podem ser reinseridos na cadeia produtiva, visto que o inseto é utilizado como alimentos de outros animais, como a própria tilápia, sendo o uso como elo para a cadeia de uma produção circular, a sua principal vantagem ambiental. Vale ressaltar que o substrato da produção do tenébrio se trata de um adubo rico em nutrientes conhecido como *frass*.

Segundo E2, o fato de ser utilizado como um elo para economia circular também foi citado. Foi dito que o fato de o tenébrio converter alimentos com baixo valor nutricional, como o farelo de trigo que é comumente utilizado na produção de frango, em alimentos ricos em nutrientes e então ser inseridos no mercado como ração para animais, é o grande diferencial ambiental desta indústria. A economia circular foi citada como um diferencial que apenas os insetos são capazes de proporcionar, evitando assim impactos ambientais provenientes de descartes de resíduos. Para E2, o comércio do *frass* se mostra um diferencial, sendo um adubo rico em nutrientes e que não necessita passar por nenhum tratamento antes de ser comercializado, proporcionando um descarte quase nulo em seu processo produtivo. Outro importante uso do *Tenébrio Molitor* citado por E2, é sua capacidade de consumir plástico, mas suas pesquisas como um reciclador ainda são recentes, não existindo dados conclusivo sobre benefícios ou malefícios do uso do inseto como produto.

Segundo E3, o fato de o tenébrio se alimentar de farelo de trigo e legumes ou vegetais que seriam comumente encaminhados para descarte se mostra como o principal impacto ambiental no processo. O E3 mencionou também que utiliza bagaço de cana como fonte de umidade para a produção. Todo rejeito na produção do tenébrio acaba se tornando adubo, sendo assim uma produção que não gera resíduos no seu processo.

Segundo E4, o mesmo reconhece as vantagens do uso dos insetos como bioconversores de rejeitos de produção, sendo o material utilizado na produção do inseto, o farelo de trigo. Como o inseto comercializado é com foco em animais de companhia, existe um receio de aproveitar descartes de restaurantes e alimentos, sem saber a procedência, para inserir como matéria prima em sua produção. Foi comentado também sobre a baixa área necessária para a produção, o que vai ao

encontro a redução de desmatamento, utilizadas para a criação de animais como gado e a baixa emissão de gases do efeito estufa também foram citados como diferenciais na produção de insetos quando comparados com a produção de proteína animal.

4.5 Confronto dos dados

Para cada entrevistado selecionado, foi feita uma planilha em Excel, conforme Figura 8, com os dados descritos pelo mesmo, com o objetivo de organizar as informações, facilitando assim a discussão dos dados.

No próximo capítulo foram feitas as discussões dos dados, organizados por pergunta.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após coletar e organizar os dados, por entrevistado, este capítulo tem por objetivo fazer um confronto dos materiais levantados em estudos, com as respostas dos entrevistados. As comparações das informações coletadas foram feitas de acordo com as respostas qualitativas, primeiramente filtradas por pesquisa no *Google Forms*, de acordo com o inseto criado, visto que o objetivo deste trabalho se trata apenas sobre a cadeia produtiva do *Tenébrio Molitor* e seus impactos. Após, agendada e conversada com os entrevistados, utilizando o aplicativo *Microsoft Teams* a fim de refinar melhor os dados.

O Objetivo A está voltado para a forma de produção do *Tenébrio Molitor*, com assim como seus detalhes e dificuldades na produção. Neste campo, o que se busca é entender o processo de criação e como o mesmo produz o inseto.

Confrontando a primeira questão do objetivo específico A (A1), é descrito na literatura, que o tenébrio tem a característica de poder ser produzido de forma verticalizada, em bandejas empilhadas umas sobre a outra, o que otimiza o espaço de produção. Sua alimentação é na grande maioria de materiais secos, retirando sua umidade de pequenas porções de legumes e vegetais inseridos juntos de sua bandeja, (Brizio et al, 2021) o que vem ao encontro ao que foi descrito pelos entrevistados.

Já a segunda questão objetivo específico A (A2), é descrito na literatura que os ciclos começam com a postura e eclosão dos ovos, que ficam na média de 12 dias até sua eclosão, após este o tempo para a colheita é de aproximadamente 72 dias, em seguida passa pela fase de pupa, onde fica em média 20 dias até que possa sair do casulo como besouro, a primeira postura dos ovos acontece dentro dos 14 primeiros dias do ciclo (INSECT BREEDING MANUAL, 2019) somando um tempo de ciclo médio, entre a postura dos ovos e a colheita, de 84 dias. Há também fontes que informam que o tempo de ciclo pode durar até 630 dias (Brizio et al, 2021). Os tempos de ciclos são similares aos informados pelos entrevistados, sofrendo variações de acordo com a ração disponibilizada e com as condições climáticas do ambiente ao qual estão submetidos. De ambos os produtores foi relatado a dificuldade de uma informação certa, ainda conforme os entrevistados, foi dito que “por ser um mercado muito novo, quem tem a informação, guarda para si, por se tratar de um segredo de

produção”, o que vem ao encontro aos diversos tempos de ciclo encontrados na literatura.

Para a terceira questão do objetivo específico A (A3), estudos mostram que a temperatura e a umidade são um grande fator que influenciam no desenvolvimento do *Tenébrio*. A temperatura podendo variar entre 25-28°C e umidade entre 50-60% (INSECT BREEDING MANUAL, 2019), ainda conforme outras literaturas, a temperatura pode ser mantida entre 20-30 °C e a umidade entre 13-70% (Brizio et al, 2021), sendo valores próximos aos utilizados pelos criadores. A literatura também adverte sobre os cuidados com fungos no ambiente de criação (ASBRACI, 2021), o que também foi dito como uma das dificuldades enfrentadas pelos produtores na criação do inseto.

O Objetivo B está voltado aos dados envolvidos na produção do *Tenébrio Molitor*. Neste campo, o que se busca é entender as vantagens na produção do inseto e seu rendimento aproximado.

Na primeira questão do objetivo específico B (B1), os dados pesquisados sugerem que o Brasil possui liberação apenas para comercialização de insetos, vivos ou desidratados, se voltados para ração animal, com exceção de ruminantes (Monteiro, 2021), o que foi dito também pelos entrevistados. Os dados pesquisados conferem com o descrito pelos entrevistados, o que aponta um atraso no Brasil para este setor.

Já na segunda questão do objetivo específico B (B2), os estudos apontam que o investimento em aumentar a escala da produção é um diferencial para a entrada e aceitação do produto no mercado, tornando os países onde o produto já possui uma cadeia produtiva em larga escala, potenciais candidatos para dominar o mercado (Byrne 2021). A falta de investimento no setor e não liberação para a produção de insetos em solo nacional, foi citado por todos os entrevistados como uma das barreiras que mais atrasa o aumento de escala produtiva no Brasil.

Para a terceira questão do objetivo específico B (B3), os dados estudados na literatura apontam que a TCA do *Tenébrio Molitor* fica em torno de 2,62 e 6,05 (Bordiean et al. 2020), o que vai ao encontro com os dados respondidos por E1, E2, E3 e E4 que são valores entre 3,4 e 6, visto que tanto no estudo citado como no caso dos entrevistados, o inseto é criado com resíduos de produção, como por exemplo o farelo de trigo.

O Objetivo C está voltado à entender os possíveis impactos ambientais envolvidos no seu processo e se os insetos podem possuir um benefício ambiental, sendo utilizados como uma forma de economia circular.

Para a primeira questão do objetivo específico C (C1), os estudos na literatura indicam que a produção de inseto não demonstra nenhum impacto ambiental significativo (Tunes. 2020), o que vai ao encontro com o mencionado pelos entrevistados, possuindo baixos índices de emissão de gases nocivos, consumo de água reduzido e espaços de produção reduzidos, devido a verticalização de sua produção, se comparados aos meios de produção de alimentos atuais.

Já na segunda questão do objetivo específico C (C2), os dados obtidos em estudos, insetos em geral já são utilizados como biofábrica, por serem excelentes decompositores de matéria orgânica, que permite com que sua produção seja utilizada como um modelo de economia circular (VENIK. 2020). Estudos já apontam que os insetos possuem um papel crucial como decompositores de material orgânico na natureza, sendo estes um elo para transformar materiais descartados em nutrientes vitais (National Geographic Society. 2022), tornando a produção de insetos um excelente exemplo de economia circular que tem por como temática principal reduzir o consumo de materiais, reutilizar os insumos, reciclar e recuperar, transformando descarte em nutriente (Kirchherr Julian. 2017), o que vai ao encontro ao que foi afirmado por todos os entrevistados. E1 e E2 também afirmam que o foco de suas produções de tenébrio se deu devido a ser considerado um elo não explorado entre o descarte da indústria e sua transformação. Conforme pesquisas recentes, o tenébrio foi testado com sucesso como um digestor de polímeros, mas ainda sem dados conclusivos do uso do inseto após o consumo (Bulak et al. 2021), o que vai ao encontro ao que foi dito por E2.

No próximo capítulo foram feitas as considerações finais do trabalho, sobre seu objetivo geral e seus objetivos específicos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral deste trabalho foi apresentar um estudo da cadeia produtiva do Tenébrio Molitor, também conhecido popularmente como larva-da-farinha, com o intuito entender seus tempos de ciclo, facilidades e dificuldades em seus processos, assim apresentando uma opção de produção com um menor impacto ambiental para o futuro.

Visto que estudos da ONU apontam para um crescimento populacional, podendo levar a um não atendimento da demanda futura por alimentos, os estudos sobre produção de insetos vem crescendo nos últimos anos, assim como investimentos na área de produção em larga escala, como uma proposta de um “alimento do futuro”.

Foram feitas entrevistas de vídeo utilizando o aplicativo *Microsift Teams* com produtores brasileiros a fim de entender como tem evoluído o campo da produção de insetos no território nacional. Primeiramente, foi distribuído um formulário de pesquisa online a fim de filtrar apenas os produtores do Tenébrio Molitor, visto que este é o foco do estudo. Foi coletado dados e contatos de produtores da Mosca Soldado Negro e Grilo. Após a filtragem dos produtores de Tenébrio, os mesmos foram convidados para uma entrevista por vídeo onde as questões dos objetivos específicos foram abordadas.

Ao questionar sobre cadeia produtiva, percebeu-se que para todos entrevistados, o Brasil se mostra muito atrasado nos processos de produção, onde boa parte da produção é feita com trabalho manual e algumas adaptações de máquinas, diferente de outros países onde já existem investimentos bilionários no setor de produção de insetos.

Sobre os dados de entrada para produção de insetos, os dados ainda se mostram incipientes. Por ser um mercado novo, o quesito da competitividade entre os grandes fabricantes faz com que segredos como métodos de produção se mantenha como segredo entre os produtores, o que foi mencionado nas entrevistas, que em alguns pontos preferiam não revelar todos os detalhes.

Quanto ao campo ambiental, existem muitas pesquisas que citam as inúmeras vantagens na inserção da produção de insetos, tanto para alimentação humana quanto para ração animal, sendo os insetos de uma forma geral usado como

bioconversores naturais. Infelizmente o preconceito com a criação de insetos é um grande atraso para maiores investimentos nessa área.

Conclui-se que o mercado é sim muito promissor mas ainda é necessário um maior esforço para tornar a produção mais consolidada e aceita. O inseto possui uma conversão alimentar de baixo custo, já que usa rejeitos de algumas produções como matéria prima, onde se ve a possibilidade de parcerias com empresas, como bioconversor de seus resíduos da produção.

Ao analisar os resultados deste estudo de caso, foram identificadas diversas possibilidades de pesquisas futuras sobre a indústria do inseto. Conforme mencionado, o setor no Brasil possui pouquíssimo investimento, o que vai contra os investimentos bilhonários no setor, feitos na Europa.

Já existem no mercado nacional, produções de insetos como a mosca soldado, que possuem um excelente tempo de ciclo e uma TCA superior à do tenébrio e com o diferencial de serem bioconversores formidáveis, com possibilidade de aplicação na decomposição de restos alimentares e quando colhidas, reinseridas na cadeia alimentar, em forma de ração animal ou suplementação humana, o que é um diferencial do campo produtivo dos insetos.

Outra oportunidade de estudo seria na automação do setor, visto que o Brasil possui o clima específico para este tipo de produção, o que seria um impulsionador para o setor, mas devido a falta de tecnologia os custos produtivos sobem muito, o que dificulta o crescimento do setor.

O estudo apresentou muitas possibilidades de melhoria, conforme declarado pelos produtores, assim como uma necessidade de uma nova ótica sobre o mercado de insetos.

REFERÊNCIAS

Alltech, 2022 Alltech Agri-Food Outlook reveals global feed production survey data and trends shaping the future. 25 de janeiro de 2022. disponível em: <<https://www.alltech.com/press-release/2022-alltech-agri-food-outlook-reveals-global-feed-production-survey-data-and-trends>>. Acesso em 14 de junho de 2022.

ANTUNES JUNIOR, José Antônio Valle et al. Sistemas de Produção: Conceitos e Práticas para Projeto e Gestão da Produção Enxuta. Porto Alegre: **Bookman**, 2008. 81 p

Anvisa. 2019 - GUIA PARA COMPROVAÇÃO DA SEGURANÇA DE ALIMENTOS E INGREDIENTES. GUIA n°23, versão 1, de 23 de julho de 2019. Disponível em: <<http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5355698/Guia+Seguran%C3%A7a+de+Alimentos.pdf/dae93caa-7418-4b9a-97f2-2ec9ebc139e2>>. Acesso em 19 de junho de 2022.

ASBRACI (Associação Brasileira de Criadores de Insetos). Cartilha de criação de *Tenébrio Molitor* para iniciantes. 20 de maio de 2021. Disponível em: <http://estaticog1.globo.com/2021/05/20/apostila_de_criao_de_tenbrio_molitor_para_globo_rural_final_1.pdf> Acesso em 01 de junho de 2023.

Bordiean A, Krzyżaniak M, Stolarski MJ, Peni D. Growth Potential of Yellow Mealworm Reared on Industrial Residues. **Agriculture**. 2020; 10(12):599. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120599>. Acesso em 02 de junho de 2023.

BRIZIO, Ana Paula Dutra Resem *et al.* PROTEÍNAS ALTERNATIVAS COMO INGREDIENTE DE ENRIQUECIMENTO DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO DA LARVA DE TENÉBRIO COMUM (TENEbrio MOLITOR). *Em*: MELO, Julio Onésio Ferreira. **Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil - Volume 2**. 1. ed. [S. l.]: Editora Científica Digital, 2021. p. 79–97. *E-book*. Disponível em: <http://www.editoracientifica.com.br/articles/code/210805894>. Acesso em: 01 de junho de 2023

Bulak P, Proc K, Pytlak A, Puszka A, Gawdzik B, Bieganowski A. Biodegradation of Different Types of Plastics by *Tenebrio molitor* Insect. **Polymers**. 2021; 13(20):3508. <https://doi.org/10.3390/polym13203508>.

Byrne, Jane. Demanda por proteína de insetos pode atingir 500.000 toneladas até 2030. 24 de fevereiro de 2021. Disponível em: <<https://www.feednavigator.com/Article/2021/02/24/Demand-for-insect-protein-could-hit-500-000-tons-by-2030>>. Acesso em 15 de junho de 2022.

CARDOSO, Sara. Utilização de insetos na alimentação humana e animal. Orientador: Daniel de Moura Murta. 2016. Dissertação (Mestrado) - P. 79. Curso de Medicina Veterinária, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa.

Chaves. 2020 – Revista FAPESP Ed. 290, Insetos comestíveis. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/insetos-comestiveis/>. Acesso em 16 de junho de 2022.

J.A. Cortes Ortiz, A.T. Ruiz, J.A. Morales-Ramos, M. Thomas, M.G. Rojas, J.K. Tomberlin, L. Yi, R. Han, L. Giroud, R.L. Jullien, Chapter 6 - Insect Mass Production Technologies, Editor(s): Aaron T. Dossey, Juan A. Morales-Ramos, M. Guadalupe Rojas, Insects as Sustainable Food Ingredients, **Academic Press**, 2016, Pages 153-201.

Costa, S.M. (2017). Proteínas de larvas de *Tenebrio Molitor* (L., 1758): extração, caracterização e aplicação num produto alimentar. Dissertação de mestrado. Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa.

ZEN, et al. PECUÁRIA DE CORTE BRASILEIRA: IMPACTOS AMBIENTAIS E EMISSÕES DE GASES EFEITO ESTUFA (GEE). CEPEA. 20 de maio de 2008. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/pecuaria-de-corte-brasileira-impactos-ambientais-e-emissoes-de-gases-efeito-estufa-gee.aspx>> Acesso em: 25 de maio de 2023.

Dobermann, Darja & Swift, J. & Field, L. Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. **Nutrition Bulletin**, 2017. 42. 293-308. 10.1111/nbu.12291.

DONALDSON. 2021 - Insect protein for pet food buzzing into mainstream. 2021 disponível em: <<https://www.petfoodindustry.com/blogs/7-adventures-in-pet-food/post/10218-insect-protein-for-pet-food-buzzing-into-mainstream>>. Acesso em 31 de maio de 2022.

Dortmans, Bram & Diener, Stefan & Verstappen, Bart & Zurbrügg, Christian. Black Soldier Fly Biowaste Processing - **A Step-by-Step Guide**, 2017.

EAWAG, 2020. Disponível em: <<https://www.eawag.ch/en/departement/sandec/projects/mswm/sibre-sustainability-of-insect-based-recycling-enterprises>>. Acesso em 12 de junho de 2022

FAO, 2015 - World Population Prospects. Disponível em: <<https://population.un.org/wpp/>> Acesso em 10 de maio de 2023

Fernandez-Cassi, Xavier & Supeanu, Alexandru & Vaga, Merko & Jansson, Anna & Boqvist, Sofia & Vagsholm, I. The house cricket (*Acheta domesticus*) as a novel food: A risk profile. **Journal of Insects as Food and Feed**, 2019. 5. 1-22. 10.3920/JIFF2018.0021.

Gasco, Laura & Biancarosa, Irene & Liland, Nina. From waste to feed: A review of recent knowledge on insects as producers of protein and fat for animal feeds. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, 2020. 23. 10.1016/j.cogsc.2020.03.003.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: **Atlas**, 2017. Acesso em 28 de maio de 2023.

GONÇALVES. 2020 - Bugs Are Coming, And They Are Nutritionally Nice. 2020 disponível em: <<https://youmatter.world/en/revolution-bugs-insects-market-growth/>>. Acesso em 01 de junho de 2022.

INSECT BREEDING MANUAL. 2019 disponível em: <<https://www.breedinginsects.com/yellow-mealworm-life-cycle/>>. Acesso em 08 de junho de 2022.

Kinyuru, John & Mogendi, Joseph & Riwa, Chris & Ndung'u, Nancy. Edible insects-A novel source of essential nutrients for human diet: Learning from traditional knowledge. **Animal Frontiers**, 2015. 5. 14-19. 10.2527/af.2015-0014.

Kirchherr, Julian & Reike, Denise & Hekkert, M.P.. Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definitions. **SSRN Electronic Journal**, 2017. 127. 10.2139/ssrn.3037579.

Larouche, Jennifer. Processing methods for the black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae: From feed withdrawal periods to killing methods, 2019.

Li. et al.. Bioconversion of dairy manure by black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) for biodiesel and sugar production, 2011.

LUCAS, Andressa Jantzen da Silva. Insetos na alimentação animal: um panorama geral. Rio Grande: Ed. da **FURG**, 2021, 148 p.

Mancini, Simone & Sogari, Giovanni & Diaz, Salomon & Menozzi, Davide & Paci, Gisella & Moruzzo, Roberta. Exploring the Future of Edible Insects in Europe. **Foods**, 2022. 11. 455. 10.3390/foods11030455.

Menino, Maria & Murta, Daniel. The Insects as a Workforce for Organic Fertilizers Production – **Insect Frass**, 2021. 10.5772/intechopen.100144.

Monteiro, Lilian. 2021 - Insetos na alimentação: à espera de autorização. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/bem-viver/2021/02/14/interna_bem_viver,1236860/insetos-na-alimentacao-a-espera-deautorizacao.shtml#:~:text=Embora%20o%20consumo%20de%20insetos,a%20desinforma%C3%A7%C3%A3o%20sobre%20o%20assunto. acesso em 10 de maio de 2023

Morales-Ramos, Juan & Rojas, M. & Shapiro-Ilan, David & Tedders, W. Use of Nutrient Self-Selection as a Diet Refining Tool in *Tenebrio Molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Entomological Science**, 2013. 48. 206-221. 10.18474/0749-8004-48.3.206.

ONU. Organização das Nações Unidas. Relatório da ONU pede mudanças na forma como o mundo produz e consome alimentos. 2019 Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/83759-relat%C3%B3rio-da-onu-pede-mudan%C3%A7as-na-forma-como-o-mundo-produz-e-consome-alimentos>>. Acesso em 24 de maio de 2022.

PETFOOD INDUSTRY MAGAZINE 2022 – disponível em: <<https://www.petfoodindustry.com/articles/11171-insect-protein-company-ysect-opens-first-mealworm-farm-in-us>>. Acesso em 15 de junho de 2022.

Romeiro et al.. Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão, 2015. Setembro de 2015.

Searchinger. Creating a Sustainable Food Future, 2019.

SUZEL TUNES. 2020 - REVISTA FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. ABRIL 2020 disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/insetos-comestiveis/>. Acesso em 29 de maio de 2022.

TECA - Technologies and Practices for Small Agricultural Producers – **Cricket farming for human consumption**, 2020. Acesso em: dezembro de 2020.

THE EUROPEAN COMMISSION. 2022 - COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/169. ACESSO EM 16 DE MAIO DE 2023

UNEP, United Nations Environment Programme. As emissões de metano estão impulsionando a mudança climática. Veja como reduzi-las. 2021 disponível em: <<https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/emissoes-de-metano-estao-impulsionando-mudanca-climatica-veja>>. Acesso em 27 de maio de 2022.

Huis, Arnold & Van Itterbeeck, Joost & Klunder, Harmke & Mertens, Esther & Halloran, Afton & Muir, Giulia & Vantomme, Paul. EDIBLE INSECTS future prospects for food and feed security, 2013.

Veldkamp, Teun. (2015). Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. animal frontiers. **Animal Frontiers**, 2015. 45-50. 10.2527/af.2015-0019.

VENIK. AGENDA FOR DEVELOPMENT AND INNOVATION IN THE DUTCH INSECT CHAIN, 2020. Acesso em: outubro de 2020.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: **Bookman**, 2015. Acesso em 28 de maio de 2023

Ynsect NL Nutrition & Health B.V 2022. Disponível em: <<https://ynsect-food.com/reduce-global-impact/>>. Acesso em 10 de junho de 2022.

ANEXO

ANEXO A – Questionário “Pesquisa sobre a cadeia produtiva de insetos”

O objetivo deste questionário é fornecer dados para a pesquisa qualitativa realizada neste estudo, contribuindo para um melhor entendimento da cadeia produtiva de insetos.

Considerando o crescimento populacional do planeta, que pode chegar a aproximadamente 9 bilhões de habitantes (ONU, 2019), novas formas de produção de alimentos serão necessárias, para garantir a manutenção do meio ambiente.

A produção e o consumo de insetos já é uma realidade em muitos países devido aos seus hábitos e culturas de consumo local (VAN- HUIS, 2013). A Produção em larga escala se mostra uma ótima opção para substituir a produção atual de alimentos, mas encontra muitas barreiras, mesmo com todos os benefícios nutricionais, produtivos e ambientais (REVISTA FAPESP, 2020).

O objetivo deste estudo é analisar a cadeia produtiva de insetos. Segue as questões:

- Qual o nome da empresa e o ano de fundação?
- Qual seu nome? Qual cargo que ocupa na empresa e a quanto tempo?
- Qual o tipo de inseto que você produz e qual o motivo da escolha?
- Sobre o processo de produção. Quais os tempos de ciclo e as fases do inseto até obtenção do produto acabado?
- Quais os principais cuidados em relação à produção (temperatura, umidade, ambiente e afins)?
- Quais as principais vantagens na produção de insetos, se relacionadas as formas tradicionais de produção de proteína animal?
- Quanto você consideraria um lote ótimo de produção, em quilogramas?
- Qual a taxa média de conversão de ração para o produto final (quilograma de ração por quilograma de inseto)?
- Quais os impactos ambientais da produção de insetos?
- Quais as principais vantagens ambientais da produção de insetos, se comparados com a produção atual de proteína animal?