

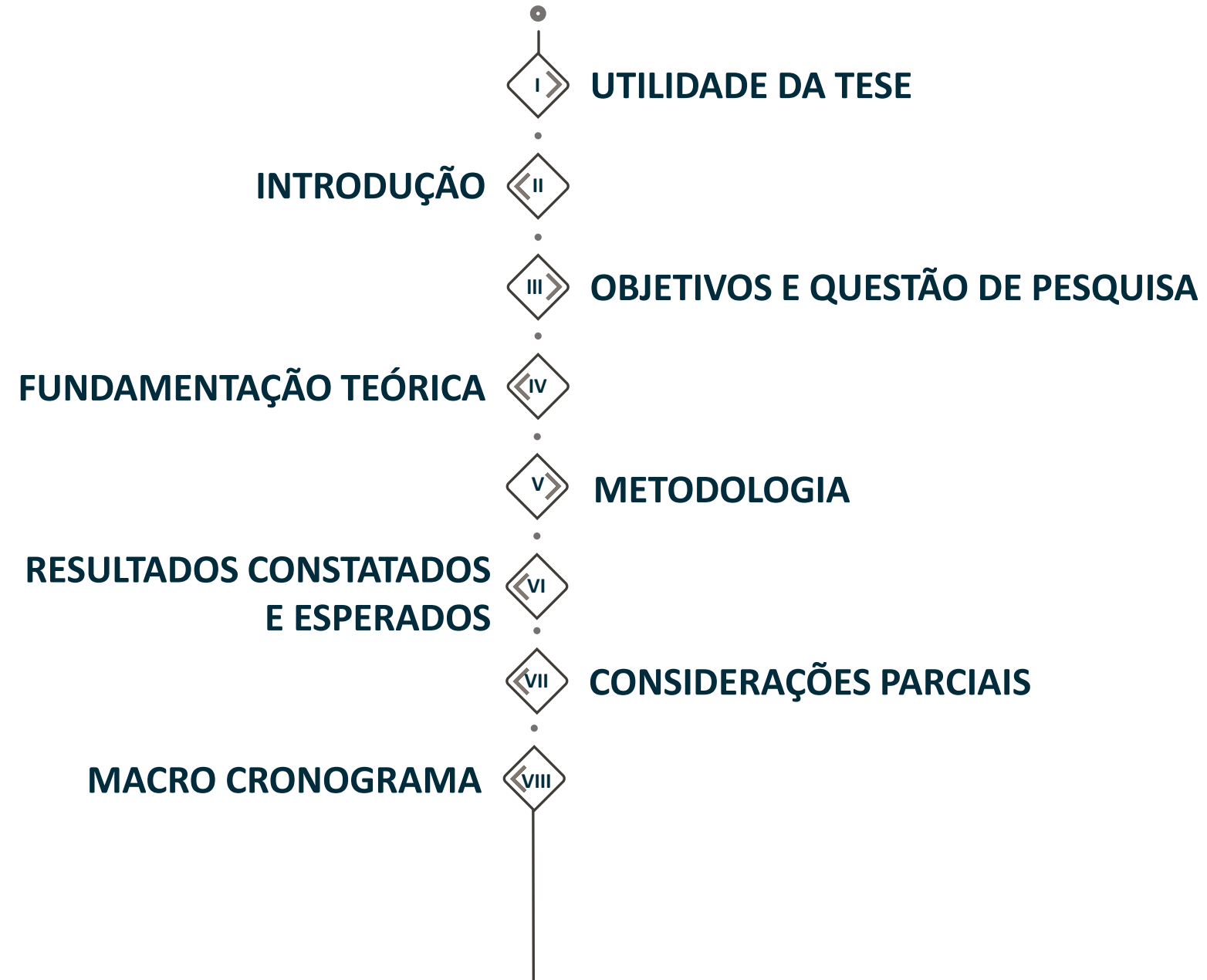
QUALIFICAÇÃO

TESE

/ CADEIA DE VALOR DO SISTEMA PRODUTIVO DE
INSETOS COMESTÍVEIS COMO FONTE PROTEICA
ALTERNATIVA: CONTRIBUIÇÃO AOS DESAFIOS DE
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO BRASIL



AGENDA



01

UTILIDADE DA TESE



**DESAFIO**

Cobrir futura **demanda** mundial de **proteína** para população estimada em 9 bilhões até 2050 (ONU, 2015)

1**CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS****2**

Atual **produção pecuária** contribui para **desflorestação**, erosão do solo, **desertificação**, perda de **biodiversidade vegetal** e poluição da água (Van Huis, 2015)

**ALERTA GLOBAL**

Segurança alimentar em risco e iminência de **escassez global de alimentos** (Ayieko *et al.*, 2021)

3**POSSIBILIDADE****4**

Produtos de insetos comestíveis como contribuição para a transição de mercados de fontes de **proteínas sustentáveis** (Veldkamp *et al.*, 2022)

**MITIGAÇÃO DO DESAFIO**

Tese pode ser útil para **responder aos desafios impostos** para cobrir a demanda mundial por **proteína sustentável**

5

02

INTRODUÇÃO



A figura destaca cinco pontos principais sobre o **papel dos insetos comestíveis** na cadeia de valor global

05

DESAFIOS DA CADEIA DE VALOR NO BRASIL

- No Brasil, a cadeia enfrenta desafios significativos, como a falta de desenvolvimento em financiamento, tecnologia e qualificação de recursos humanos, além de uma cadeia de abastecimento e estrutura de fornecedores desorganizada (Gomes, 2023)

04

BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS E SAUDÁVEIS DOS INSETOS

- Em comparação com a carne vermelha, o consumo de insetos oferece vantagens nutricionais e pode ser uma alternativa mais saudável, com menor impacto ambiental e potencial para substituir as proteínas de origem animal convencional (Dobermann, 2017; Kromhout, 2016)

03

PRODUÇÃO DE INSETOS COMESTÍVEIS COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL

- Os insetos comestíveis tem o potencial de se consolidar como um sistema alimentar sustentável, contribuindo para a segurança alimentar ao fornecer nutrientes essenciais e sustentando os pilares financeiro, social e ecológico da sustentabilidade a longo prazo (Kawabata et al., 2020)

01

ENTOMOFAGIA E SUA PRESENÇA GLOBAL

- Apesar do declínio da entomofagia (consumo de insetos como fonte alimentar) cerca de 2 bilhões de pessoas ainda consomem insetos em 113 países **principalmente em regiões tropicais** (FAO, 2013)

02

INSETOS COMESTÍVEIS COMO SOLUÇÃO PARA A DEMANDA GLOBAL POR PROTEÍNAS

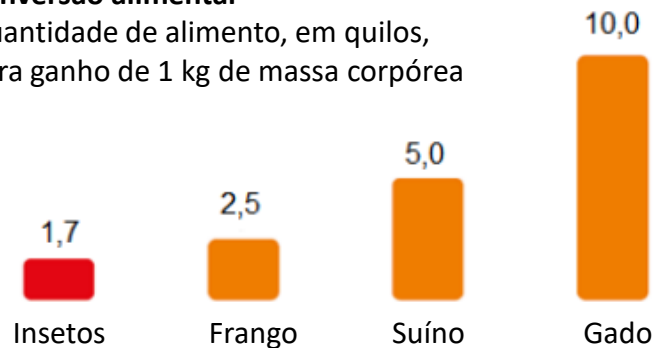
- A crescente demanda global por proteínas até 2050 e os desafios ambientais da produção pecuária tornam os insetos comestíveis uma solução promissora para alimentar a população mundial de forma sustentável, tanto para consumo humano quanto para ração animal (ONU, 2015; Van Huis, 2015)



INTRODUÇÃO | DADOS RELEVANTES

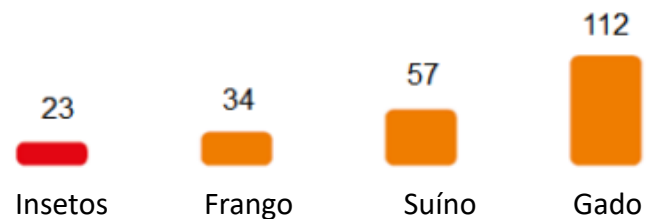
Conversão alimentar

Quantidade de alimento, em quilos, para ganho de 1 kg de massa corpórea



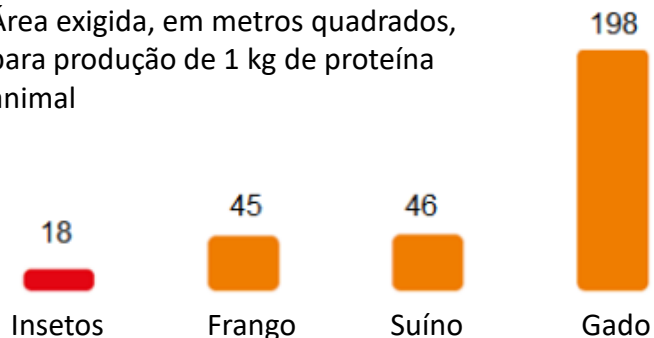
Gasto de água

Volume necessário, em litros, para produzir 1 g de proteína



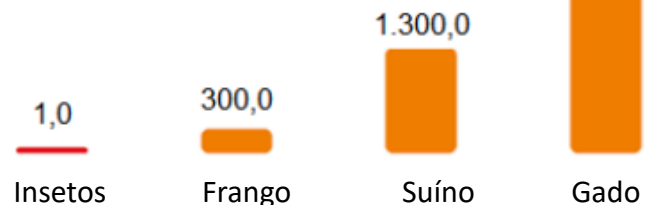
Uso da terra

Área exigida, em metros quadrados, para produção de 1 kg de proteína animal



Aquecimento global

Gás de efeito estufa liberado, em gramas, para que o animal ganhe 1 kg de massa



Fonte: Adaptado de Van Huis *et al.* (2013) e Chaves (2020)



03

OBJETIVOS E QUESTÃO DE PESQUISA



GERAL

Analisar a cadeia de valor dos insetos comestíveis como fonte sustentável de proteína no Brasil, investigando seu alinhamento com os princípios de sustentabilidade e ecoinovação, por meio do desenvolvimento e avaliação de indicadores de desempenho

ESPECÍFICOS

1. Investigar a evolução científica do papel dos insetos como proteína alternativa sustentável, valendo-se do estudo da arte para delinear a cadeia de valor dos insetos comestíveis e sua aplicação tanto para consumo humano quanto para ração animal, em um contexto de ecoinovação
2. Examinar e diagnosticar a cadeia de valor dos insetos comestíveis no Brasil, empregando o framework SWOT, o modelo de negócios sustentável Canvas e um estudo de caso múltiplo, evidenciando as características da sustentabilidade
3. Desenvolver e validar indicadores de desempenho para cada etapa da cadeia de valor dos insetos comestíveis, analisando suas inter-relações por meio de técnicas de correlação e regressão, e mensurando sua contribuição ao sistema produtivo de insetos, alinhado aos direcionadores ODS





Como a cadeia de valor dos insetos comestíveis pode ser estruturada para promover uma fonte de proteína sustentável no Brasil, alinhada aos princípios de sustentabilidade e ecoinovação, e quais indicadores de desempenho são fundamentais para avaliar sua eficácia?



04

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA



MUDANÇAS CLIMÁTICAS

- O aquecimento global tornou-se um desafio mundial crítico, impactando diretamente a agricultura e a segurança alimentar. Esse fenômeno tem desencadeado eventos climáticos que afetam a sustentabilidade alimentar (Nyangea et al., 2020), tornando-se foco de interesse de pesquisadores em diversas áreas, que buscam soluções para mitigar seus efeitos negativos, muitas vezes irreversíveis (Simon et al., 2019)
- Embora os insetos para consumo humano sejam amplamente encontrados na África, a indústria formal está na Europa e nos Estados Unidos e cresce rapidamente (Ayieko et al., 2021).

SEGURANÇA ALIMENTAR

- O relatório The State of Food Security and Nutrition in the World (Nações Unidas Brasil, 2024) indica que aproximadamente 733 milhões de pessoas enfrentaram fome em 2023, o que equivale a 1 em cada 11 pessoas no mundo, e, mais especificamente, 1 em cada 5 pessoas na África. Simion et al., (2019) apontam que os riscos alimentares são globais, e o acesso aos alimentos tornou-se um desafio mundial, não apenas para os países em desenvolvimento, mas uma prioridade econômica para todas as nações.

CULTIVO DE INSETOS

- Dado que um quarto de todas as emissões antropogênicas de gases de efeito estufa provêm da produção global de alimentos, o consumo de insetos surge como uma alternativa mais sustentável e saudável para o consumo de proteína animal (Miglietta et al., 2015).
- Nos últimos anos, pesquisas sobre o consumo de insetos comestíveis têm crescido significativamente, reunindo cientistas internacionais para apresentar análises e descobertas sobre o potencial dos insetos como nova fonte de proteína, tanto para consumo humano quanto para ração animal, bem como para analisar os diferentes estágios da cadeia de valor (Lakemond et al., 2019).

ecoinovação

- O critério essencial para classificar uma inovação como ecoinovação é que seu uso seja menos prejudicial ao meio ambiente em comparação com alternativas convencionais. Essas inovações podem surgir de soluções novas ou aperfeiçoadas, aplicadas ao longo de todo o ciclo de vida de um produto ou serviço, desde sua concepção até o descarte (Reid e Miedzinski, 2008).
- Kemp e Pearson (2007) propuseram uma classificação de eco-inovações que inclui tecnologias ambientais, inovações organizacionais voltadas ao meio ambiente, inovações de produtos e serviços com benefícios ambientais, e inovações de sistemas verdes.

cadeia de valor dos insetos comestíveis

- Além dos benefícios ambientais, insetos comestíveis, como larvas de farinha, grilos e gafanhotos, produzem significativamente menos gases de efeito estufa (GEE) por quilo de ganho de massa em comparação com a produção de carne suína e bovina (FAO, 2013).

correlação ecoinovação e cadeia de valor dos insetos comestíveis

- A cadeia de valor relacionada ao consumo de insetos, tanto para alimentação humana quanto para ração animal, enquadra-se na categoria de inovações de sistemas verdes (Gomes et al., 2024).
- Esse tipo de inovação ambiental sugere uma maior probabilidade de gerar benefícios sociais positivos, resultantes de um compromisso mais profundo com práticas sustentáveis de longo prazo (Berrone et al., 2013).

ECOINOVAÇÃO

- De acordo com Lähteenmäki-Uutela et al., (2021) em muitas partes da América do Norte, os insetos foram historicamente incorporados à cultura alimentar. A criação de insetos destinados à produção de alimentos e rações começou a aumentar a partir de 2012. A moderna indústria de insetos deriva de empresas que já cultivavam grilos e larvas de farinha para ração animal.
- A aceitação do consumo de insetos varia entre os países e é influenciada por fatores culturais e sociais. Estudos que comparam o valor nutricional dos insetos com proteínas convencionais podem contribuir para aumentar essa aceitação (Vantomme, 2015; Patel et al., 2019).

CADEIA DE VALOR DOS INSETOS COMESTÍVEIS

- Por outro lado, em regiões desenvolvidas, como Europa e Estados Unidos, a indústria de insetos comestíveis está em rápida expansão. Alguns países já estabeleceram protocolos rigorosos de produção para garantir a segurança alimentar (Ayieko et al., 2021; Kim et al., 2019; Van Huis e Dunkel, 2017).

CORRELAÇÃO ECOINOVAÇÃO E CADEIA DE VALOR DOS INSETOS COMESTÍVEIS

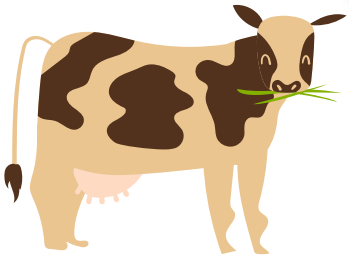
- Tecnologias avançadas também são necessárias para garantir a segurança no consumo, pois os insetos podem ser suscetíveis à contaminação durante a coleta e venda (Mumbula et al., 2022).
- Estudos sobre comercialização, como os realizados em Uganda e Burundi, mostram que o comércio de insetos pode ser uma alternativa de subsistência viável para comunidades rurais e urbanas (Odongo et al., 2018; Donkor et al., 2022).

CONSUMO HUMANO



- De acordo com Lähteenmäki-Uutela et al., (2021) em muitas partes da América do Norte, os insetos foram historicamente incorporados à cultura alimentar. A criação de insetos destinados à produção de alimentos e rações começou a aumentar a partir de 2012. A moderna indústria de insetos deriva de empresas que já cultivavam grilos e larvas de farinha para ração animal.
- A aceitação do consumo de insetos varia entre os países e é influenciada por fatores culturais e sociais. Estudos que comparam o valor nutricional dos insetos com proteínas convencionais podem contribuir para aumentar essa aceitação (Vantomme, 2015; Patel et al., 2019).
- Por outro lado, em regiões desenvolvidas, como Europa e Estados Unidos, a indústria de insetos comestíveis está em rápida expansão. Alguns países já estabeleceram protocolos rigorosos de produção para garantir a segurança alimentar (Ayieko et al., 2021; Kim et al., 2019; Van Huis e Dunkel, 2017).
- Tecnologias avançadas também são necessárias para garantir a segurança no consumo, pois os insetos podem ser suscetíveis à contaminação durante a coleta e venda (Mumbula et al., 2022).
- Estudos sobre comercialização, como os realizados em Uganda e Burundi, mostram que o comércio de insetos pode ser uma alternativa de subsistência viável para comunidades rurais e urbanas (Odongo et al., 2018; Donkor et al., 2022).

RAÇÃO ANIMAL



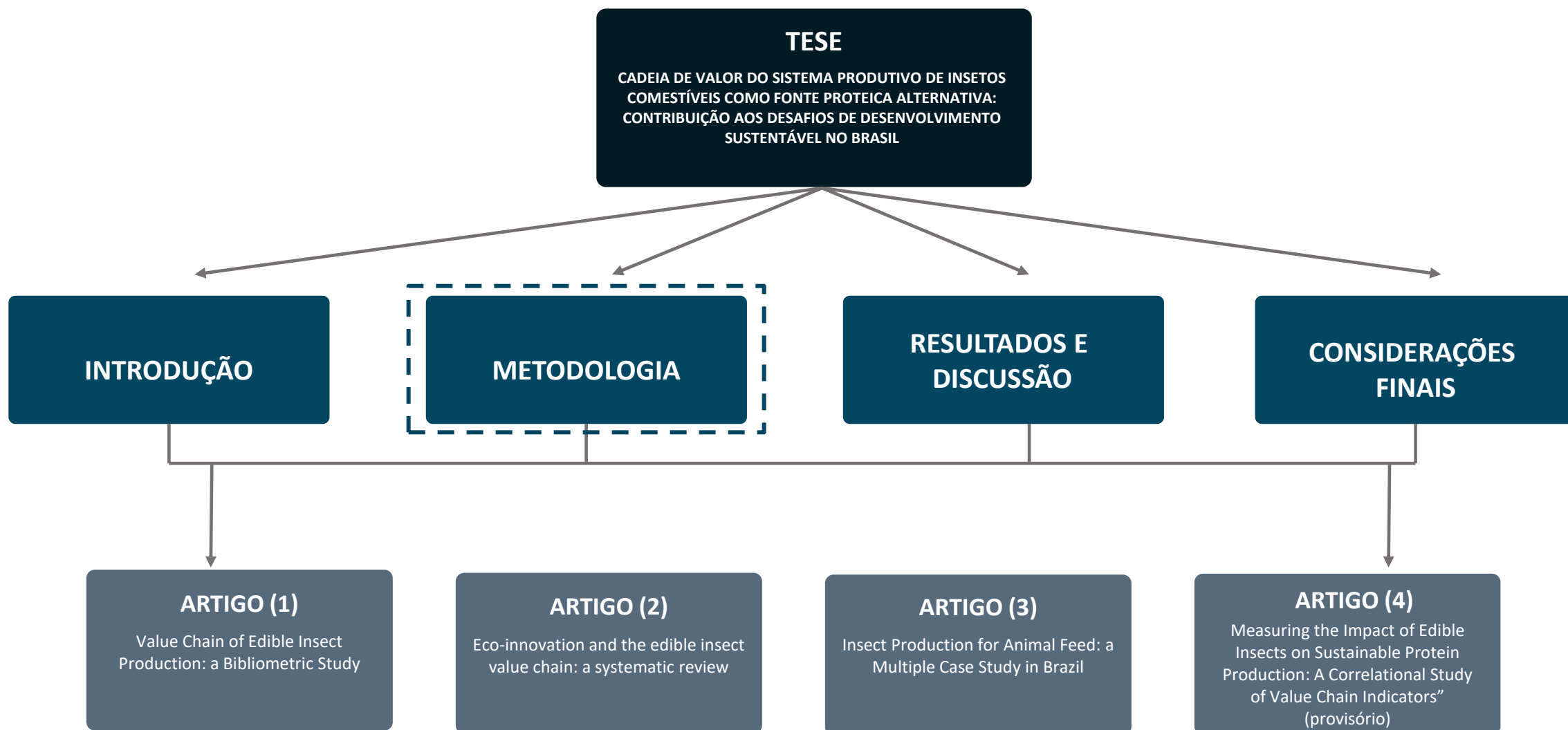
- Os insetos mais promissores para a produção industrial de ração são a mosca-soldado-negra (BSF) (*Hermetica illucens*), a mosca doméstica (*Musca domestica*) e o verme da farinha amarela (*Tenebrio molitor*) (Veldkamp et al., 2012). Essas espécies têm sido estudadas por seu valor nutricional, que é significativo em todos os estágios do ciclo de vida.
- As larvas da BSF, em particular, têm sido amplamente reconhecidas por seu valor nutricional. Shah et al. (2022) avaliaram as composições químicas e o valor nutritivo dos insetos e encontraram uma composição de 41,1% a 43,6% de proteína bruta nas larvas de BSF, além de minerais como cálcio e fósforo. A BSF tem recebido destaque por sua capacidade de converter resíduos alimentares em produtos proteicos e lipídicos, promovendo a sustentabilidade e a redução de resíduos (Santos, 2023).
- Na Europa, o mercado de insetos para rações de animais aquáticos já representa cerca de metade do mercado total de rações de insetos para animais. A previsão é de que esse setor cresça 75% nos próximos seis anos, com os criadores europeus transportando atualmente aproximadamente 1.000 toneladas de rações à base de proteínas de insetos (Veldkamp et al., 2022).
- A cadeia de suprimentos agroalimentar, que inclui todas as etapas da produção agrícola, desde o cultivo até o consumo final, é particularmente vulnerável devido à perecibilidade dos produtos, sazonalidade, mudanças climáticas e requisitos de qualidade e segurança (Esposito et al., 2020 e Mehmood et al., 2021). Nesse contexto, a cadeia produtiva de insetos comestíveis opera como uma extensão da cadeia agroalimentar, enfrentando desafios semelhantes (Gomes et al., 2023).

05

METODOLOGIA



Por ser uma **tese por artigos**, a metodologia total é subdividida a partir das metodologias aplicadas para **alcançar os objetivos específicos e responder as questões de pesquisa** de cada artigo



METODOLOGIA | CAMINHOS PERCORRIDOS E FUTUROS

19

ARTIGO	MÉTODO	OBJETIVO GERAL	QUESTÃO DE PESQUISA
(1) “Value Chain of Edible Insect Production: A Bibliometric Study”	Pesquisa Bibliográfica	Analisar a evolução das publicações científicas e o papel dos insetos comestíveis na produção sustentável para alimentação humana, utilizando, em particular, a análise bibliométrica para compreender a cadeia de valor dos insetos comestíveis	O estudo busca responder como a pesquisa científica sobre insetos comestíveis evoluiu e como os insetos comestíveis podem contribuir para atender à necessidade global de fontes de proteína sustentáveis
(2) “Eco-Innovation and the Edible Insect Value Chain: A Systematic Review”	Revisão Sistemática	Conduzir uma revisão sistemática de pesquisas relacionadas ao consumo de insetos por humanos e seu uso como ração animal, no contexto da ecoinovação. O estudo visa explorar como os insetos comestíveis se encaixam em práticas sustentáveis e sua contribuição para abordar os desafios ambientais e de segurança alimentar	O estudo busca responder se a cadeia de valor associada ao consumo de insetos para alimentação humana e ração animal pode ser considerada uma ecoinovação
(3) “Insect Production for Animal Feed: A Multiple Case Study in Brazil”	Estudo de Caso	Analisar a cadeia de valor de insetos comestíveis para ração animal no Brasil usando análise SWOT e o Modelo de Negócio Sustentável Canvas, enfatizando características de sustentabilidade	O estudo busca responder como é a atual condição organizacional das empresas de insetos comestíveis para ração animal no Brasil
(4) “Measuring the Impact of Edible Insects on Sustainable Protein Production: A Correlational Study of Value Chain Indicators” (provisório)	Abordagem Quantitativa	Desenvolver e validar indicadores de desempenho para cada estágio da cadeia de valor de insetos comestíveis. A pesquisa visa analisar as inter-relações entre esses estágios usando técnicas estatísticas, como correlação e regressão, e medir como esses indicadores contribuem para a produtividade geral do sistema de produção de insetos comestíveis	A investigação abordará como os indicadores de desempenho podem ser desenvolvidos e validados para cada estágio da cadeia de valor de insetos comestíveis, e de que forma suas inter-relações, analisadas por meio de técnicas de correlação e regressão, contribuem para a produtividade geral do sistema de produção de insetos, em alinhamento com os ODS

06

RESULTADOS CONSTATADOS E ESPERADOS

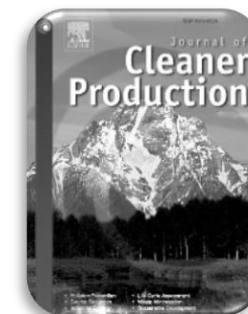


ARTIGOS	RESULTADOS CONSTATADOS
 (1) Value Chain of Edible Insect Production: A Bibliometric Study Publicação: setembro/2022	a) Aumento significativo no interesse global em pesquisas sobre insetos comestíveis após 2015Insetos têm propriedades científicas comprovadas que podem combater a desnutrição infantil e ser um excelente suplemento alimentar b) A cadeia de valor necessita de mais pesquisas para o desenvolvimento do processo de produção permitindo a viabilidade comercial c) Falta de legislação para o consumo de insetos, apontada nos artigos científicos
 (2) Eco-Innovation and the Edible Insect Value Chain: A Systematic Review Publicação: março/2024	a) Destaca a produção de insetos como parte fundamental do movimento de ecoinovação b) Demonstra que a criação de insetos reduz o uso de terra, água e recursos em comparação à pecuária tradicional c) Novidade da pesquisa. Os poucos artigos obtidos na revisão sistemática que correlacionam os dois termos “cadeia de valor” e “insetos comestíveis” demonstram a emergência do tema d) Quase metade dos investigadores interessados nos termos desta investigação são do continente africano, demonstrando o interesse destes investigadores na Agenda 2030
 (3) Insect Production for Animal Feed: A Multiple Case Study in Brazil Publicação: julho/2023	a) A produção brasileira de insetos enfrenta problemas como cadeias de suprimentos subdesenvolvidas, lacunas regulatórias e falta de mão de obra qualificada b) Barreiras impedem que empresas locais cresçam e concorram com fontes tradicionais de ração, como a soja c) As larvas de BSF fornecem uma solução para converter resíduos orgânicos em ração rica em proteínas, abordando tanto o gerenciamento de resíduos quanto a demanda por proteínas d) Apesar do potencial, os altos custos de produção limitam a competitividade do mercado e) A análise SWOT revela pontos fortes na disponibilidade de resíduos orgânicos para alimentação de insetos no Brasil, mas as fraquezas incluem barreiras regulatórias e necessidade de mais estudos

ARTIGOS	RESULTADOS ESPERADOS
	a) Compreensão detalhada da cadeia de valor: a metodologia permitirá uma análise completa de cada etapa, desde a produção e logística até o acesso ao mercado e estratégias de internacionalização b) Medição de desempenho padronizada: a escala Likert fornecerá uma forma consistente de avaliar o desempenho em diversos indicadores, facilitando comparações e benchmarking c) Análise das inter-relações entre estágios: o uso de correlação e regressão ajudará a identificar como diferentes estágios da cadeia de valor estão interconectados, destacando áreas onde melhorias podem aumentar significativamente a produtividade d) Avaliação de desempenho em cada etapa: os indicadores permitirão medir o desempenho em cada fase da cadeia, como o Indicador de Crescimento da Biomassa Produzida e o Indicador de Eficácia na Aquisição de Matérias-Primas no nível de produção e) Identificação de valor e ineficiências: a análise destacará onde o valor está sendo adicionado (indicadores altos) e onde há perdas ou ineficiências (indicadores baixos) f) Alinhamento com os ODS: os resultados ajudarão a compreender como a produção de insetos contribui para os ODS, promovendo sustentabilidade, redução de emissões e melhor uso de recursos

RESULTADOS CONSTATADOS E ESPERADOS | CORRELAÇÃO ARTIGOS (1), (2), (3) E (4)

23



PRINCIPAIS RESULTADOS PARA A TESE

- Os artigos (1), (2) e (3) enfatizam o potencial de sustentabilidade da produção de insetos comestíveis, particularmente na redução de impactos ambientais e na criação de uma economia circular por meio da gestão de resíduos
- Em relação as barreiras econômicas e regulatórias, estudos globais e localizados destacam os desafios econômicos da escala de produção de insetos e a falta de estruturas regulatórias como barreiras críticas à expansão do mercado
- Referente ao potencial de mercado e crescimento, os artigos (1), (2) e (3) concordam que há um potencial de mercado crescente para insetos comestíveis, impulsionado pela crescente conscientização global sobre sustentabilidade e segurança alimentar
- Os resultados detalhados fornecem uma visão abrangente do status atual da cadeia de valor dos insetos comestíveis, seu potencial paraecoinovação e os desafios contínuos que precisam ser enfrentados para torná-la uma fonte importante de proteína globalmente
- O crescente potencial de mercado para insetos comestíveis enfatizados nos artigos (1), (2) e (3) pode ser apoiado pelos indicadores orientados para o mercado desenvolvidos no artigo (4). Ao quantificar esses elementos, será possível obter dados acionáveis para ajudar as empresas a superarem as barreiras atuais e capitalizar a demanda emergente por fontes de proteína sustentáveis

07

CONSIDERAÇÕES PARCIAIS



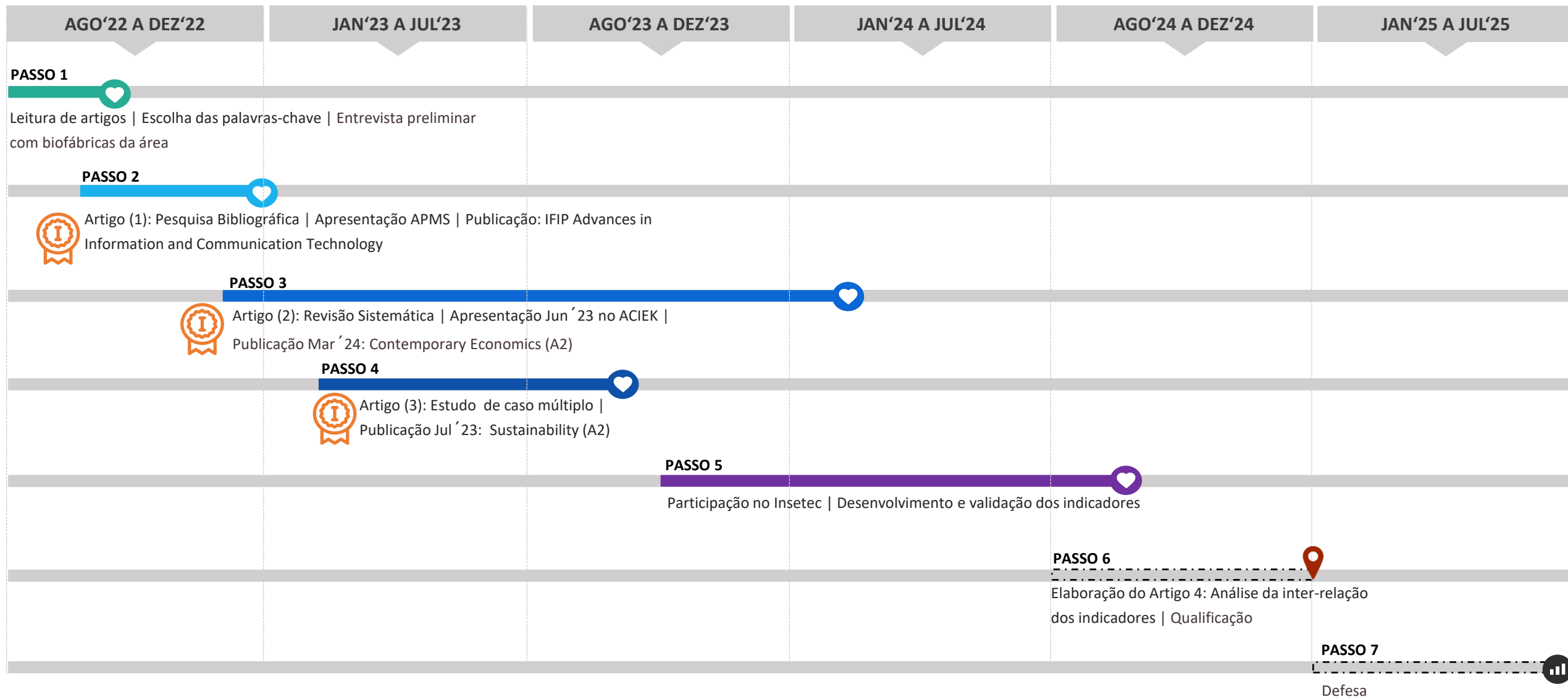
PRINCIPAIS CONSIDERAÇÕES PARA A TESE

- Os três artigos enfatizam o papel dos insetos comestíveis como uma alternativa sustentável às fontes tradicionais de proteína. O estudo bibliométrico sobre insetos comestíveis artigo (1) destaca o crescente interesse global em insetos como uma fonte de proteína mais ecologicamente correta
- Da mesma forma, a revisão sistemática sobre ecoinovação artigo (2) posiciona a cadeia de valor de insetos comestíveis como uma ecoinovação promissora que pode reduzir impactos ambientais, como emissões de gases de efeito estufa e consumo de recursos
- O estudo de caso no Brasil artigo (3) examina ainda mais como a produção de insetos se alinha com as metas de sustentabilidade, utilizando práticas de redução de desperdício e eficiência de recursos, particularmente na produção de ração animal
- Em relação as perspectivas globais versus regionais, a visão global apresentada no estudo bibliométrico e na revisão de ecoinovação destaca o interesse generalizado em insetos comestíveis em todas as regiões, incluindo Europa, Ásia e África. No entanto, o estudo de caso brasileiro artigo (3) oferece uma perspectiva mais localizada, com foco nos desafios específicos enfrentados pelas empresas no Brasil, como cadeias de suprimentos subdesenvolvidas e falta de mão de obra qualificada
- Os indicadores desenvolvidos para o artigo (4) medirão não apenas a eficiência da produção, mas também a relação custo-benefício e o alinhamento regulatório, abordando os desafios de escalar a indústria e garantindo sua competitividade em relação às fontes convencionais de proteína
- Embora o escopo de cada artigo varie entre a análise de tendências globais, estudos de caso regionais e análises quantitativas, a pesquisa realizada até o momento ressalta consistentemente o potencial dos insetos comestíveis como uma solução sustentável para a cadeia de valor de proteínas, evidenciando a necessidade de mais pesquisas e do desenvolvimento de políticas públicas que incentivem a inovação e a expansão do setor

08

MACRO CRONOGRAMA





jaquegs.gomes@gmail.com

Agradecimento

“Esta pesquisa é financiada em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”

