



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO

RAFAEL PACHECO CORREIA

**Análise de viabilidade econômica ex ante de uma planta de
produção de *Hermetia illucens* utilizando resíduo de
cervejaria em Goiás**

GOIÂNIA/GO
2026



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

Rafael Pacheco Correia

3. Título do trabalho

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA EX ANTE DE UMA PLANTA DE PRODUÇÃO DE HERMETIA ILLUCENS UTILIZANDO RESÍDUO DE CERVEJARIA EM GOIÁS

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **José Elenilson Cruz, Usuário Externo**, em 23/02/2026, às 14:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Pacheco Correia, Usuário Externo**, em 23/02/2026, às 14:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5984395** e o código CRC **DB95ED30**.

RAFAEL PACHECO CORREIA

**Análise de viabilidade econômica ex ante de uma planta de
produção de *Hermetia illucens* utilizando resíduo de
cervejaria em Goiás**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio, da Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como exigência para obtenção do título de Mestre em Agronegócio.
Área de concentração: Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais.
Linha de Pesquisa: Competitividade e Gestão do Agronegócio.

Orientador: Prof. Dr. José Elenilson Cruz

Coorientador: Prof. Dr. Clayton Luiz de Melo
Nunes

GOIÂNIA/GO
2026

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Correia, Rafael Pacheco
Análise de viabilidade econômica ex ante de uma planta de produção de
Hermetia illucens utilizando resíduo de cervejaria em Goiás [Manuscrito] / Rafael
Pacheco Correia. - 2026.
83 f.: 2026

Orientador: Prof. Dr. José Elenilson Cruz; co-orientador: Dr. Clayton Luiz de Melo
Nunes

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronegócio, Goiânia, 2026.

1. Proteína Alternativa. 2. Entomocultura. 3. Análise de Investimentos. 4.
Bioconversão.

I. Cruz, José Elenilson , orient. II. Nunes, Clayton Luiz de Melo , co-orient. III.
Título.

CDU 631/635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE AGRONOMIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **12/2026** da sessão de Defesa de Dissertação de **Rafael Pacheco Correia**, que confere o título de **Mestre em Agronegócio**, na área de concentração em **Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais**.

Aos vinte e três dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte e seis, a partir das 10h30, na Sala 18 do Prédio Central da Escola de Agronomia, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada "ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA EX ANTE DE UMA PLANTA DE PRODUÇÃO DE HERMETIA ILLUCENS UTILIZANDO RESÍDUO DE CERVEJARIA EM GOIÁS". Os trabalhos foram instalados pelo orientador, Professor Doutor José Elenilson Cruz (IFB), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor Clayton Luiz de Melo Nunes (EA/UFG) - Coorientador, membro titular interno; Professor Doutor João Felema (EA/UFG), membro titular interno; e Professor Doutor Felipe Queiroz Silva (FACE/UFG), membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato aprovado pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor José Elenilson Cruz, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos vinte e três dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte e seis.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Joao Felema, Professor do Magistério Superior**, em 23/02/2026, às 14:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **José Elenilson Cruz, Usuário Externo**, em 23/02/2026, às 14:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Clayton Luiz De Melo Nunes, Professor do Magistério Superior**, em 23/02/2026, às 16:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Queiroz Silva, Professor do Magistério Superior**, em 26/02/2026, às 14:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5984394** e o código CRC **A0B98529**.

A todos que me apoiaram e incentivaram durante este desafio. Aos meus pais, Osni e Márcia, minhas inspirações e referências de busca pelo saber. À minha esposa, Fernanda, pelo companheirismo em todos os momentos. Aos meus irmãos e afilhada, Caíque, Fabíola e Luísa, pelo apoio e pela alegria compartilhada. Aos meus futuros filhos, para que o conhecimento seja sempre o norte de suas escolhas.

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela dádiva da vida, pela oportunidade de integrar este programa e por me conceder a resiliência e as condições necessárias para concluir esta etapa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Elenilson Cruz, e ao meu coorientador, Prof. Dr. Clayton Luiz de Melo Nunes, pelo suporte, pela orientação e por todo o apoio dedicado ao longo destes dois anos de trajetória.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás (UFG), pela excelência nos ensinamentos compartilhados e pela contribuição à minha formação.

Aos meus colegas de mestrado, pelo companheirismo e pelo apoio mútuo que foram essenciais para que alcançássemos nossos objetivos comuns.

Em memória daqueles que não puderam ver este momento com os olhos, mas que sinto presentes em muitos passos desta jornada. A ausência física não apaga a influência eterna que tiveram na minha trajetória.

Aos meus pais, Osni e Márcia, aos meus irmãos, Fabíola e Caíque, e a todos os familiares e amigos que me influenciaram positivamente e estiveram presentes, de alguma maneira, nesta caminhada.

À minha esposa, Fernanda, por ser meu porto seguro. Agradeço por ter me incentivado a ingressar nesta jornada, por compreender cada renúncia e por me apoiar em todas as noites de estudo. Sem o seu incentivo e compressão, este caminho teria sido muito mais difícil.

Meu muito obrigado.

*O correr da vida embrulha tudo. A vida é
assim: esquentando e esfria, aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta. O que ela quer
da gente é coragem.*

— João Guimarães Rosa

RESUMO

O crescente interesse por fontes alternativas de proteína tem impulsionado o desenvolvimento de sistemas produtivos baseados na bioconversão de resíduos agroalimentares. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica e financeira ex ante de uma biofábrica de produção de *Hermetia illucens*, estruturada a partir de um modelo técnico-econômico hipotético baseado em parâmetros reais de mercado. A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de natureza descritiva, com abordagem quantitativa, utilizando dados secundários provenientes da literatura científica, bases públicas e informações técnicas do setor. A análise de viabilidade foi realizada por meio de indicadores econômicos clássicos, como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback* e Relação Benefício/Custo. Os resultados permitiram avaliar o potencial econômico do empreendimento, evidenciando as condições sob as quais a biofábrica pode se mostrar viável ao atingir um VPL de R\$ 1.857.997,33, uma TIR de 52,55% ao semestre, uma RB/C de 1,35 e um *Payback* de 2,4 semestres. A pesquisa também apresentou uma análise de cenários variando os valores dos produtos comercializados em 25% para mais e para menos. Conclui-se que o estudo nos cenários atuais é viável e oferece um modelo replicável, capaz de subsidiar empreendedores, investidores e formuladores de políticas públicas interessados no desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis baseadas na entomocultura.

Palavras-chave: Proteína alternativa; entomocultura; análise de investimentos; bioconversão.

ABSTRACT

The growing interest in alternative protein sources has stimulated the development of production systems based on the bioconversion of agro-food residues. In this context, this study aims to analyze the ex ante economic and financial feasibility of a biofactory for the production of *Hermetia illucens*, structured through a hypothetical techno-economic model grounded on real market parameters. The research is characterized as applied, exploratory, and descriptive, with a quantitative approach, using secondary data obtained from scientific literature, public databases, and technical information from the sector. The feasibility assessment was conducted using classical investment appraisal indicators, including Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Payback Period and Benefit–Cost Ratio. The results allowed for an assessment of the economic potential of the venture, highlighting the conditions under which the biofactory can prove viable by achieving an NPV of R\$ 1,857,997.33, an IRR of 52.55% per semester, a B/C ratio of 1.35, and a payback period of 2.4 semester. The research also presented a scenario analysis varying the values of the products sold by 25% more and less. It concludes that the study, under current scenarios, is viable and offers a replicable model capable of supporting entrepreneurs, investors, and policymakers in the development of sustainable production chains based on entomoculture.

Keywords: Alternative protein; entomoculture; investment analysis; bioconversion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de vida da Mosca Soldado Negra

Figura 2 - Fluxograma do processo industrial de uma biofábrica de *Hermetia illucens*

Figura 3 - Evolução do Rendimento de uma Biofábrica

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição nutricional da larva desidratada de *Hermetia illucens*

Tabela 2 - Levantamento e sistematização dos dados técnico-econômicos

Tabela 3 - Equipamento e utensílios adquiridos para instalação da biofábrica

Tabela 4 - Composição e Rendimento para produção de 100kg de larva

Tabela 5 - Projeção de receita para bioconversão de 190.000 kg de bagaço de malte

Tabela 6. Índice de Rendimento da biofábrica

Tabela 7 - Custos variáveis da biofábrica por mês

Tabela 8 - Custos Fixos da biofábrica

Tabela 9 - Custos com mão de obra da biofábrica

Tabela 10 - Somatório total ponderado

Tabela 11 - Fluxo de caixa projetado (R\$)

Tabela 12. Análise de sensibilidade dos indicadores a variações nos preços dos produtos

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais indicadores financeiros constantes dos estudos analisados

Quadro 2 - Matriz SWOT para a implantação de uma biofábrica de *Hermetia illucens*

Quadro 3 - Matriz SWOT Cruzada

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABBI	-	Associação Brasileira de Bioinsumos
CAPEX	-	Capital Expenditure
CNA	-	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
Cepea	-	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
ECI	-	Efficiency of Conversion of Ingested food
Embrapa	-	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	-	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Mapa	-	Ministério da Agricultura e Pecuária
OECD	-	Organisation for Economic Co-operation and Development
OPEX	-	Operational Expenditure
PIB	-	Produto Interno Bruto
SWOT	-	Strenghts, Weaknesses, Opportunities and Threats
TIR	-	Taxa Interna de Retorno
VPL	-	Valor Presente Líquido
WRI	-	Waste Reduction Index

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Pergunta de Pesquisa	18
1.2 Objetivo Geral	18
1.3 Objetivos Específicos	18
1.4 Justificativa.....	19
1.5 Estruturação do texto.....	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 Mosca Soldado-Negra (<i>Hermetia illucens</i>)	21
2.2 Entomocultura como Sistema Produtivo Emergente: Produtos e Mercados.....	25
2.3 Resíduo de Cervejaria como Substrato Alimentar	30
2.4 Avaliação de Viabilidade Econômica de Projetos	32
3 METODOLOGIA	36
3.1 Classificação da Pesquisa.....	36
3.2 Procedimento de Coleta de Dados	36
3.3 Procedimento de Análises de Dados	42
Taxa Interna de Retorno (TIR)	45
Valor Presente Líquido (VPL).....	46
Relação Benefício/Custo (B/C)	47
Payback (Tempo de Retorno do Investimento)	47
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	50
4.1 Investimentos, Custos e Receitas Levantados.....	50
4.2 Análise de Viabilidade Econômica e Financeira do Projeto	57
4.3 Diagnóstico Mercadológico da Biofábrica de <i>Hermetia illucens</i>	60
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
5.1 Implicações Práticas do Estudo	64
5.2 Limitações do Estudo e Sugestões para Futuras Pesquisas.....	64
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICES.....	78
ANEXOS	81

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial aliado às mudanças nos padrões de consumo alimentar e às crescentes preocupações ambientais tem intensificado o debate sobre a sustentabilidade dos sistemas agroalimentares tradicionais (FAO, 2023). Estimativas recentes indicam que a demanda global por proteína continuará a crescer nas próximas décadas, pressionando cadeias produtivas convencionais, como a pecuária bovina, avícola e suinícola, que apresentam elevados impactos ambientais, especialmente no uso de recursos naturais e na emissão de gases de efeito estufa (FAO, 2023).

O agronegócio brasileiro mantém posição de destaque no cenário mundial, desempenha papel estratégico na oferta de alimentos, fibras e bioenergia e responde por parcela significativa da atividade econômica nacional (CNA, 2024; Cepea, 2024). De acordo com levantamento recente da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) em parceria com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio alcançou aproximadamente R\$ 2,72 trilhões em 2024, o que correspondeu a cerca de 23,2% do PIB brasileiro, confirmando a importância estrutural do setor para o crescimento econômico e a geração de renda (CNA, 2024; Cepea, 2025).

No entanto, diversos estudos (Assad *et al.*, 2020; Martinelli, 2020; Embrapa, 2022) apontam que o agronegócio enfrenta pressão crescente para conciliar competitividade com compromissos socioambientais, diante da necessidade de reduzir emissões de gases do efeito estufa, mitigar impactos sobre recursos naturais e melhorar a gestão de resíduos ao longo das cadeias produtivas.

A bioeconomia, entendida como o uso sustentável de recursos biológicos para a produção de alimentos, insumos industriais e energia, tem sido apontada como um dos vetores estratégicos para o crescimento econômico brasileiro nas próximas décadas (FAO, 2022; OECD, 2023). A adoção de estratégias inspiradas na bioeconomia e na economia circular¹ tem sido apresentada como caminho fundamental para garantir a continuidade e a expansão do agronegócio, ao promover maior eficiência no uso de recursos, ampliar a recuperação de nutrientes e agregar valor a fluxos residuais antes subaproveitados (Gonçalves; Silva; Santos, 2021; Souza; Pereira; Moura, 2023; Embrapa, 2015).

Nesse contexto, fontes alternativas de proteína têm ganhado destaque na literatura científica e no mercado, dentre elas a produção de insetos com fins alimentares e industriais.

¹ Abordagem sistêmica de produção e consumo baseada na redução, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais, visando desacoplar o crescimento econômico do uso de recursos naturais finitos (Geissdoerfer *et al.*, 2017)

Estudos recentes (Van Huis *et al.*, 2020; OECD/FAO, 2022) apontam que insetos apresentam elevada eficiência na conversão alimentar, ciclo de vida curto e menor demanda por água e área quando comparados às fontes proteicas tradicionais, além de apresentarem potencial para redução de impactos ambientais associados à produção de proteína animal. Paralelamente, a utilização de resíduos agroalimentares como substrato para a criação de insetos insere-se em um modelo de economia circular, contribuindo para a redução de desperdícios e para a valorização de subprodutos agroindustriais (Liu *et al.*, 2022). No entanto, a transição de sistemas produtivos tradicionais para uma bioeconomia circular exige inovações tecnológicas e institucionais que permitam integrar cadeias produtivas, gerar valor agregado e fortalecer a competitividade no mercado global (Guariguata *et al.*, 2021).

O desenvolvimento de novas cadeias produtivas baseadas em recursos biológicos está diretamente relacionado à construção de capacidades tecnológicas, entendidas como o conjunto de competências produtivas, organizacionais e inovativas que permitem a um país transformar ativos naturais em bens e serviços de maior valor agregado (Perez, 2010). As janelas de oportunidade associadas às transições tecnológicas favorecem países que conseguem articular suas vantagens comparativas naturais com estratégias de inovação, especialmente em setores intensivos em conhecimento e sustentabilidade ambiental (Perez, 2015). Nesse contexto, o Brasil apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento de tecnologias baseadas na biodiversidade, em função de sua ampla base agropecuária, diversidade biológica e infraestrutura científica aplicada ao agronegócio (Mazzucato, 2018; Embrapa, 2023).

Dentre as espécies estudadas, a *Hermetia illucens*, conhecida como mosca-soldado-negra, destaca-se pelo seu elevado potencial produtivo e pela versatilidade de seus coprodutos (Surraco *et al.*, 2021). As larvas dessa espécie podem ser utilizadas como fonte de proteína e lipídios para a alimentação animal, enquanto os resíduos gerados no processo de bioconversão podem ser empregados como fertilizantes orgânicos, gerando valor agregado e promovendo maior eficiência no uso de recursos (Gold *et al.*, 2023). Em razão dessas características, a produção de *Hermetia illucens* tem sido objeto de estudos em diferentes países, sobretudo sob as perspectivas técnica, ambiental e produtiva (Liu *et al.*, 2022). A indústria de ingredientes à base de insetos tem mostrado crescimento significativo, com projeções de atingir US\$ 2,91 bilhões até 2029, impulsionada pela busca por alternativas sustentáveis e eficientes (Mordor Intelligence, 2024).

O processo produtivo da mosca-soldado-negra inicia-se com a coleta e o preparo de resíduos orgânicos, como subprodutos agroindustriais, que são utilizados como substrato para a

alimentação das larvas (Surraco *et al.*, 2021). As larvas realizam a bioconversão² desse material, transformando-o em biomassa larval rica em proteína e lipídios (Van Huis *et al.*, 2020). Após o período de crescimento, as larvas são separadas do resíduo remanescente e submetidas a processos de secagem e moagem, originando o farelo proteico, utilizado como ingrediente em formulações de rações animais. Parte dessa biomassa pode ainda passar por processos de extração lipídica, resultando na obtenção de óleo, rico em ácidos graxos³, especialmente ácido láurico, com aplicações na nutrição animal e em setores industriais como cosméticos (Gold *et al.*, 2023). O material residual resultante da digestão dos substratos pelas larvas, ou seja, o excremento larval, denominado *frass*⁴, é rico em nutrientes e matéria orgânica estabilizada, sendo utilizado como biofertilizante agrícola, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo e para a redução do uso de fertilizantes minerais (Moraes *et al.*, 2022).

O mercado de produtos derivados da mosca-soldado-negra tem apresentado crescimento contínuo, impulsionado principalmente pela demanda por ingredientes sustentáveis para a alimentação animal, especialmente nos segmentos de aquicultura, avicultura, suinocultura e *pet food* (OECD/FAO, 2022). Os principais compradores desses produtos incluem indústrias de ração animal, fábricas de alimentos para animais de estimação, produtores aquícolas e, de forma complementar, empresas dos setores cosmético e agrícola (Van Huis *et al.*, 2020; Gold *et al.*, 2023).

No Brasil, embora a cadeia produtiva da mosca-soldado-negra ainda esteja em fase de consolidação, observa-se crescimento no número de iniciativas empresariais, *startups* e projetos de pesquisa voltados à produção de insetos, especialmente com foco na alimentação animal e na gestão de resíduos orgânicos (Embrapa, 2023; Mapa, 2022). A ausência de regulamentações plenamente consolidadas para o uso de insetos na alimentação humana contrasta com avanços regulatórios mais claros no uso para alimentação animal, o que reforça o direcionamento do mercado brasileiro para esse segmento (Mapa, 2022).

Apesar do avanço da literatura no que se refere aos aspectos biológicos, zootécnicos e ambientais da criação de insetos, observa-se uma lacuna relevante relacionada à avaliação econômica e financeira desses sistemas produtivos, especialmente no contexto brasileiro. Estudos existentes sobre a mosca-soldado-negra investigam esse inseto em termos de desenvolvimento

² Transformação de substratos orgânicos por processos biológicos controlados, resultando em produtos úteis e energeticamente valorizáveis.

³ Componentes lipídicos que determinam as propriedades nutricionais, energéticas e funcionais de óleos, sendo amplamente utilizados na alimentação animal, cosmética e indústria química.

⁴ Subproduto da entomocultura com aplicação agrícola, caracterizado por elevados teores de nitrogênio, fósforo, potássio e quitina, podendo atuar como fertilizante orgânico e condicionador do solo.

intrapupal de proteína (Kumar *et al.*, 2022; Barros-Cordeiro *et al.*, 2014), produção de ingrediente alimentar desengordurado para peixes (Ferreira *et al.*, 2021) e digestibilidade, desempenho de crescimento, parâmetros hematológicos e composição da carcaça (Santos *et al.* 2022), concentrando, inclusive, na eficiência produtiva e na sustentabilidade ambiental, mas realizam análises limitadas sobre custos, receitas, riscos e retorno sobre o investimento - fatores essenciais para a tomada de decisão de empreendedores e investidores (Moraes *et al.*, 2022; Rodrigues *et al.*, 2024).

Um aspecto que favorece sistemas produtivos da *Hermetia illucens* é o potencial do resíduo agroindustrial de cervejaria (bagaço de malte) como insumo para a produção de alimento animal à base de proteína desse inseto (Silva *et al.*, 2021), ainda há necessidade de análises econômicas mais robustas sobre a viabilidade do uso desse insumo em escala comercial (Parodi *et al.*, 2020). Além disso, a viabilidade econômica de uma biofábrica não depende exclusivamente de aspectos técnicos de produção, mas está diretamente relacionada ao contexto de mercado, incluindo demanda por proteína alternativa, preços praticados, escala produtiva, custos logísticos, disponibilidade de resíduos agroindustriais e ambiente institucional (Groeneveld *et al.*, 2022).

Nesse sentido, o estado de Goiás apresenta características estratégicas para a implantação de empreendimentos que valorizam resíduos agroindustriais, destacando-se pela forte presença do agronegócio e pela concentração de agroindústrias, onde há elevada oferta de subprodutos orgânicos ao longo de cadeias produtivas (Silva Neto *et al.*, 2023). Goiás também figura entre os principais estados cervejeiros do país, reunindo coleções de cervejarias registradas e ampliando a geração de subprodutos como o bagaço de malte (Empreender em Goiás, 2025). O bagaço de malte aparece em volume elevado à medida que a indústria cervejeira se expande, o que tem motivado estudos sobre seu reaproveitamento em rotas de bioenergia, alimentação animal, compostagem e produção de biocombustíveis, abrindo oportunidades para iniciativas de bioeconomia e inovação sustentável (Melo *et al.*, 2024).

A relevância na produção animal e agroindustrial do estado de Goiás amplia o potencial de absorção de ingredientes proteicos voltados ao consumo animal no estado e em regiões adjacentes (Agrodefesa-GO, 2025). Incluem-se no rol de ingredientes proteicos produtos derivados da *Hermetia illucens*, como proteínas e óleos destinados à alimentação animal. Esse cenário reforça a necessidade de estudos que avaliem, de forma sistemática, a viabilidade econômica da implantação de uma biofábrica nesse contexto territorial, considerando parâmetros de mercado e condições produtivas compatíveis com a realidade regional.

Diante desse panorama, o presente trabalho realiza a análise de viabilidade econômica e financeira ex ante de uma biofábrica de produção de *Hermetia illucens*, estruturada a partir de um modelo técnico-econômico hipotético, baseado em dados secundários, parâmetros produtivos consolidados na literatura e informações de mercado. A análise identifica os custos de implantação e de operação, as potenciais receitas e os principais indicadores de desempenho econômico, como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback*, amplamente utilizados em estudos de avaliação de investimentos (Gitman; Zutter, 2017; Ross; Westerfield; Jordan, 2021).

1.1 Pergunta de Pesquisa

A questão central que norteia este estudo é: em que medida os principais parâmetros econômicos e de mercado influenciam a viabilidade econômica e financeira ex ante da implantação de uma biofábrica de *Hermetia illucens*, alimentadas com resíduos de cervejaria, visando a produção de farelo proteico, óleo e biofertilizante no estado de Goiás?

Essa indagação busca direcionar a análise para além dos aspectos técnicos de produção, abrangendo a avaliação de custos, receitas, margens de rentabilidade e potencial de inserção dos referidos produtos (proteína em farelo, óleo e biofertilizante) no mercado, ao mesmo tempo em que considera a contribuição da proposta para a valorização de resíduos agroindustriais e para o fortalecimento da bioeconomia e da economia circular no contexto do agronegócio.

1.2 Objetivo Geral

- Analisar a viabilidade econômica e financeira ex ante da implantação de uma biofábrica de *Hermetia illucens* no estado de Goiás, considerando as condições de mercado, a disponibilidade regional de resíduos de cervejaria como substrato e a comercialização de farelo proteico, óleo e biofertilizante.

1.3 Objetivos Específicos

- Mensurar o investimento inicial (CAPEX), os custos operacionais (OPEX) e as projeções de receitas provenientes da implantação e manutenção de uma biofábrica de produção de *Hermetia illucens* em Goiás.
- Projetar o fluxo de caixa semestral, para um horizonte de cinco anos, incorporando uma curva de aprendizado produtiva crescente baseada em premissas macroeconômicas estimadas.

- Calcular os indicadores de viabilidade econômico-financeira da biofábrica VPL, TIR, *Payback* e Relação Benefício/Custo, considerando diferentes cenários econômicos futuros.

1.4 Justificativa

Atualmente, observa-se a emergência de um novo mercado global ligado à entomocultura⁵, com destaque para a criação de insetos como fonte de proteína e lipídios para alimentação animal, produção de biofertilizantes e outros insumos (Rehman *et al.*, 2022; Barragán-Fonseca *et al.*, 2022; Liu; Wang; Yao, 2022). A produção de *Hermetia illucens* vem sendo amplamente estudada em países asiáticos e europeus, onde já existem empresas em escala industrial e marcos regulatórios mais consolidados, enquanto no Brasil o setor ainda se encontra em fase inicial de estruturação, apesar de reunir condições climáticas e disponibilidade de biomassa que o posicionam como potencial competidor nesse mercado (Liu; Wang; Yao, 2022; Biancarosa *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2023; Rehman *et al.*, 2022).

Apesar de vasta produção científica acerca de propriedades biológicas da *Hermetia illucens* e sobre eficiência produtiva, composição nutricional e aplicações de seus derivados, buscas por trabalhos nas bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e *Science Direct* revelaram escassez de estudos dedicados à viabilidade econômica e financeira de operações de produção desse inseto no cenário brasileiro. A posição de destaque do Brasil na produção carnes (bovina, suína e avícola) posiciona o país como um importante demandante de insumos destinados à alimentação animal.

Sob a perspectiva de Perez (2015), a articulação das vantagens comparativas naturais brasileiras com a construção de capacidades tecnológicas e produtivas beneficiam o Brasil pela transformação de ativos naturais em produtos de maior valor agregado. Nesse aspecto, a bioeconomia e a direcionalidade verde⁶ integradas à inovação e a redes produtivas baseadas em recursos naturais, como a biotecnologia agrícola e o aproveitamento de resíduos agroindustriais, atuam como vetores estratégicos de crescimento do país (Mazzucato, 2022; Lema, 2024).

Seguindo a esteira do Brasil, o estado de Goiás configura-se em território estratégico para a inserção de novos ingredientes proteicos e biofertilizantes (Seapa, 2025; Agrodefesa, 2025;

⁵ Atividade zootécnica voltada à produção de insetos para fins industriais, especialmente como fonte alternativa de proteína e lipídios para a alimentação animal, substituindo parcial ou totalmente insumos convencionais como farinha de peixe e farelo de soja.

⁶ Orientação deliberada das políticas públicas, investimentos, inovação tecnológica e sistemas produtivos em direção a trajetórias sustentáveis, com foco na redução de impactos ambientais, no uso eficiente de recursos naturais e na promoção de modelos econômicos de baixo carbono, alinhados aos princípios da bioeconomia e do desenvolvimento sustentável.

Embrapa, 2022), uma vez que se destaca na expansão da indústria cervejeira e na geração de grandes volumes de resíduos, como o bagaço de malte, que apresentam elevado potencial de valorização em rotas da bioeconomia (Melo; Jesus; Cavalcanti, 2024; Figueiredo, 2023; Empreender em Goiás, 2025).

Ao oferecer um olhar econômico-financeiro estruturado sobre produção e venda de proteína derivada da *Hermetia illucens* para a alimentação animal em Goiás, este estudo integra ao contexto agroindustrial regional as oportunidades associadas à bioeconomia, oferecendo subsídios econômicos e financeiros fundamentais às decisões de investidores e demais agentes interessados no desenvolvimento da entomocultura no estado no Brasil.

1.5 Estruturação do texto

Além desta introdução, este trabalho está estruturado em mais quatro seções. A seção 2 apresenta a fundamentação teórica, abordando os principais conceitos relacionados à mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), à entomocultura como sistema produtivo emergente e seus mercados e aos resíduos de cervejaria como substrato e análise de viabilidade econômica; a seção 3 descreve os procedimentos metodológicos adotados; a seção 4 apresenta e discute os resultados da análise de viabilidade econômica; e, a seção 5 reúne as conclusões do estudo, bem como suas limitações e sugestões para pesquisas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Mosca Soldado-Negra (*Hermetia illucens*)

Segundo Santos (2022), a produção de insetos, especialmente a *Hermetia illucens*, tem emergido como uma estratégia inovadora para alcançar vantagem competitiva no setor agroalimentar, oferecendo uma alternativa sustentável às fontes tradicionais de insumos. A mosca soldado negra, *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758), é um inseto pertencente à ordem *Diptera* e à família *Stratiomyidae*, amplamente distribuído em regiões tropicais e subtropicais, mas que nos últimos anos passou a ser cultivado em escala industrial devido ao seu alto potencial biotecnológico e ambiental. Originária do continente americano, essa espécie tem sido objeto de estudo por apresentar características morfofisiológicas e ecológicas que a tornam ideal para aplicações em diversas áreas, como o manejo de resíduos, produção de ração animal, biofertilizantes, cosméticos e, mais recentemente, na recuperação ambiental (Kaczor *et al.*, 2022; Bonelli *et al.*, 2019).

O ciclo de vida de *H. illucens*, conforme demonstrado na Figura 1, compreende as fases de ovo, larva, pupa e adulta. A fase larval é particularmente importante do ponto de vista produtivo, visto que as larvas apresentam alta capacidade de consumir grandes volumes de resíduos orgânicos em pouco tempo, transformando essa biomassa em compostos de alto valor, como proteínas e lipídios. Essas larvas podem atingir teores de até 46% de proteína e 36% de gordura, sendo consideradas uma alternativa viável e sustentável às fontes tradicionais utilizadas na alimentação animal, como a farinha de peixe e a soja (Santos *et al.*, 2021). O intestino médio das larvas de *H. illucens* apresenta especializações regionais associadas à digestão e absorção de diferentes nutrientes, bem como uma acidez elevada em certas regiões, o que contribui para a inativação de microrganismos patogênicos presentes nos resíduos consumidos (Bonelli *et al.*, 2019). Além disso, a estrutura morfológica dos ovos e estágios imaturos foi detalhadamente descrita, fornecendo dados valiosos para fins forenses e aplicações em manejo biológico (Barros *et al.*, 2018).

Figura 1 - Ciclo de vida da Mosca Soldado Negra



Fonte: adaptada de Larouche (2019).

O ciclo de vida da *Hermetia illucens* inicia-se com a oviposição realizada por fêmeas adultas em ambientes ricos em matéria orgânica em decomposição. Cada fêmea pode depositar entre 500 e 900 ovos por ciclo reprodutivo, preferencialmente em frestas com umidade intermediária e próximo a substratos atrativos, como resíduos orgânicos fermentados (Georgescu *et al.*, 2022). Os ovos, de coloração esbranquiçada a amarelada, são alongados e eclodem em cerca de 4 dias, liberando larvas que se alimentam intensamente por até 15 dias, dependendo das condições ambientais e da qualidade do substrato.

A fase larval é a mais longa e biologicamente relevante, caracterizada por intensa atividade metabólica e acúmulo de nutrientes. Além da fase adulta e da fase de ovos, as larvas passam por seis instares (estágios larvais), durante os quais seu tamanho e composição corporal variam significativamente. Do ponto de vista morfológico, as larvas são ápodes, com corpo achatado dorso-ventralmente e cabeça hipognata. Possuem espiráculos torácicos e abdominais adaptados à respiração em ambientes úmidos e ricos em detritos (Barros *et al.*, 2018). Internamente, o intestino médio apresenta compartimentalização funcional, com regiões distintas de pH e expressão enzimática. A porção anterior possui enzimas com atividade antimicrobiana, como a lisozima, enquanto a porção média apresenta forte acidez (pH ~3), favorecendo a digestão de proteínas e inativação de patógenos (Bonelli *et al.*, 2019).

Ao final do desenvolvimento larval, as larvas entram na fase de pré-pupa, caracterizada pela interrupção da alimentação e migração do substrato para locais secos, onde se transformam em pupas. A pupa de *H. illucens* é do tipo adéctica e coartada, com tegumento escurecido, e permanece nesse estágio por 1 a 3 semanas, até a emergência do adulto. Os adultos são

sexualmente dimórficos, com asas membranosas e corpo alongado de coloração preta metálica. Não se alimentam de matéria sólida e, quando ingerem líquidos, utilizam néctar, água ou soluções açucaradas para manter a longevidade, embora sua vida adulta geralmente não ultrapasse 8 dias (Lupi *et al.*, 2019).

A composição nutricional das larvas varia de acordo com o substrato utilizado na criação, mas, em geral, conforme mostra a Tabela 1, apresentam alto teor de proteína bruta (entre 35% e 46% da matéria seca) e lipídios (25% a 36%), com destaque para a elevada concentração de ácido láurico (C12:0), responsável por propriedades antimicrobianas e elevado valor energético (Santos *et al.*, 2021). Além disso, as larvas contêm aminoácidos essenciais, vitaminas do complexo B e minerais como cálcio, fósforo e ferro. A fração lipídica é rica em ácidos graxos saturados e monoinsaturados, enquanto a fração proteica possui excelente digestibilidade, o que a torna adequada para uso em rações animais (Metaxa *et al.*, 2024).

A composição nutricional da larva de *Hermetia illucens* (BSF) é um tema amplamente estudado e os resultados demonstram um elevado teor de fibra bruta, com valores geralmente reportados entre 10% a 15% da matéria seca (Sharanabasappa S. Deshmukh *et al.*, 2021). Essa fração fibrosa, composta principalmente por quitina, contribui não apenas para a saúde intestinal dos animais, mas também possui propriedades antimicrobianas. Além disso, a larva de BSF é uma fonte rica em minerais essenciais. A literatura científica aponta a presença de minerais de alta importância biológica, como cálcio, fósforo e magnésio, em quantidades relevantes para o desenvolvimento animal (Barragán-Fonseca *et al.*, 2017).

A composição equilibrada de macronutrientes (proteína e lipídeos) e a presença de micronutrientes (minerais) consolidam a larva de BSF como um ingrediente promissor na formulação de rações (Veldkamp., *et al.*, 2012).

Tabela 1 - Composição nutricional da larva desidratada de *Hermetia illucens*.

VARIÁVEIS	UNIDADE	LARVA DESIDRATADA MOSCA SOLDADO NEGRA
Matéria seca	%	91,30
Proteína bruta	% MS	42,10
Extrato etéreo	% MS	25,00
Cinza	% MS	20,60
Energia bruta	kcal/kg MS	5258
MINERAL		
Cálcio	g/kg MS	5,60
Fósforo	g/kg MS	9,00
Potássio	g/kg MS	6,90
Sódio	g/kg MS	1,30
Ferro	mg/kg MS	1370
AMINOÁCIDOS		
Lisina	% PB	6,60

Metionina	% PB	2,10
Treonina	% PB	3,70
Triptofano	% PB	0,50
ÁCIDOS GRAXOS		
Ácido láurico C 12:0	% EE	21,00
Ácido palmítico C 16:0	% EE	16,00
Ácido oleico C 18:1	% EE	32,00
Ácido linolênico C 18:3	% EE	0,20

Nota: MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo. A matéria seca representa a fração do alimento livre de água; a proteína bruta corresponde ao teor total de nitrogênio convertido em proteína; e o extrato etéreo refere-se à fração lipídica, composta principalmente por óleos e gorduras.

Fonte: Maccari (2022).

Do ponto de vista fisiológico, a capacidade da *H. illucens* metabolizar diferentes tipos de resíduos orgânicos é atribuída à plasticidade enzimática do trato digestório e à microbiota associada ao intestino, que favorece a decomposição de compostos lignocelulósicos e proteínas complexas. Essa característica permite à espécie adaptar-se a diversos substratos, como esterco, restos alimentares, resíduos agroindustriais e até lodo de esgoto tratado, tornando-a uma ferramenta eficaz em sistemas de reciclagem biológica e economia circular (Bonelli *et al.*, 2019; Jucker *et al.*, 2020).

Os adultos, por sua vez, não se alimentam de matéria orgânica em decomposição e não atuam como vetores de doenças, característica que os diferencia de outras espécies de dípteros sinantrópicos. Estudos demonstram que a longevidade e a capacidade reprodutiva dos adultos são influenciadas pela nutrição nas primeiras horas após a emergência, sendo observada maior sobrevivência quando alimentados com soluções de sacarose ou água com mel (Lupi *et al.*, 2019).

Além da alimentação, a gordura extraída das larvas de *H. illucens* apresenta alta concentração de ácido láurico, o que a torna útil na indústria cosmética e oleoquímica. Os compostos bioativos presentes na biomassa, incluindo peptídeos antimicrobianos e antioxidantes, têm mostrado potencial para uso em formulações dermatológicas, sabões e cosméticos com propriedades funcionais (Almeida *et al.*, 2020). O quitosano⁷ extraído do exoesqueleto⁸ da larva também tem aplicações biomédicas, especialmente como agente hemostático, com desempenho promissor em testes *in vitro* (Wang *et al.*, 2024).

Outro subproduto relevante do cultivo de *H. illucens* é o chamado *frass*, o resíduo orgânico resultante do processo de digestão larval. Estudos recentes apontam que o *frass* é rico em nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, podendo ser utilizado como biofertilizante em diferentes

⁷ Biopolímero natural obtido pela desacetilação da quitina, principal componente estrutural do exoesqueleto de insetos, crustáceos e fungos.

⁸ Estrutura rígida externa que reveste e protege o corpo de determinados organismos, como insetos e crustáceos, fornecendo suporte, proteção mecânica e pontos de inserção muscular, sendo majoritariamente composta por quitina.

culturas agrícolas. Além disso, sua aplicação melhora a microbiota do solo e pode reduzir a dependência de fertilizantes químicos, colaborando com uma agricultura mais sustentável (Schmitt e Vries, 2020).

Embora promissora, a bioconversão de insetos ainda está em sua infância, apenas algumas espécies de insetos são atualmente usadas comercialmente para a bioconversão de resíduos orgânicos e os mecanismos subjacentes permanecem em grande parte desconhecidos (Cortes Ortiz *et al.*, 2016). No entanto, tornou-se claro que a biologia desses insetos desempenha um papel fundamental nos processos de bioconversão (Jordan, 2021).

A mosca soldado negra representa uma possível solução inovadora para diversos desafios ambientais, econômicos e produtivos enfrentados atualmente. Sua capacidade de transformar resíduos em insumos de alto valor, aliada à segurança sanitária e ao baixo custo de criação, faz com que *Hermetia illucens* seja uma das espécies mais promissoras dentro da entomotecnologia⁹ moderna. A crescente base científica sobre sua biologia e aplicações contribui para a consolidação de sistemas produtivos sustentáveis e integrados à bioeconomia.

2.2 Entomocultura como Sistema Produtivo Emergente: Produtos e Mercados

A entomocultura pode ser definida como a criação controlada de insetos com fins produtivos, especialmente para geração de proteína animal, lipídios, quitina e biofertilizantes, inserindo-se nos princípios da bioeconomia circular e da valorização de resíduos orgânicos (Rehman *et al.*, 2022). Globalmente, o mercado de proteína de inseto foi avaliado em USD 1,17 bilhão em 2024 e projeta-se crescimento para USD 5,5 bilhões até 2033, impulsionado pela demanda por alternativas sustentáveis à soja e farinha de peixe em rações animais (Imarc Group, 2024). Na Ásia-Pacífico, que detém 32% do mercado em 2024, Tailândia e China lideram com produção comercial estabelecida e aceitação cultural, enquanto na Europa o mercado de proteína de inseto deve atingir USD 3,4 bilhões até 2034, com França, Bélgica e Países Baixos à frente em escala industrial (Custom Market Insights, 2025). Nos EUA, as empresas EnviroFlight e Protix operam fábricas em escala comercial, focadas em ração para salmão e aves, com investimentos significativos em automação e integração com resíduos agroindustriais (Cognitive Market Research, 2025).

No Brasil, a entomocultura encontra-se em estágio inicial, com foco em *startups*, como a Cyns (financiada pela Sumitomo em 2024) e a LetsFLY, concentradas em validação técnica e piloto

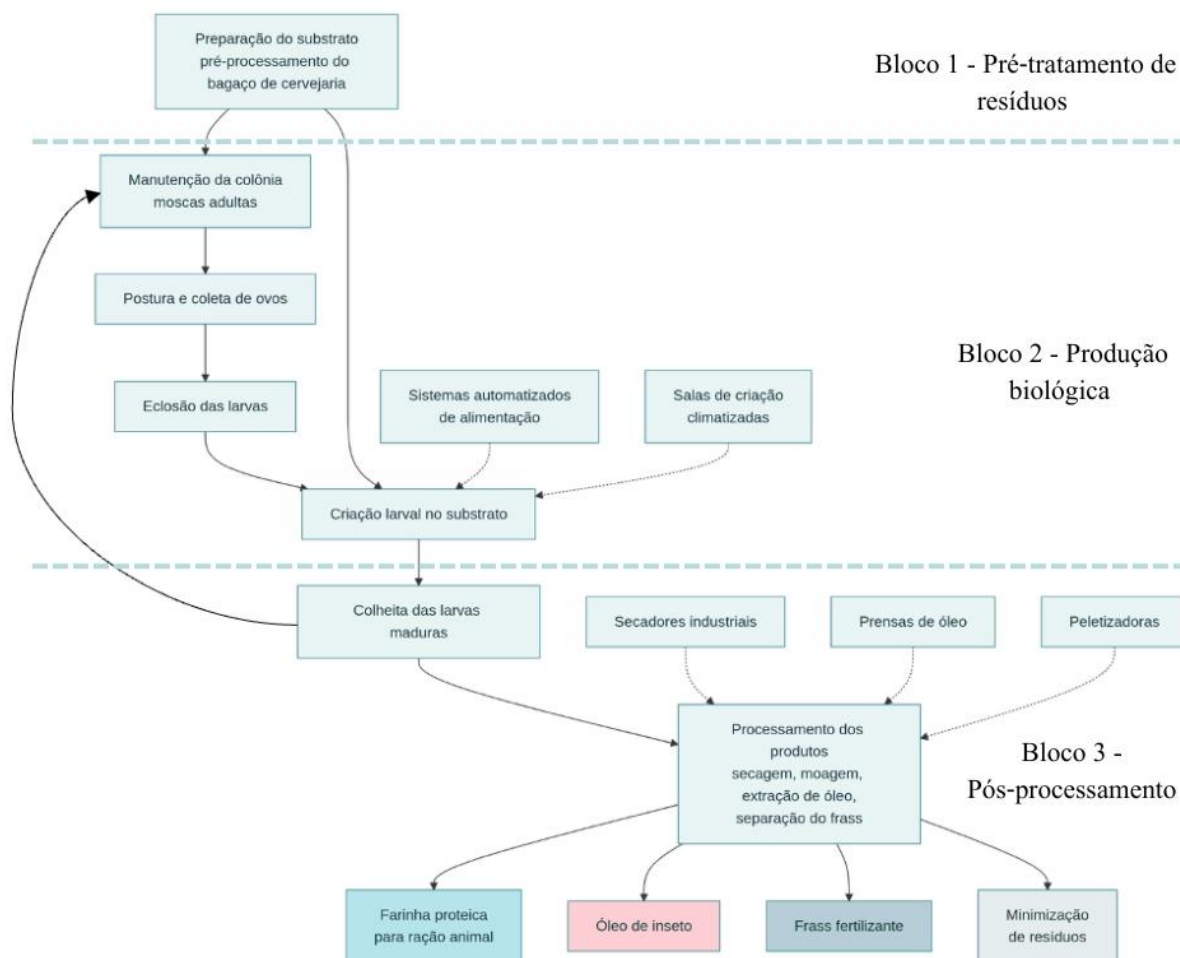
⁹ Campo interdisciplinar que envolve o desenvolvimento, a aplicação e a otimização de tecnologias baseadas no uso de insetos ou de seus subprodutos, abrangendo sistemas produtivos, processos industriais e aplicações nos setores agropecuário, ambiental, alimentício e biotecnológico.

industrial, mas ainda sem escala significativa (World Bio Market Insights, 2025). O país possui vantagens competitivas como abundância de resíduos agroindustriais e demanda interna por proteína barata para avicultura e piscicultura, mas enfrenta barreiras regulatórias e de aceitação de mercado (AgFunder News, 2025). A entomocultura apresenta vantagens estratégicas para o Brasil, especialmente pela capacidade de converter resíduos agroindustriais em proteína de alto valor, reduzindo dependência externa de insumos importados como farinha de peixe e diversificando a bioeconomia nacional (World Bio Market Insights, 2025). Estudos indicam que a criação de *Hermetia illucens* pode reduzir custos de ração em até 30-40% em substituição parcial de farelo de soja e *fishmeal*, além de gerar biofertilizantes que substituem importações químicas (Batoool *et al.*, 2024).

A *Hermetia illucens* apresenta eficiência de bioconversão superior, alcançando redução de massa de resíduos orgânicos entre 50-80% em apenas 10-14 dias e taxa de conversão substrato-biomassa larval (ECI) de 15-25% quando alimentada com dietas ricas em carboidratos, como o bagaço de malte (El Deen *et al.*, 2023). Esses indicadores são fundamentais para o dimensionamento econômico de biofábricas, pois determinam a produtividade e a capacidade de processamento de resíduos. Os principais índices zootécnicos relevantes incluem: taxa de sobrevivência larval de 85-95% em condições otimizadas (Jucker *et al.*, 2018); tempo de desenvolvimento de 14-18 dias do ovo à larva pré-pupa em temperatura controlada de 28°C (Yang-Jie *et al.*, 2023); produção de biomassa fresca de 200-300 g por kg de substrato em resíduos de cervejaria (Jucker *et al.*, 2020); e redução de peso do substrato (WRI) de 60-75% especificamente com bagaço de malte (Jucker *et al.*, 2018). Esses parâmetros subsidiam o dimensionamento da biofábrica proposta, considerando densidade populacional ideal de 5-10 larvas/cm² e ciclo produtivo médio de 15 dias, que orientarão os cálculos de capacidade instalada e fluxo de caixa do empreendimento.

Do ponto de vista tecnológico a produção industrial de *Hermetia illucens* configura-se num sistema biotecnológico emergente que combina manejo zootécnico, engenharia de processos e gestão de resíduos, exigindo grau de inovação superior ao de sistemas pecuários tradicionais (Lopes *et al.*, 2025). O processo industrial, conforme ilustra a Figura 2, envolve três grandes blocos: pré-tratamento de resíduos, produção biológica e pós-processamento (Freezem, 2025).

Figura 2. Fluxograma do processo industrial de uma biofábrica de *Hermetia illucens*.



Fonte: própria.

A etapa de pré-tratamento requer equipamentos para recebimento, triagem e acondicionamento do substrato (trituradores, misturadores, sistemas de dosagem), garantindo granulometria, umidade e homogeneidade adequadas para o desenvolvimento larval (Sustavian Feed, 2023). A fase de produção biológica compreende manutenção de colônia de adultos, postura e incubação de ovos, e criação larval em ambientes controlados, o que demanda conhecimento em biologia de insetos, manejo de densidade, controle de temperatura, umidade e fotoperíodo, além de infraestrutura como salas climatizadas, gaiolas de adultos, bandejas de criação e sistemas automatizados de alimentação (Sustavian Feed, 2023; Evans, 2022). Já a etapa de pós-processamento, abrange colheita das larvas, abate térmico, secagem (secadores de ar quente ou leiteo fluidizado), moagem para obtenção de farinha, extração de óleo (prensas mecânicas ou solvente) e separação do *frass*, exigindo conhecimentos de tecnologia de alimentos e engenharia de processos semelhantes aos empregados em fábricas de ração e óleos vegetais (Freezem, 2025; Susinchain, 2022).

O grau de inovação dessas biofábricas é considerado médio, pois combina tecnologias já consolidadas (secagem, moagem, prensagem) com soluções relativamente novas, como sistemas modulares e automatizados de criação de insetos, monitoramento digital em tempo real e integração em arranjos de economia circular (FarmInsect, 2024). O conhecimento técnico necessário é multidisciplinar e envolve, pelo menos, quatro eixos principais: entomologia aplicada (biologia e comportamento de *H. illucens*); nutrição e manejo de insetos (densidade, taxa de alimentação, tempo de engorda); engenharia de processos (secagem, moagem, extração, logística interna); e gestão de resíduos e biossegurança (segregação de resíduos, controle de patógenos, conformidade regulatória) (Sustavian Feed, 2023; Evans, 2022).

Um elemento crítico na viabilidade financeira desse processo é a curva de aprendizado, que reflete o ganho de eficiência operacional ao longo do tempo. Esse processo de aprendizado (*learning-by-doing*) é essencial para a mitigação de riscos, pois permite a correção de falhas biológicas e o refinamento da logística reversa do bagaço de malte, impactando diretamente na redução do custo operacional unitário (Lee, 2021).

Os principais produtos comerciais derivados desse processo são: a) farinha proteica (40-50% de proteína bruta), que substitui de 25% a 100% da farinha de peixe em rações para piscicultura e avicultura, com preços competitivos em comparação aos preços da farinha de peixe convencional (Batoool et al., 2024); b) óleo de inseto (30-40% de lipídios), utilizado na produção de cosméticos, biodiesel e também como aditivo energético em rações aquáticas (Barragán-Fonseca et al., 2022); e c) excremento larval, denominado *frass*, um biofertilizante rico em NPK que substitui os fertilizantes químicos sintéticos, com crescente demanda em agricultura orgânica e regenerativa (Subnational Climate Finance, 2022).

O mercado global de *insect feed*¹⁰ deve atingir USD 7,8 bilhões até 2032, sendo a aquicultura o principal consumidor (45% do mercado), seguida por avicultura (30%) e *pet food* (15%) (Coherent Market Insights, 2025). Esses produtos posicionam a entomocultura como alternativa estratégica para diversificar a matriz de insumos proteicos do agronegócio brasileiro, especialmente em regiões como Goiás com forte vocação pecuária (aves, peixes e monogástricos em geral).

Em relação aos valores médios de mercado global, a farinha de inseto custa em média USD 1.500-2.000/t, de 3 a 4 vezes acima do valor do farelo de soja (USD 500/t), mas competitivo com a farinha de peixe (USD 1.800/t) em rações *premium* (Biteau et al., 2024). Na aquicultura, a

¹⁰ Ingredientes ou rações destinadas à alimentação animal produzidas, total ou parcialmente, a partir de insetos, incluindo farinha proteica, óleos e outros subprodutos, utilizados principalmente na nutrição de peixes, aves, suínos e animais de companhia, em substituição ou complemento às fontes proteicas convencionais.

demanda por farelo de inseto, cresce 15% a.a., pressionada por escassez de farinha de peixe (Mordor Intelligence, 2025). No geral, a competitividade e os valores dependem da escala de produção e da integração com resíduos locais (NIFA, 2023).

No Brasil, o setor de *insect feed* deve acompanhar a tendência global, partindo de uma base estimada em USD 50-80 milhões em 2024 e podendo atingir USD 120-150 milhões até 2029, concentrado principalmente em aquicultura e avicultura (Mordor Intelligence, 2024). A farinha proteica de *Hermetia illucens* representa o principal produto comercial da entomocultura brasileira, com preços locais entre R\$ 12.000-18.000/t (equivalente a USD 2.200-3.300/t), posicionando-se como alternativa *premium* ao farelo de soja (R\$ 2.000/ton.) e competitiva com farinha de peixe importada (R\$ 15.000/t) (Fortune Business Insights, 2024). As *startups* Cyns e Lets Fly já comercializam farinha para rações de tilápia e aves, com produção anual estimada em 500-1.000t em 2025, atendendo principalmente a piscicultura no interior de São Paulo e Minas Gerais (Finep, 2023). A demanda interna é puxada pelo setor de aquicultura, que consome 1,2 milhão t de ingredientes proteicos/ano, com potencial de substituição de 5-10% por insetos nos próximos 5 anos (Embrapa, 2017). Destaca-se que a regulamentação brasileira relativa ao uso de proteínas derivadas de insetos na alimentação animal ainda se encontra em fase de desenvolvimento. No entanto, no cenário regulatório atual, não é autorizada a utilização desses ingredientes na alimentação de ruminantes, conforme normativa estabelecida pelo Ministério da Agricultura e Pecuária nº 8, de 25 de março de 2004 (MAPA, 2004).

O óleo extraído de larvas de BSF tem mercado embrionário no Brasil, com aplicações em indústrias de cosméticos, biodiesel e aditivos energéticos para rações, é comercializado em média a R\$ 8.000-12.000/t, competindo com óleos vegetais e industriais (Spherical Insights, 2023). A produção atualmente é inferior a 100 t/ano, concentrada em pilotos industriais, mas com potencial de crescimento alinhado à expansão da produção de biodiesel de segunda geração (BHTec, 2025).

O mercado brasileiro de biofertilizantes (que inclui *frass* de insetos como nicho emergente) foi avaliado em R\$ 5 bilhões em 2023/2024, com crescimento de 15% em relação à safra anterior, sendo quatro vezes superior à média global de adoção de bioinsumos (FGVAgro/CropLife Brasil, 2024). A Lei nº 14.750/2023 criou incentivos fiscais para bioinsumos, impulsionando o setor com taxa média anual de 22% nos últimos 3 anos, projetando R\$ 7-8 bilhões até 2027 (CropLife Brasil, 2025). Embora não existam relatórios públicos amplamente divulgados com valores de mercado específicos para o Brasil, dados setoriais de análises de mercado indicam que o Brasil figura entre os países com atividade relevante na produção e exportação de biofertilizantes de *frass* na América Latina (Chemical Research, 2024).

Goiás é um dos maiores consumidores de ração animal para aves, peixes e *pets* no Brasil, com forte demanda por farelos proteicos (FAEG, 2025). O estado abateu 501,9 milhões de frangos em 2024, demandando 300-375 mil t de ingredientes proteicos/ano, e produziu 30,7 mil t de peixes (75% tilápia), consumindo 100 mil t de rações/ano (SEAPA Goiás, 2024; IBGE, 2025; Peixe BR, 2025). No estado, o mercado de ração movimenta R\$ 3-4 bi/ano (70% avicultura), liderado por empresas como De Heus de Itaberaí, Comigo Cooperativa de Rio Verde e Guabi de Anápolis (Sindirações, 2024).

Já o mercado de produtos para animais de companhia no Brasil tem apresentado forte dinamismo, refletindo o aumento da população de *pets* e da humanização desses animais nas famílias brasileiras, o que impulsiona a demanda por rações (Statista, 2024). No contexto regional, dados do Anuário Pet 2024, indicam que a região Centro-Oeste representa cerca de 8% do consumo nacional de ração para *pets*, sendo Goiás responsável por aproximadamente 3,5 % do volume consumido em termos de toneladas e 3,4 % em valor dentro desse segmento, o que evidencia a relevância local do mercado *pet* e seu potencial de absorção de novos ingredientes proteicos, como a farinha de insetos (Instituto Pet Brasil, 2024).

Nesse contexto, a viabilidade do negócio não depende apenas da demanda por seus produtos, mas também da capacidade de integrar resíduos agroindustriais ao sistema produtivo, reforçando estratégias de economia circular e redução de custos. Para que as oportunidades de mercado anteriormente descritas sejam plenamente convertidas em resultados econômicos, a estabilidade produtiva da biofábrica depende do entendimento estratégico de fornecedores e da viabilidade técnica do resíduo de cervejaria como substrato alimentar, conforme será detalhado a seguir.

2.3 Resíduo de Cervejaria como Substrato Alimentar

A escolha do substrato alimentar, doravante denominado por substrato, constitui um dos principais fatores determinantes da viabilidade técnica e econômica da criação da *Hermetia illucens*, uma vez que influencia diretamente os índices zootécnicos, os custos operacionais e a eficiência do processo de bioconversão (Diener *et al.*, 2011; Barragán-Fonseca *et al.*, 2017). Estudos indicam que substratos ricos em carboidratos, proteínas e fibras favorecem o desenvolvimento larval, aumentam a taxa de conversão alimentar e reduzem o tempo de ciclo produtivo da espécie (Lalander *et al.*, 2019; Gold *et al.*, 2020).

Pesquisas indicam que substratos como o bagaço de malte podem ser eficientemente convertidos por *Hermetia illucens*, reduzindo impactos ambientais e produzindo insumos

estratégicos para nutrição animal e agricultura (Parodi *et al.*, 2020). Embora parte desse material seja tradicionalmente destinado à alimentação animal, sua valorização ainda é limitada, especialmente em regiões com elevada concentração de pequenas e médias cervejarias, onde a logística de escoamento se torna onerosa (Cavalcanti, 2024).

O bagaço de malte é um resíduo sólido obtido após a etapa de mostura¹¹ do processo de fabricação de cerveja, na qual consiste em ter o malte ou outros cereais macerados em água quente para extrair os açúcares fermentáveis. Ele é composto, majoritariamente, por cascas de cereais (cevada, trigo, etc.), o que lhe confere um perfil nutricional rico em fibras, proteínas, lipídeos e minerais. Essa composição o torna um coproduto de alto valor, diferente de outros resíduos que seriam simplesmente descartados (Moreira da Costa, 2020).

A quantidade de bagaço gerada é diretamente proporcional à produção de cerveja. Em média, a cada 100 litros de cerveja produzidos, são gerados aproximadamente 20 kg de bagaço de malte úmido (CervBrasil, 2023). Considerando que a produção brasileira de cerveja ultrapassou 14,5 bilhões de litros em 2023, estima-se que a indústria cervejeira do país (aproximadamente 1.500 cervejarias registradas) gere mais de 2,9 milhões de toneladas de bagaço de malte por ano (Mapa, 2024). A concentração da produção, no entanto, permanece nas grandes companhias, que respondem pela maior parte do volume de bagaço gerado (CervBrasil, 2023). Esse número demonstra o potencial econômico e sustentável do coproduto, que antes era subutilizado.

A indústria cervejeira brasileira, dominada por grandes empresas multinacionais e composta por um número crescente de microcervejarias que se espalham por todo o território nacional, é a terceira maior do mundo, atrás apenas da indústria cervejeira chinesa e norte-americana, de acordo com o a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CervBrasil, 2023). Esse protagonismo se traduz em um volume colossal de bagaço de malte.

A contribuição da região Centro-Oeste para esse volume nacional é notável, com a produção de 1,2 bilhão de litros, distribuídos em suas 96 cervejarias, o que demonstra o vasto potencial regional do setor para a economia circular. Goiânia se destaca como um polo industrial crucial, figurando entre um seleto grupo de apenas 23 cidades no Brasil que possuem dez ou mais indústrias cervejeiras (CervBrasil, 2023). Esse dado ressalta o papel da capital de Goiás como um ponto de concentração industrial de grande relevância dentro de uma região com baixa presença de estabelecimentos do setor (Mapa, 2023).

¹¹ Etapa do processo cervejeiro na qual o malte moído é misturado à água e aquecido de forma controlada, permitindo a ação de enzimas que convertem o amido dos grãos em açúcares fermentáveis, originando o mosto e gerando, como subproduto, o bagaço de malte.

A escolha pelo bagaço de malte de cervejaria se justifica por uma série de vantagens operacionais e de composição que o tornam um substrato de excelência para a criação da larva. Sob a ótica econômica, o bagaço de malte possui baixo ou nulo custo de aquisição, sendo frequentemente tratado como passivo ambiental pelas cervejarias, que incorrem em custos para seu descarte adequado, essa característica confere vantagem competitiva em relação a outros subprodutos que já possuem mercados consolidados, como polpa cítrica ou farelo de arroz, os quais apresentam preços crescentes devido à competição com a alimentação animal convencional (Lalander *et al.*, 2019).

Do ponto de vista operacional, o bagaço de malte apresenta baixa presença de contaminantes químicos, uma vez que a indústria cervejeira opera sob rigorosos padrões sanitários e de controle de qualidade, esse fator representa vantagem significativa frente a resíduos urbanos mistos ou lodos agroindustriais, que podem conter metais pesados, resíduos de defensivos agrícolas ou contaminantes microbiológicos, limitando seu uso em sistemas voltados à alimentação animal (Van der Fels-Klerx *et al.*, 2018).

Outra vantagem relevante é a boa relação carbono:nitrogênio (C:N) do bagaço de malte, considerada adequada para processos biológicos de decomposição e bioconversão por insetos. Substratos com relações C:N muito elevadas, como palhadas e resíduos lignocelulósicos, exigem pré-tratamentos físicos ou químicos para se tornarem adequados ao uso na entomocultura, elevando custos e complexidade operacional (Gold *et al.*, 2020). A disponibilidade contínua e previsível do bagaço de malte também é apontada como vantagem estratégica pois a produção de cerveja ocorre de forma regular ao longo do ano, garantindo oferta constante do resíduo, enquanto resíduos sazonais, como os oriundos de colheitas agrícolas, apresentam picos de oferta seguidos por períodos de escassez (Cavalcanti, 2024; Lalander *et al.*, 2019). Essa previsibilidade favorece o planejamento produtivo e reduz riscos associados à interrupção do fornecimento de substrato.

Assim, para que a avaliação econômica seja conduzida de forma consistente, apresentase a seguir uma fundamentação teórica relacionada à análise de viabilidade econômica aplicada a empreendimentos do agronegócio.

2.4 Avaliação de Viabilidade Econômica de Projetos

Avaliação de viabilidade econômica de projetos é uma ferramenta essencial que permite analisar a capacidade de um empreendimento de gerar retornos financeiros que justifiquem os recursos aplicados (Ribeiro, 2021). Segundo Mariani e Silveira (2017), essa análise envolve a

identificação e quantificação dos custos e benefícios associados a um projeto, visando determinar sua rentabilidade e sustentabilidade ao longo do tempo.

Segundo Santos (2018), os principais indicadores que fornecem subsídios para a tomada de decisão na avaliação econômica de projetos, permitindo aos gestores, investidores e financiadores comparar alternativas de investimento e selecionar aquelas que oferecem maior retorno ajustado ao risco, são:

- Valor Presente Líquido (VPL): é um dos principais indicadores utilizados na análise de viabilidade econômica de projetos, pois permite mensurar o retorno financeiro de um investimento ao longo do tempo, considerando o valor do dinheiro no presente (Assaf Neto, 2020).
- Taxa Interna de Retorno (TIR): é um indicador fundamental na avaliação da viabilidade econômica de projetos, pois representa a taxa de desconto que iguala o valor presente dos fluxos de caixa futuros ao investimento inicial, ou seja, é a taxa de juros que torna o Valor Presente Líquido (VPL) igual a zero (Assaf Neto, 2020).
- Payback: é um indicador amplamente utilizado na análise de viabilidade econômica por sua simplicidade e objetividade, medindo o tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado pelos fluxos de caixa gerados pelo projeto (Assaf Neto, 2020).

Apesar dos três indicadores descritos acima serem os principais, a avaliação da viabilidade de um projeto de investimento é uma etapa complexa que exige a utilização de um conjunto diversificado de indicadores financeiros. Para uma análise inicial, o Índice de Lucratividade (IL) é utilizado para medir a atratividade, comparando o valor presente dos fluxos de caixa futuros com o investimento inicial, sendo que um IL maior que 1,0 indica a rentabilidade do projeto (Gitman; Zutter, 2012). Em uma abordagem similar, o Índice Benefício Custo (IBC) compara o valor presente dos benefícios e custos totais, com um resultado superior a 1,0 confirmando a viabilidade financeira da iniciativa (Lalander *et al.*, 2020).

Para projetos com vidas úteis diferentes, o Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA) e o Valor Anual Equivalente (VAE) se tornam ferramentas essenciais. Eles convertem o VPL ou os fluxos de caixa em uma série de pagamentos anuais uniformes, permitindo uma comparação mais justa e direta entre alternativas de investimento (Brigham; Ehrhardt, 2017; Rocha; Barbosa; Pereira, 2017). Para refinar a análise de rentabilidade, a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) supera as limitações da TIR, assumindo uma taxa de reinvestimento mais realista para os fluxos de caixa intermediários. O Retorno Adicional Sobre o Investimento (ROIA), por sua vez, foca no valor incremental gerado por um projeto específico, sendo relevante para avaliar expansões ou iniciativas pontuais (Gitman; Zutter, 2012).

A base de muitos desses cálculos é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que representa a taxa de retorno mínima esperada pelo investidor, levando em conta o risco do projeto e o custo de oportunidade do capital (Mariani; Silveira, 2017). Além disso, em cenários de incerteza, a Análise de Risco por Simulação de Monte Carlo permite modelar milhares de cenários possíveis para avaliar a probabilidade de sucesso do projeto, enquanto a Teoria das Opções Reais quantifica o valor da flexibilidade gerencial, reconhecendo a capacidade de tomar decisões estratégicas no futuro (Escobar; Vélez-Henao, 2018).

Em levantamento na base de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) sobre trabalhos relativos à viabilidade econômica de empreendimentos, especialmente no setor agroindustrial, defendidos nos últimos cinco anos, considerando tanto a similaridade temática quanto a relevância acadêmica, conforme classificação disponibilizada pela base de dados da CAPES, identificou-se que boa parte dos indicadores acima descritos foram adotados como critérios de avaliação, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Principais indicadores financeiros constantes dos estudos analisados

Indicadores	Estudos						
	Bezerra (2021)	Copceski (2020)	Elejalde (2023)	Branco (2022)	Ribeiro (2021)	Gonçalves (2021)	Nascimento (2022)
<i>Valor Presente Líquido (VPL)</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Taxa Interna De Retorno (TIR)</i>	X	X		X		X	X
<i>Índice De Lucratividade (IL)</i>	X						
<i>Payback (PB)</i>	X			X	X		X
<i>Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA)</i>			X				
<i>Índice Benefício Custo (IBC)</i>			X		X	X	
<i>Benefício Periódico Equivalente (BPE)</i>				X			
<i>Retorno Adicional Sobre O Investimento (ROIA)</i>			X				
<i>Taxa Interna De Retorno Modificada (TIRM)</i>			X	X	X		
<i>Taxa Mínima De Atratividade (TMA)</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Análise Risco - Monte Carlo</i>	X			X	X		
<i>Teoria Das Opções Reais</i>				X			
<i>Valor Anual Equivalente</i>						X	

Fonte: própria, a partir de dados do Catálogo de Teses e Dissertações da Capes (2025).

Para além da utilização desses indicadores, no setor agroindustrial, segundo Martins (2019), a viabilidade econômica também deve levar em conta particularidades do setor, como a sazonalidade da produção e as variações no custo de insumos. Além disso, a análise deve

considerar o ciclo de vida do produto, que pode ser mais longo ou mais curto dependendo da cadeia produtiva (Assunção *et. al.*, 2013). Projetos inovadores, como o cultivo de proteínas alternativas utilizando resíduos agroalimentares ou insetos, apresentam características que exigem uma análise detalhada da viabilidade econômica, pois envolvem tanto a inovação tecnológica quanto o aproveitamento de recursos de maneira sustentável (Almeida *et al.*, 2023).

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da Pesquisa

Quanto à natureza, esta pesquisa é classificada como básica estratégica (Gil, 2022), porque busca gerar conhecimento para subsidiar a avaliação da viabilidade econômica da implementação de uma biofábrica de *Hermetia illucens* em Goiás, utilizando resíduos de cervejaria, visando fornecer subsídios práticos para a tomada de decisão no setor agroindustrial. Com relação aos objetivos, a pesquisa se enquadra como descritiva (Gil, 2022), porque busca detalhar as características econômicas, produtivas e mercadológicas relacionadas ao modelo de biofábrica, descrevendo custos, receitas e indicadores de viabilidade.

No que se refere aos procedimentos técnicos, caracteriza-se como pesquisa documental, por utilizar referências teóricas, artigos científicos e relatórios de mercado para fundamentação conceitual, além de documentos oficiais e dados secundários (Gil, 2022), relacionados ao setor de agronegócio, resíduos de cervejaria e mercado de insumos proteicos. Já, quanto à abordagem do problema, a pesquisa adota uma abordagem quantitativa, pois envolve a construção e análise de planilhas econômico-financeiras, estimativas de custos, receitas e indicadores de retorno sobre investimento (Gil, 2022).

3.2 Procedimento de Coleta de Dados

A coleta de dados foi conduzida prioritariamente por meio de fontes bibliográficas, documentais primárias, sem a utilização de entrevistas semiestruturadas ou instrumentos de caráter padronizado. Isto se justifica pelo objetivo central da pesquisa, que demanda informações econômicas, técnicas e mercadológicas para a análise de viabilidade, disponíveis majoritariamente em registros formais, informais e bases já consolidadas, acessadas diretamente pelo pesquisador para fins deste estudo.

Foram analisadas normativas do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), tais como: o Ofício-Circular nº 33/2023/CGI/DIPOA/SDA/MAPA - documento oficial do ministério que padroniza procedimentos de registro, fiscalização, rotulagem e trânsito de produtos à base de insetos para alimentação animal no Brasil (anexo B); a Resolução Anvisa nº 216, de 15 de setembro de 2004, que dispõe sobre regulamento técnico de boas práticas para serviço de alimentação, relacionadas à produção de insumos de origem animal (BRASIL, 2004); o Boletim ABBI 2023 da Associação Brasileira de Bioinsumos (ABBI, 2024); o artigo O Futuro é Biológico,

da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2022) e publicações da Embrapa, como o artigo da autora Kimpara et al. (2018) “Desempenho zootécnico de tilápias alimentadas com dietas à base de farinha de larva de mosca soldado negra *Hermetia illucens*”, que mostra resultados positivos em ganho de peso e eficiência proteica, com potencial para substituir farinhas tradicionais. Essa etapa da análise documental foi fundamental para contextualizar o problema e levantar informações sobre aspectos regulatórios e tecnológicos.

Para contextualizar o mercado e o cenário econômico da mini-indústria de BSF, buscou-se por informações em relatórios de inteligência de mercado disponibilizados por empresas reconhecidas, como Mordor Intelligence (2024) e Allied Market Research (2023), que fornecem dados sobre o tamanho do mercado global de proteínas de insetos e suas projeções de crescimento. Adicionalmente, foram utilizados dados disponibilizados por entidades como a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2023) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2023), que produzem relatórios sobre a bioeconomia, a sustentabilidade na agricultura e a segurança alimentar.

Para obter uma visão mais aprofundada dos produtos e suas aplicações, a análise documental incluiu a coleta de dados técnicos e comerciais de empresas atuantes no segmento, como a Innovafeed (2025) e a Protix (2025), que publicam informações sobre a produção de farelo proteico, óleo e biofertilizante, fornecendo uma base de números para a análise de viabilidade do projeto, e parâmetros relevantes para a projeção de rentabilidade.

O levantamento de valores de equipamentos, estruturas, insumos, custos operacionais, despesas administrativas, impostos, serviços e parâmetros técnicos necessários ao dimensionamento do investimento inicial (CAPEX) e dos custos operacionais (OPEX) foi realizado por meio de cotações/orçamentos recebidos de fornecedores ou diretamente nos sites institucionais de empresas especializadas e na literatura científica, quando necessário.

Foi realizado um levantamento do investimento inicial, que abrangeu a identificação e os gastos dos itens essenciais para a implementação da unidade produtiva. O orçamento foi alocado para a aquisição de maquinários (como um secador de esteira para as larvas, um moinho de alta capacidade para a produção da farinha e uma prensa para a extração do óleo), sistemas de automação modular (como sensores de temperatura e umidade, além de temporizadores para otimizar o processo produtivo), utensílios (incluindo as bandejas de criação e as caixas plásticas) e equipamentos de proteção individual (EPIs) para a equipe. O dimensionamento do espaço físico previu a alocação de áreas específicas para a sala de pré-pupação, a sala de criação de larvas

(bioconversão), o laboratório de processamento de insumos e as áreas de armazenamento e embalagem dos produtos (farelo, óleo e biofertilizante).

Foram utilizados dados de mercado vigentes no período de elaboração do estudo, assegurando realidade econômica regional. Além disso, os índices zootécnicos empregados nos cálculos produtivos foram fundamentados em estudos consolidados da literatura já citados anteriormente, garantindo consistência técnica e rastreabilidade metodológica.

A Tabela 2 consolida as bases empíricas que sustentam as estimativas econômicas e financeiras do estudo.

Tabela 2 - Levantamento e sistematização dos dados técnico-econômicos

Itens	Origem	Dado Coletado	Referência
Bombonas 200L	OAF Ambiental	R\$ 145,00	https://www.ofaambiental.com.br/todos-produtos/bombonas-e-galoes/bombona-tambor-plastico-200l-com-nf?variant_id=381&parceiro=1
Bandejas 20L	Lojas LDF	R\$ 13,98	https://www.lojasldf.com.br/bandeja-para-massa-20l-preta-dhon-735082-3
Prateleiras 6 andares	Elite Aço	R\$ 179,90	https://www.eliteaco.com.br/produto/estante-de-aco-multiuso-eaf013004/?srsltid=AfmBOopwdBVwtVgRAGgmxB7UbjqJDF8wFfJMZNn3F_WonMFJGBho_V5RwwM
Viveiros	Serralheiro e Costureira	R\$ 230,00	Orçamento via whatsapp
Ovopositores	Marceneiro	R\$ 10,00	Orçamento via whatsapp
Bacia atrativo 2L	Minipreço	R\$ 6,29	https://www.minipreco.com.br/728688-bacia-canelada-sortido-2l-15-9-alves
Lâmpadas led 28w	ML - Brrasil	R\$ 19,82	https://www.mercadolivre.com.br/lampada-led-grow-28w-e27-indoor-estufa-full-spectrum-uv-ir/up/MLBU3311444317arch
Processadora Cutter 20L	Alcamar	R\$ 3.518,25	https://www.alcamar.com.br/processador-de-alimentos-cutter-spolu-20-litros-220v-spl-301?srsltid=AfmBOoq9hgR6vrcZNwESliS0Mv-zsePmf5BX7x0O-vO5FFCMPGTOKY CZ
Medidora	Registron	R\$ 94.950,00	https://www.registron.com.br/dosadora-automatica-de-rosca-com-esteira-para-pos-e-abastecedor-rg-sy730
Peneira automática	HBR fllex	R\$ 4.400,00	https://www.hbrflex.com.br/produto/peneira-giratoria-eletrica-com-peneirador-1-65m-x-0-6m-monofasica-pe1500-hbr-flex-
Secadora desidratadora 18 bandeja	DAS	R\$ 5.280,00	https://dasdesidratadores.com.br/produto/desidratador-de-alimentos-modelo-ds-1200-bandejas-normais-folha-de-nylon/
Extratora	Novage	R\$ 19.899,00	https://www.novage.com.br/product-page/super-prensa-extratora-%C3%B3leo-gr%C3%A3os-profissional-uso-24h-3000w
Ensacadeira	Mediza	R\$ 24.900,00	https://mediza.com.br/balanca-ensacadeira-mecanica/

Escritório	GET Desk	R\$ 15.000,00	https://blog.getdesk.com.br/quanto-custa-para-montar-um-escritorio-home-office/
Impostos	Receita Federal	R\$ 29.750,00	https://www.planalto.gov.br/ccivil
Aluguel do imóvel (espaço de 700 m²)	62 Imóveis	R\$ 6.300,00	https://www.62imoveis.com.br/aluguel/go/goiania/galpao
Matéria Prima (resíduo de Cervejaria)	Cervejarias	R\$ 220,00	Conversas informais e orçamentos com indústrias cervejeiras.
Transporte de material	ANTT	R\$ 450,00	https://calculadorafrete.antt.gov.br/
Taxas e licenças	Diverso	R\$ 1.250,00	Apêndice A
Marketing	Garcia et al. (2021)	R\$ 5.000,00	Garcia et al. (2021)
Conta de Telefone	Linq	R\$ 200,00	Orçamento empresa Linq
Energia	Equatorial	R\$ 6.500,00	Apêndice B
Índices Zootécnicos	Jucker et al., 2018	-	Jucker et al., 2018

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Para fundamentar a precificação dos produtos, um levantamento de mercado foi realizado, comparando os preços do farelo proteico de BSF com o farelo de soja e a farinha de peixe, produtos praticados por grandes empresas do mercado. Além disso, a análise também levou em consideração o preço praticado por outras empresas produtoras de BSF no Brasil. Apesar de serem poucas e com valores diversificados, essa análise direta forneceu uma base de valores comercializados e permitiu uma compreensão mais aprofundada da dinâmica de mercado. Da mesma forma, o preço do óleo de BSF foi confrontado com o de óleos vegetais, como o de palma e o de coco, enquanto o valor do biofertilizante (*frass*) foi comparado ao de adubos orgânicos e fertilizantes químicos de referência.

A definição dos valores de venda do farelo proteico, do óleo e do *frass* derivados da *Hermetia illucens* resultou de uma precificação pautada em uma análise comparativa de mercado e em cotações reais realizadas nas empresas brasileiras que atualmente comercializam esses bioprodutos.

Para o farelo proteico de BSF, foi estipulado um valor de R\$ 5,00/kg. Primeiramente, obteve uma análise de paridade nutricional e funcional em relação aos principais produtos substitutos no mercado de nutrição animal, como o farelo de soja (cujo preço médio de mercado oscila em torno de R\$ 2,50/kg, com teor proteico de aproximadamente 46%) e a farinha de peixe (que, com teores proteicos que superam 60%, alcança valores significativamente mais elevados, frequentemente na faixa de R\$ 6,00 a R\$ 8,00/kg). O farelo de BSF, com seu perfil de aminoácidos equilibrado, excelente digestibilidade e propriedades adicionais como efeitos prebióticos e imunomoduladores, benefícios que os substitutos tradicionais não oferecem na mesma proporção,

justifica um posicionamento de valor superior. Adicionalmente, foram realizadas cotações diretas de abril a agosto de 2025, com as empresas brasileiras que já atuam na produção e comercialização de farelo proteico de BSF. Observou-se que os preços de mercado praticados por esses fornecedores variavam entre R\$ 6,00 a R\$ 8,00/kg para volumes significativos. Assim, o valor de R\$ 5,00/kg foi intencionalmente definido abaixo da média de mercado para garantir uma vantagem competitiva inicial, facilitar a penetração no mercado e, principalmente, incorporar uma margem de segurança na projeção de receita, tornando a análise de viabilidade mais invulnerável a flutuações de preço. Essa precificação visa atrair segmentos específicos de mercado que buscam diferenciação, eficiência e sustentabilidade, como a piscicultura, avicultura especializada e a indústria de pet food.

No que tange ao óleo de BSF, o valor estabelecido de R\$ 10,00/kg baseou-se em uma combinação da sua composição lipídica particular, rica em ácidos graxos de cadeia média (notadamente o ácido láurico), e no potencial de aplicação em indústrias de maior valor agregado, como a de cosméticos e farmacêutica. Embora óleos vegetais comuns possuam preços mais acessíveis, o óleo de BSF se distingue pelas suas propriedades antimicrobianas e emolientes, que o tornam um ingrediente valioso para formulações específicas. As cotações realizadas com empresas nacionais, de abril a agosto de 2025, indicaram um mercado ainda incipiente para o óleo de BSF a granel, com poucas empresas disponibilizando o produto e preços que podiam variar de R\$ 12,00/kg a R\$ 30,00/kg, dependendo da pureza e do volume. Optou-se por um valor de R\$ 10,00/kg para ser inferior às cotações obtidas, assegurando um fator de segurança e permitindo uma maior flexibilidade na entrada em um mercado ainda em desenvolvimento, onde o volume de vendas inicial pode ser mais desafiador. Este preço estratégico visa capturar o valor intrínseco de suas propriedades funcionais, posicionando-o de forma competitiva em relação a óleos especializados.

Por fim, o biofertilizante (*frass*) foi precificado em R\$ 2,50/kg. A justificativa para este valor reside na sua comparação com adubos orgânicos tradicionais, como o húmus de minhoca (com preços variando de R\$ 1,50/kg a R\$ 4,00/kg), e com fertilizantes químicos, que carecem dos benefícios de melhoria da estrutura do solo e do aporte de matéria orgânica com quitina que o *frass* da BSF proporciona. Este bioproduto se destaca por sua riqueza em macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio) e micronutrientes, além de atuar como bioestimulante para as plantas e agente de controle biológico de patógenos. As cotações realizadas de abril a agosto de 2025, junto aos produtores brasileiros de *frass*, indicaram que os valores de mercado para volumes maiores variavam de R\$ 3,00/kg a R\$ 5,00/kg. A escolha de R\$ 2,50/kg foi, novamente, uma decisão para

posicionar o *frass* de forma altamente competitiva no mercado de fertilizantes orgânicos de alta qualidade e com um diferencial sustentável, visando uma rápida aceitação e volume de vendas, especialmente entre agricultores orgânicos, hortas urbanas e cultivos que priorizam soluções ecológicas.

A precificação dos bioprodutos da BSF reflete uma estratégia, que não apenas integrou a análise de custos e o valor de mercado dos substitutos, mas também incorporou o resultado de cotações reais com atores nacionais. A opção por valores de venda ligeiramente abaixo das médias de mercado vigentes foi uma decisão para introduzir um fator de cautela na projeção de receitas, aumentando a confiabilidade da análise de viabilidade e mitigando riscos potenciais em um mercado em amadurecimento. A aplicação de um fator de cautela nas estimativas de preços de venda funciona como um mecanismo de mitigação de risco, permitindo que o modelo de previsão mantenha sua integridade diante de variações na demanda ou na pressão competitiva de mercados em desenvolvimento (Damodaran, 2007)

Informações adicionais sobre as práticas do setor foram obtidas em conversas informais com especialistas, mantidas pelo pesquisador quando da participação em eventos como congressos, encontros de indústria de cervejeiros e capacitações estratégicas, como o curso realizado pelo autor sobre proteína de inseto (certificado no anexo A), elaborado e ministrado por um professor, zootecnista e pesquisador especialista em produção de insetos para alimentação animal da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Por se tratar do primeiro curso no Brasil dedicado especificamente à produção de *Hermetia illucens*, segundo o próprio professor, a capacitação contribuiu de forma substancial com o conhecimento prático e as noções de implementação e dimensionamento de uma biofábrica.

O curso também proporcionou contato direto do pesquisador com produtores e empresas brasileiras já atuantes no segmento, como os responsáveis pela empresa Alfafly e Insect Protein, cujas experiências validaram as noções teóricas do projeto. Adicionalmente, a participação no 1º Encontro Goiano de Tecnologias e Práticas de Criação de Insetos para Alimentação Animal - TecnoInsetos (UFG, 2025), organizado pelo Departamento de entomologia da Escola de Agronomia (EA), juntamente com a Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) da Engenharia de Produção da UFG, reforçou a conexão do estudo com o ecossistema de pesquisa e produção local. Esses registros foram incorporados como fonte de dados que auxiliaram na execução da pesquisa.

Para sistematizar e consolidar os dados obtidos, foram organizadas planilhas eletrônicas que estão apresentadas nos resultados desta pesquisa. Nelas, foram inseridos e processados os dados referentes aos gastos com investimento CAPEX (maquinários, equipamentos, etc.), custos

de produção OPEX, divididos em custos fixos (mão de obra, despesas administrativas, etc.) e custos variáveis (insumos como o bagaço de malte, energia, embalagens), bem como as projeções de receita com dados reais de mercado, simulando a venda dos farelos proteicos, óleo e biofertilizantes, considerando um cenário de produção e venda de acordo com a capacidade máxima estimada. A consolidação desses dados permitiu a realização das projeções do cenário e da análise de viabilidade financeira do projeto. Esse procedimento técnico foi essencial para transformar os dados coletadas em indicadores objetos de avaliação.

3.3 Procedimento de Análises de Dados

A análise dos dados foi realizada essencialmente por meio da elaboração de planilhas eletrônicas no software Microsoft Excel, que serviram como instrumento central para sistematizar, organizar e interpretar os dados coletadas. A análise iniciou-se com uma etapa de planejamento e dimensionamento da biofábrica, que foi definida para se adequar a um investimento inicial de aproximadamente R\$ 500.000,00 e a uma área física de cerca de 700m². Essa escala foi determinada para balancear a capacidade de bioconversão das larvas por metro quadrado, a demanda de insumos orgânicos disponíveis na região de Goiânia.

Essa escala foi projetada nessas condições pré-definidas, para permitir uma densidade larval que maximize a bioconversão por metro quadrado, garantindo que a estrutura física suporte o processamento de 190 toneladas mensais de bagaço de malte, volume este que se alinha à disponibilidade logística e de coleta junto às cervejarias da região metropolitana de Goiânia. Além disso, segundo Derler et al. (2023), o escalonamento modular em projetos de entomocultura industrial é uma estratégia recomendada para mitigar riscos operacionais, permitindo que a curva de aprendizado se estabilize antes de expansões de capital mais robustas. Assim, a definição desse teto de investimento assegura que os indicadores de viabilidade econômica, como o VPL e a TIR, sejam calculados sobre uma base financeira realista para pequenos e médios investidores no agronegócio goiano, promovendo uma análise com maior grau de prudência e aplicabilidade prática (Rodrigues et al., 2022).

Realizou-se um estudo de demanda, de modo a estimar a capacidade de absorção dos produtos no mercado. O estudo de demanda serviu como a ponte entre a capacidade produtiva da biofábrica e o potencial de absorção do mercado. Este estudo foi realizado para quantificar o mercado, identificar potenciais clientes e projetar receitas, fornecendo as bases para o cálculo do fluxo de caixa. Para isso, procedeu-se à identificação do mercado-alvo, segmentando os compradores de farelo proteico, óleo e biofertilizante em setores como aquicultura, ração para *pets*

e cosméticos. Em seguida, foi feita uma análise do potencial de mercado para estimar o volume de insumos tradicionais (farelo de soja, farinha de peixe) que poderiam ser substituídos pelos produtos da biofábrica. Realizou-se também a análise da concorrência, considerando tanto produtores de insetos quanto fontes de proteína tradicionais, o que permitiu a projeção de preços de venda e a análise das tendências de crescimento do mercado. A consolidação desses dados foi fundamental para traduzir a capacidade de produção em projeções de receita, que, por sua vez, foram fundamentais para a análise de viabilidade econômica do projeto.

O estudo de precificação, serviu para interligar o potencial produtivo da biofábrica e o cenário econômico do mercado. A metodologia adotada baseou-se em uma análise comparativa de preços, na qual o valor dos bioprodutos foi determinado em relação aos preços de mercado dos seus concorrentes que eles substituem. O cálculo do preço do farelo proteico, por exemplo, foi realizado com base na paridade nutricional, ou seja, no preço por unidade de proteína, utilizando-se a seguinte Equação 1:

$$\text{Preço do Farelo BSF} \cong \frac{\text{Preço do Substituto}}{\% \text{ de Proteína do Substituto}} \times (\% \text{ de Proteína do Farelo BSF}) \quad (1)$$

Inicialmente, os componentes do CAPEX foram identificados com base no fluxograma do processo produtivo da criação da *Hermetia illucens* (Figura 2), contemplando as etapas de recepção e preparo do substrato, criação e manejo das larvas, processamento da biomassa, armazenamento dos produtos e suporte operacional. Para cada etapa do processo, foram listados os equipamentos, instalações e estruturas físicas considerados tecnicamente necessários para garantir a operação contínua e o atendimento aos índices produtivos esperados.

Posteriormente, foram estruturadas planilhas específicas para o cálculo dos custos fixos, salários e encargos com mão de obra. A identificação desses itens de custos fixos, baseou-se na rotina operacional do empreendimento e nas exigências regulatórias aplicáveis à produção de insumos destinados à alimentação animal, conforme orientações do MAPA e práticas reportadas na literatura (BRASIL, 2023; Barragán-Fonseca *et al.*, 2017). Os custos variáveis foram definidos como aqueles diretamente relacionados ao nível de produção e ao volume de biomassa processada. Esses custos incluem, principalmente, a aquisição ou transporte do substrato orgânico, consumo de energia elétrica e água associados ao processo produtivo, materiais auxiliares, insumos de processamento, embalagens e custos logísticos de distribuição. A quantificação desses itens foi realizada a partir dos parâmetros técnicos de produção da *Hermetia illucens*, como taxas de

conversão alimentar, ciclos produtivos e rendimento dos produtos, conforme indicado na literatura (Diener *et al.*, 2011; Lalander *et al.*, 2019; Gold *et al.*, 2020).

Com base nesses dados, foi elaborado um fluxo de caixa projetado com rendimento progressivo. A adoção de um rendimento progressivo ao longo do horizonte de análise fundamenta-se na literatura sobre *ramp-up* industrial, curva de aprendizado e dinâmica operacional de sistemas biológicos produtivos, o qual empreendimentos agroindustriais de base biotecnológica, especialmente aqueles que envolvem organismos vivos, raramente operam em plena capacidade desde o início de suas atividades, sendo comum um período inicial de ajustes técnicos, organizacionais e zootécnicos, operando entre 60% e 80% da capacidade instalada (Pisano, 1997; Terwiesch; Bohn, 2001).

No caso específico da produção da *Hermetia illucens*, a literatura evidencia que os principais índices zootécnicos como taxa de conversão alimentar, sobrevivência larval e rendimento de biomassa, são fortemente influenciados por fatores de manejo, qualidade do substrato, densidade populacional e condições ambientais, os quais demandam um período de aprendizado e estabilização operacional (Diener *et al.*, 2011; Lalander *et al.*, 2019; Gold *et al.*, 2020). Assim, é esperado que a eficiência produtiva aumente progressivamente à medida que o sistema produtivo se consolida. Dessa forma, o rendimento progressivo adotado no estudo reflete uma premissa realista, ao considerar uma fase inicial de operação abaixo da capacidade instalada, seguida por um aumento gradual da produção até a estabilização do sistema, alinhando-se às práticas observadas em empreendimentos agroindustriais e às evidências reportadas na literatura especializada.

O fluxo de caixa projetado da biofábrica foi estruturado para um horizonte de cinco anos, a fim de permitir uma avaliação mais detalhada do desempenho financeiro ao longo do tempo. O horizonte temporal de cinco anos fundamenta-se nas recomendações da literatura de análise de investimentos e viabilidade econômico-financeira, que indicam esse período como adequado para capturar o ciclo de implantação, maturação operacional e retorno de empreendimentos produtivos de médio porte (Gitman, 2010; Ross; Westerfield; Jaffe, 2015; Damodaran, 2012). Essa periodicidade possibilitou captar as variações sazonais na produção e nos custos operacionais, proporcionando uma visão mais realista da evolução econômica do empreendimento. Para refletir a curva de aprendizado e o ganho gradual de eficiência operacional, aplicou-se uma taxa de ponderação da eficiência produtiva crescente, iniciando em 75% no primeiro ano e atingindo 95% no quinto ano. Essa ponderação foi incorporada às estimativas de custos de produção e receita, permitindo ajustar os resultados à maturação gradual do processo produtivo.

Com base nessas premissas, foram determinadas as receitas totais semestrais, resultantes da comercialização dos produtos principais (farelo proteico, óleo e fertilizante orgânico) e as saídas de caixa, compostas por custos fixos e variáveis. A partir da diferença entre entradas e saídas, obteve-se o fluxo de caixa líquido de cada período. Além disso, foram considerados o investimento inicial necessário à implantação da biofábrica e o valor residual estimado para o final do período de análise, representando o potencial de revenda dos ativos e equipamentos remanescentes.

Posteriormente, todos os fluxos de caixa foram atualizados a valor presente, utilizando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 15% ao ano, parâmetro que reflete o custo de oportunidade do capital e o risco associado ao investimento seguindo a taxa SELIC atual. No contexto brasileiro, a taxa Selic é frequentemente utilizada como referência, por representar a taxa básica de juros da economia e a remuneração de títulos públicos considerados de baixo risco (Assaf Neto, 2020). Essa atualização permitiu a aplicação das principais métricas financeiras, calculadas com o auxílio de fórmulas no Microsoft Excel, incluindo o Valor Presente Líquido (VPL), o Índice Benefício/Custo (B/C), a Taxa Interna de Retorno (TIR), além do *Payback*.

A análise integrada desses indicadores possibilitou avaliar a viabilidade econômica do empreendimento sob diferentes perspectivas, rentabilidade, prazo de retorno e eficiência no uso do capital, assegurando maior confiabilidade nas conclusões acerca da sustentabilidade financeira da biofábrica ao longo do período de operação projetado.

A seleção dos indicadores de viabilidade econômico-financeira de projetos é uma prática recomendada e considerada suficiente para a análise de viabilidade por cobrir de forma abrangente as principais dimensões de um projeto de investimento. Conforme a teoria de finanças corporativas, a decisão de investimento não deve se basear em apenas um indicador isolado, mas sim em uma combinação que avalie a rentabilidade (VPL e TIR), o risco e a liquidez (*Payback* e B/C) e a viabilidade operacional. A combinação dessas métricas permite uma visão completa do projeto, mitigando as limitações de cada indicador individualmente (Gitman; Zutter, 2012). Sendo assim, foram realizadas análises dos seguintes indicadores:

Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR é um indicador que expressa a taxa percentual de rentabilidade de um projeto, considerando todos os fluxos de caixa gerados ao longo de sua vida útil conforme a Equação 2. Conceitualmente, a TIR representa a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao valor do investimento inicial, fazendo com que o Valor Presente Líquido (VPL) seja igual a zero (Gitman, 2017; Damodaran, 2012).

Matematicamente, a TIR é obtida a partir da seguinte Equação 2:

$$\sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

em que:

(2)

- FC_t representa o fluxo de caixa no período t ;
- n corresponde ao horizonte temporal do projeto.

A principal vantagem da TIR é sua fácil interpretação, pois permite comparar diretamente a rentabilidade do projeto com outras alternativas de investimento disponíveis no mercado. Contudo, a literatura alerta que a TIR deve ser analisada em conjunto com outros indicadores, especialmente em projetos de maior complexidade ou com fluxos de caixa não convencionais (Assaf Neto, 2020).

Um projeto é considerado economicamente viável quando a TIR é superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que representa o retorno mínimo esperado pelo investidor ou o custo de oportunidade do capital. Caso a TIR seja inferior à TMA, o projeto tende a ser economicamente inviável (Assaf Neto, 2020).

Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL) é um dos indicadores mais robustos e amplamente recomendados na literatura para avaliação de investimentos apresentado na Equação 3. Esse indicador mensura, em termos monetários, o valor que o projeto adiciona (ou subtrai) ao capital investido, considerando o valor do dinheiro no tempo (Damodaran, 2012).

O VPL é calculado pela seguinte expressão:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

em que:

(3)

- i corresponde à taxa de desconto ou Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

O VPL permite avaliar se os fluxos de caixa futuros são suficientes para remunerar o capital investido e ainda gerar excedente econômico. Por esse motivo, muitos autores consideram o VPL o indicador mais adequado para decisões de investimento de longo prazo (Gitman, 2017).

- $VPL > 0$: o projeto gera valor econômico e é considerado viável;
- $VPL = 0$: o projeto apenas remunera o capital investido;
- $VPL < 0$: o projeto destrói valor e é considerado inviável.

Relação Benefício/Custo (B/C)

A Relação Benefício/Custo (B/C) consiste na razão entre o valor presente dos benefícios econômicos gerados pelo projeto e o valor presente dos gastos necessários para sua implantação, apresentado na Equação 4, que são os investimentos, e operação, representado pelos custos de produção. Esse indicador é amplamente utilizado em estudos de viabilidade econômica por permitir uma análise direta da eficiência econômica do investimento (Souza; Clemente, 2018).

A relação é expressa por:

$$B/C = \frac{\sum \text{Benefícios descontados}}{\sum \text{Custos Gastos descontados}} \quad (4)$$

A principal contribuição do índice B/C é sua capacidade de sintetizar, em um único valor, a proporção entre ganhos e gastos, facilitando comparações entre diferentes projetos ou cenários.

- $B/C > 1$: os benefícios superam os gastos, indicando viabilidade econômica;
- $B/C = 1$: situação de equilíbrio econômico;
- $B/C < 1$: os gastos superam os benefícios, indicando inviabilidade (Souza; Clemente, 2018).

Payback (Tempo de Retorno do Investimento)

Representa o tempo necessário para que os fluxos de caixa acumulados do projeto sejam suficientes para recuperar o investimento inicial. Esse indicador é amplamente utilizado como uma medida de risco e liquidez, pois indica em quanto tempo o capital investido retorna ao investidor (Assaf Neto, 2020).

De forma simplificada, o *Payback* pode ser calculado pela Equação 5:

$$Payback = \frac{\text{Investimento Inicial}}{\text{Lucro médio atualizado}} \quad (5)$$

O *Payback* fornece uma visão prática sobre a exposição ao risco do investimento, sendo especialmente relevante em setores sujeitos a incertezas de mercado e tecnológicas, como sistemas produtivos emergentes (Gitman, 2017). Projetos com menor *Payback* são considerados menos arriscados. O investimento é aceito quando o tempo de retorno é compatível com a vida útil do projeto e com a expectativa dos investidores (Assaf Neto, 2020).

Com o objetivo de avaliar a sensibilidade da viabilidade econômica do empreendimento frente a variações nos preços de comercialização dos produtos, foi realizada uma análise de cenários considerando alterações nos valores de venda do farelo proteico, do óleo de inseto e do biofertilizante *frass*. A análise de cenários constitui uma ferramenta amplamente utilizada na literatura econômico-financeira para testar a robustez dos resultados frente a incertezas de mercado, especialmente em projetos inseridos em mercados emergentes e sujeitos à volatilidade de preços (Assaf Neto, 2020; Gitman, 2017).

Foram definidos três cenários distintos. O cenário pessimista considerou uma redução de 25% nos preços de venda dos três produtos em relação aos valores originalmente projetados, simulando uma situação adversa de mercado, como aumento da concorrência, retração da demanda ou pressão sobre os preços. O cenário realista corresponde aos valores de venda projetados no estudo base, refletindo as condições esperadas de mercado. Por fim, o cenário otimista simulou um aumento de 25% nos preços de venda dos produtos, representando um ambiente favorável de mercado, com maior demanda ou valorização dos produtos derivados da entomocultura.

Como instrumento complementar de análise estratégica, adotou-se a matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*), amplamente empregada em estudos de planejamento e avaliação de empreendimentos. Inicialmente, a matriz SWOT tradicional foi utilizada para identificar e sistematizar os fatores internos (forças e fraquezas) e externos (oportunidades e ameaças) associados à implantação do empreendimento, permitindo a compreensão do ambiente organizacional e de mercado no qual o projeto se insere. Na sequência, procedeu-se à aplicação da matriz SWOT Cruzada, que consiste no cruzamento sistemático desses fatores, gerando estratégias do tipo FO (forças–oportunidades), FA (forças–ameaças), DO (fraquezas–oportunidades) e DA (fraquezas–ameaças). Essa etapa analítica possibilita aprofundar a interpretação dos dados estratégicos, ao orientar a formulação de ações voltadas à potencialização de vantagens competitivas, mitigação de riscos e superação de limitações, sendo

especialmente relevante em análises *ex ante* por subsidiar a tomada de decisão estratégica antes da implementação do empreendimento (Weihrich, 1982; Kotler; Keller, 2012).

Dessa forma, a análise dos dados combinou uma abordagem quantitativa, baseada em indicadores financeiros e planilhas de custos, com elementos de caracterização de mercado, permitindo avaliar a viabilidade econômica da biofábrica de forma integrada. O objetivo foi identificar elementos contextuais e tendências do setor capazes de complementar os resultados quantitativos, fornecendo maior consistência à análise de viabilidade econômica proposta.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados obtidos com a pesquisa, consolidando as descobertas em suas diversas frentes. O conteúdo a seguir detalha os resultados da consolidação dos gastos com investimento inicial (CAPEX), englobando ativos imobilizados e capital de giro, seguidos pelo levantamento dos custos operacionais (OPEX), necessários para a manutenção das atividades produtivas em solo goiano. Na sequência, os dados são consolidados na projeção do fluxo de caixa semestral para um horizonte de cinco anos. Esta etapa incorpora uma curva de aprendizado produtiva crescente, aliada a premissas macroeconômicas realistas, como inflação e taxas de juros vigentes no período analisado.

A determinação da viabilidade econômica e financeira da biofábrica é apresentada ao final. Para tanto, são interpretados os indicadores de desempenho fundamentais: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Payback descontado e a Relação Benefício/Custo (B/C). O cruzamento desses indicadores oferece o suporte necessário para a tomada de decisão fundamentada, evidenciando o potencial de retorno do capital investido.

4.1 Investimentos, Custos e Receitas Levantados

Esta seção se dedica à análise detalhada da viabilidade econômica da biofábrica de *Hermetia illucens*, apresentando os gastos de implementação, os custos com a operação e as receitas. Os investimentos essenciais para a elaboração de uma estrutura detalhada e realista, conforme apresentado na Tabela 3, elenca os equipamentos e utensílios necessários para a implementação da biofábrica. É importante notar que a Tabela 3 já considera a depreciação de cada item, calculada com base em sua vida útil e no período de análise de cinco anos, indispensável para o cálculo do valor residual do investimento que foi inserido no último período de análise. Para o cálculo do valor residual, utilizou-se os dados da vida útil dos equipamentos de acordo com as fichas técnicas e da Instrução Normativa SRF nº 162, de 31 de dezembro de 1998, da Receita Federal (Brasil, 1998). Ressalta-se que a depreciação e o valor residual dos equipamentos foram considerados apenas para fins de composição do valor final do ativo no último período do fluxo de caixa, não sendo contabilizados como saídas financeiras mensais ao longo do horizonte de análise.

Tabela 3. Equipamento e utensílios necessários para instalação da biofábrica

Especificação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	Vida Útil (anos)	Depreciação (R\$/ano)	Valor Residual (R\$)
---------------	---------	------------	----------------------	-------------------	------------------	-----------------------	----------------------

Bombonas 200L	und	100	145,00	14.500,00	8	1.812,50
Bandejas 20L	und	6700	13,98	93.666,00	8	11.708,25
Prateleiras 6 andares	und	670	180,00	120.600,00	8	15.075,00
Viveiros	und	437	230,00	100.510,00	8	12.563,75
Ovopositores	und	437	10,00	4.370,00	8	546,25
Bacia atrativo 2L	und	437	6,29	2.748,73	8	343,59
Lampadas led 28w	und	437	19,82	8.661,34	10	866,13
Processadora Cutter 20L	und	5	3.518,25	17.591,25	10	1.759,13
Envasadora	und	1	94.950,00	94.950,00	10	9.495,00
Peneira automatica	und	2	4.400,00	8.800,00	10	880,00
Secadora	und	1	5.280,00	5.280,00	10	528,00
Desidratadora 20 bandejas	und	2	19.899,00	39.798,00	10	3.979,80
Extratora	und	1	24.900,00	24.900,00	10	2.490,00
Ensacadeira	und	1	15.000,00	15.000,00	5	3.000,00
Mobiliário Escritório	und	1	15.000,00	15.000,00	5	3.000,00
Total				551.375,32		65.047,40 226.138,32

Fonte: resultados da pesquisa (2025).

O valor residual de um ativo é um conceito fundamental na análise de viabilidade de projetos. Ele representa o valor de mercado estimado do ativo no final de sua vida útil, atuando como um fluxo de caixa terminal positivo. Ignorar esse valor pode levar a uma subestimação significativa da atratividade econômica do investimento (Ross, 2018).

A análise de viabilidade econômica se aprofunda agora nos custos variáveis, considerando um modelo de escala produtiva bem definido e fundamentado. Este modelo, concebido para uma mini-biofábrica com área de 700 m², foi dimensionado para uma capacidade de bioconversão de 190 toneladas de resíduos orgânicos por mês já pré-definido de acordo com o valor de investimento e disponibilidade de resíduo.

O investimento inicial estimado, aproximadamente R\$ 550.000,00, engloba a aquisição de maquinário, o ajuste da infraestrutura e a instalação dos sistemas de bioconversão. Conforme apresentado na 4, com base nos índices zootécnicos de conversão alimentar, para se produzir 100kg de larvas, é necessário 280 kg de bagaço de malte. É com base nessas premissas que os custos variáveis, diretamente proporcionais ao volume de produção, foram detalhados e mensurados.

Tabela 4 - Composição e Rendimento para produção de 100kg de larva

Resíduo (kg)	Produção	Produto	R\$/kg		
Bagaço de malte (kg)	Larva (kg)	Rendimento em 100kg	R\$	R\$	
280	100	Farelo (Kg)	27,5	5,00	137,50
Índice de conversão		Óleo (Kg)	12,0	10,00	120,00
0,357		Frass (Kg)	45,0	2,50	112,50
Total	--	--	--	370,00	

Fonte: resultados de pesquisa (2025).

A partir dessa estrutura e capacidade produtiva, projeta-se um faturamento médio estimado em R\$ 250.000,00 mensais conforme está apresentado na Tabela 5, de acordo com os valores definidos como sendo os preços de venda dos produtos.

Tabela 5 - Projeção de receita para bioconversão de 190.000 kg de bagaço de malte

Resíduo (kg)	Larva (kg)	Kg	Produto	R\$/kg	R\$
190.000	67857,14	18.661	Farelo	5,00	93.303,57
		8.143	Óleo	10,00	81.428,57
		30.536	Frass	2,50	76.339,29
Total		57.340			251.071,43

Fonte: Resultados de pesquisa (2025).

No presente estudo, os custos e receitas projetados consideram um índice de rendimento crescente ao longo dos primeiros cinco primeiros anos de operação da biofábrica. De acordo com Agrote (1990), estima-se que no primeiro ano a capacidade produtiva atinja 75% de eficiência, elevando-se para 80% no segundo ano, 84% no terceiro, 89% no quarto e chegando a 95% ao final do quinto ano. Essa progressão foi descrita na Tabela 6 refletindo o processo natural de adaptação e aperfeiçoamento técnico da operação, que tende a reduzir perdas, otimizar insumos e aumentar a produtividade.

Observa-se que a viabilidade econômica do projeto está diretamente condicionada à rápida evolução da eficiência operacional da biofábrica. Dessa forma, a sustentabilidade econômica do empreendimento não decorre apenas da estrutura de custos e receitas projetada, mas principalmente da capacidade de consolidação da curva de aprendizado produtivo ao longo da operação.

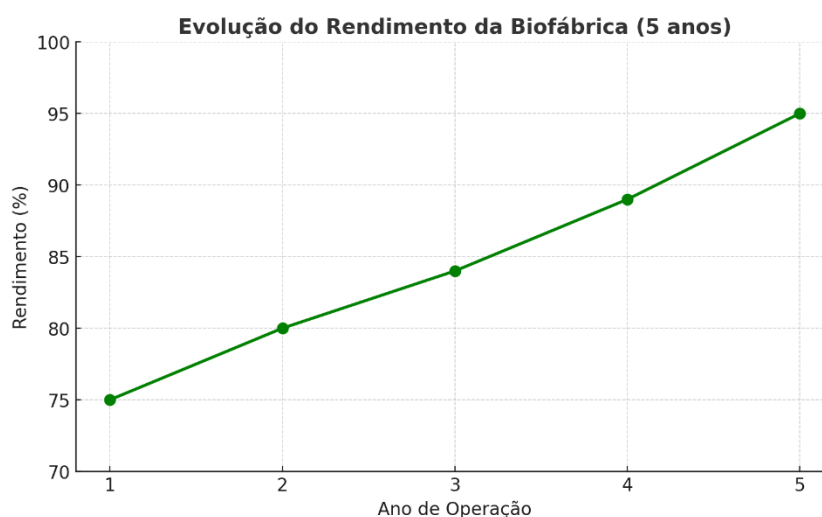
Tabela 6 - Índice de Rendimento da biofábrica

	Ano				
	1	2	3	4	5
Rendimento - %	75%	80%	84%	89%	95%
Potencial Produção Total Mensal - 57.339kg	43.004,46	45.871,43	48.165,00	51.031,96	54.472,32

Fonte: Resultado de pesquisa (2025).

Do ponto de vista técnico e científico, esse fenômeno é sustentado pela curva de aprendizado industrial, segundo a qual unidades produtivas elevam sua eficiência à medida que acumulam experiência, melhoram processos internos e incorporam inovações tecnológicas (Argote; Epple, 1990). Estudos em bioprocessos confirmam que plantas industriais de base biotecnológica, conforme apresentado na Figura 3, passam por um período inicial de ajustes operacionais, seguido de incrementos progressivos de rendimento conforme se aperfeiçoa o domínio das variáveis técnicas (Sharma; Singh, 2020). Dessa forma, a consideração de um crescimento escalonado do rendimento é coerente tanto com a prática empresarial quanto com a literatura científica sobre eficiência produtiva.

Figura 3. Evolução do Rendimento de uma Biofábrica



Fonte: (Sharma; Singh, 2020).

A Tabela 7 a seguir detalha os custos variáveis da biofábrica, que foram calculados em função do volume de produção esperado. Esta análise é complementada pela evolução do rendimento ponderado anualmente, desde a fase inicial de 75% no primeiro ano, até o patamar de 95% no quinto ano de análise, o que demonstra o aumento da eficiência do processo e o impacto direto na rentabilidade do empreendimento ao longo do tempo.

Tabela 7 - Custos variáveis da biofábrica por mês.

Especificação	Qtd.	Unidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total/mês (R\$)	Ano 1 (75%)	Ano 2 (80%)	Ano 3 (84%)	Ano 4 (89%)	Ano 5 (95%)
Substrato	190	Ton	220,00	41.800,00	31.350,00	33.440,00	35.112,00	37.202,00	39.710,00
Transporte de material	20	Viagem	450,00	9.000,00	6.750,00	7.200,00	7.560,00	8.010,00	8.550,00
Material limpeza	10	und	100,00	1.000,00	750,00	800,00	840,00	890,00	950,00

Embalagens	3810	und	1,50	5.715,00	4.286,25	4.572,00	4.800,60	5.086,35	5.429,25
Total				57.515,00	43.137,00	46.012,00	48.312,60	51.188,35	54.639,25

Fonte: Resultado de pesquisa (2025).

Dando continuidade ao levantamento de dados que fundamentou a análise econômica, esta seção concentra-se nos custos fixos. Esses gastos acontecem independentemente do volume de produção e, juntamente com o investimento inicial já calculado, constituem a base para o capital necessário para iniciar a operação da biofábrica. A compreensão desses valores é crucial para a fase de análise de viabilidade que será realizada posteriormente. A Tabela 8 detalha os principais custos fixos, fornecendo os dados necessários para essa futura avaliação.

Tabela 8 - Custos Fixos da biofábrica.

Discriminação	Valor Mensal R\$	Ano 1 (75%)	Ano 2 (80%)	Ano 3 (84%)	Ano 4 (89%)	Ano 5 (95%)
Impostos	29.750,00	22.312,50	23.800,00	24.990,00	26.477,50	28.262,50
Aluguel do imóvel (espaço de 700 m ²)	6.300,00	6.300,00	6.300,00	6.300,00	6.300,00	6.300,00
Taxas e licenças*	1.250,00	1.250,00	1.250,00	1.250,00	1.250,00	1.250,00
Marketing	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
Conta de Telefone	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Energia**	6.500,00	4.875,00	5.200,00	5.460,00	5.785,00	6.175,00
Manutenção / reposição	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Materiais de escritório	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Manutenção do registro e licenças	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Total	51.000,00	41.938,25	43.750,80	45.200,84	47.013,39	49.188,45

*apêndice A; **apêndice B

Fonte: Resultado de pesquisa (2025).

O gasto em marketing tem sido amplamente estudado como um fator estratégico que afeta diretamente o desempenho e o valor de mercado das empresas. A intensidade dos gastos em marketing, normalmente expressa como percentual do faturamento bruto, desempenha um papel crucial na criação de valor e na divulgação das informações financeiras relacionadas a tais despesas. Segundo estudo de Garcia *et al.* (2021), a intensidade do gasto em marketing influencia positivamente o nível de divulgação das informações relativas a esses gastos, sendo um recurso de diferenciação relevante especialmente em empresas em fases maduras do ciclo de vida. Nessa perspectiva, e apesar de a proporção gasta variar conforme o setor e porte, empresas de segmentos tradicionais tendem a gastar em torno de 2% do faturamento bruto em marketing, valor suficiente

para sustentar suas estratégias sem comprometer a saúde financeira (Farias, Rocha e Oliveira, 2013). Esse percentual pode ser adequado para organizações que não dependem de intensa exposição midiática, priorizando estratégias que maximizam o retorno sobre o gasto (Garcia *et al.*, 2021).

No modelo de negócios da biofábrica, a projeção de custos com impostos foi elaborada com base no regime tributário do Simples Nacional, considerando a empresa enquadrada no Anexo II, que se destina a atividades industriais. O cálculo do imposto devido não se baseia em uma alíquota fixa, mas em uma alíquota efetiva progressiva, que é recalculada mensalmente.

No entanto, para os propósitos desta análise, considerando um faturamento médio mensal de R\$ 250.000,00, a empresa se enquadraria na quarta faixa do Anexo II. A alíquota nominal de 14,7% foi utilizada para o cálculo do imposto, levando em consideração a Parcela a Deduzir de R\$ 85.500,00, que garante que a alíquota efetiva seja ajustada de forma gradual. Essa metodologia é essencial para a projeção de custos e para a análise de viabilidade a longo prazo.

Para melhor visualização e clareza da análise de viabilidade, os custos relacionados à mão de obra foram alocados na Tabela 9. Os salários dos colaboradores foram estimados com base em valores médios praticados no mercado de trabalho brasileiro para funções equivalentes, considerando dados disponíveis em bases públicas de informações trabalhistas e plataformas de mercado de trabalho (Salario.com.br, 2024). Embora a mão de obra seja categorizada como um custo fixo para a biofábrica, pois o número de funcionários diretos não varia com pequenas flutuações na produção, a sua relevância estratégica e seu impacto significativo no orçamento operacional justificam essa apresentação individualizada. Ao isolar esses custos, torna-se mais simples e transparente a compreensão do custo humano da operação, um componente essencial para a sustentabilidade financeira do empreendimento.

Tabela 9 - Custos com mão de obra da biofábrica

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Custo Total Mensal (R\$)
EPI	Componentes	3,00	450,00	1.350,00
Pró-Labore	Retirada	1,00	10.000,00	10.000,00
Gerente	Salário	1,00	6.000,00	6.000,00
Vendedor	Salário	1,00	4.500,00	4.500,00
Biólogo	Salário	1,00	4.500,00	4.500,00
Técnico de Laboratório	Salário	2,00	2.500,00	5.000,00
Auxiliar Geral	Salário	1,00	2.500,00	2.500,00
Subtotal Salários	-	-	-	22.500,00
Encargos Trabalhistas	%	102,6	22.500,00	23.085,00
Total Geral	-	-	-	56.935,00

Fonte: Resultado de pesquisa (2025).

A composição do custo da mão de obra direta na projeção da unidade produtiva deve considerar não apenas o salário nominal, mas a incidência da carga tributária e dos encargos sociais. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2023), o custo total de um colaborador para a empresa pode atingir até 102,6% além do salário base, ao se contabilizar os encargos sociais, trabalhistas e as provisões para benefícios como férias e décimo terceiro salário. Essa abordagem considera, por exemplo, a possibilidade de desligamentos que geram a multa de 40% sobre o FGTS, além de eventuais despesas com ações judiciais e outros custos imprevistos. Ao adotar esse critério, a análise financeira do projeto torna-se mais robusta e realista, eliminando surpresas e garantindo que o empreendimento possa absorver variações nos custos com mão de obra sem comprometer a sua sustentabilidade a longo prazo.

A Tabela 10 de Somatório Total Ponderado apresenta a composição dos principais itens de gastos da biofábrica ao longo do período analisado. Foram considerados três grandes blocos de custos: custos fixos, custos variáveis e custos com mão de obra. Um ponto de destaque refere-se ao tratamento das despesas com mão de obra, que foram mantidos constantes ao longo de todo o horizonte de análise. Tal decisão se justifica pelo fato de que, diferentemente dos custos variáveis, a folha de pagamento e seus respectivos encargos não sofrem influência direta do aumento da eficiência produtiva, representando assim um custo fixo operacional.

Dessa forma, a Tabela 10 permite observar como a evolução do rendimento produtivo de 75% no primeiro ano até 95% no quinto ano impacta diretamente a diluição dos custos fixos e o ganho de eficiência econômica, evidenciando que, à medida que a biofábrica atinge maior nível de aproveitamento, o custo unitário de produção tende a se reduzir, fortalecendo a viabilidade financeira do empreendimento.

Tabela 10 - Somatório total ponderado mensal.

Investimento Fixo	R\$ 551.375,32				
Custo Variável (CV)	R\$ 57.515,00				
Custo Fixo (CF)	R\$ 51.000,00				
Mão de Obra (CMO)	R\$ 56.935,00	34,41%			
Custo total	R\$ 165.450,00				
Custos ponderados	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
	(75%)	(80%)	(84%)	(89%)	(95%)
CV + CF	85.075,25	89.762,80	93.513,44	98.201,74	103.827,70
CMO	56.935,00	56.935,00	56.935,00	56.935,00	56.935,00
Custo total ponderado	142.010,25	146.697,80	150.448,44	155.136,74	160.762,70

Fonte: Resultado de pesquisa (2025).

Para a análise de viabilidade, a ponderação de rendimento foi aplicada a todos os custos, com uma importante exceção na rubrica de mão de obra. A alocação da equipe técnica e de

produção (gestor do projeto, auxiliar de produção) foi considerada como um custo totalmente incorrido desde o primeiro ano, independentemente da taxa de rendimento inicial. Essa abordagem metodológica se justifica pelo fato de que a mão de obra é um custo fixo do projeto; o tempo e o esforço da equipe são despendidos integralmente, desde o início, para padronizar os processos e alcançar a capacidade máxima de produção. Portanto, a ponderação não foi aplicada à folha de pagamento refletindo que os salários e encargos são gastos de forma integral mesmo durante a fase de curva de aprendizado.

4.2 Análise de Viabilidade Econômica e Financeira do Projeto

Esta seção dá início à análise de viabilidade econômica e financeira do projeto, consolidando todos os dados de custos, investimentos e receitas em um modelo tradicional de avaliação econômica. O objetivo é traduzir as premissas técnicas e operacionais em números concretos, que possibilitem verificar a sustentabilidade financeira da biofábrica. A Tabela 11 detalha os valores de investimentos, custos e receitas utilizados na construção do fluxo de caixa, que serviu de base para o cálculo dos indicadores de viabilidade econômica, VPL, TIR e *Payback*, que permitiram uma avaliação fundamentada do potencial de retorno e do risco associado ao empreendimento.

Embora a taxa de inflação não tenha sido explicitamente incorporada como variável nas tabelas apresentadas anteriormente, ela foi considerada de forma implícita na construção do fluxo de caixa do projeto. Para esse fim, adotou-se uma taxa de inflação anual de 4,5%, compatível com o comportamento recente da inflação oficial brasileira, medida pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Essa taxa anual corresponde a uma inflação aproximada de 2,22% ao semestre, utilizada como premissa para o ajuste dos valores monetários ao longo do horizonte de análise. Ressalta-se que a inflação foi aplicada exclusivamente sobre a estrutura de custos do empreendimento, não sendo considerados reajustes inflacionários nas receitas projetadas.

Tabela 11 - Fluxo de caixa projetado em reais (R\$)

	Períodos (Semestral)					
	0	1	2	3	4	5
Entrada			75%		80%	84%
Receita		1.129.821,43	1.129.821,43	1.205.142,86	1.205.142,86	1.265.400,00
Valor residual						
Total de Entradas	0,00	1.129.821,43	1.129.821,43	1.205.142,86	1.205.142,86	1.265.400,00
Saídas						

Custo Total		852.061,50	870.977,27	899.522,50	919.491,89	923.103,36
Investimento	551.375,32					
Total de Saídas	551.375,32	852.061,50	870.977,27	899.522,50	919.491,89	923.103,36
Fluxo líquido	-551.375,32	277.759,93	258.844,16	305.620,36	285.650,96	342.296,64

Períodos (Semestral)						
	6	7	8	9	10	Média
Entrada	84%		75%		80%	
Receita	1.265.400,00	1.340.721,43	1.340.721,43	1.431.107,14	1.431.107,14	1.274.438,57
Valor residual					226.138,32	
Total de Entradas	1.265.400,00	1.340.721,43	1.340.721,43	1.431.107,14	1.657.245,46	1.297.052,40
Saídas						
Custo Total	943.596,25	951.768,28	972.897,53	986.174,53	1.008.067,60	932.766,07
Investimento						
Total de Saídas	943.596,25	951.768,28	972.897,53	986.174,53	1.008.067,60	932.766,07
Fluxo líquido	321.803,75	388.953,15	367.823,90	444.932,62	649.177,86	364.286,33

Fonte: Resultado de Pesquisa (2025).

Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que o projeto da biofábrica de produção de BSF (Black Soldier Fly) apresenta alta viabilidade econômica e financeira. O Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 1.857.997,33 demonstra que, após a atualização dos fluxos de caixa (apêndice C) à Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 15% ao ano, o empreendimento gera um retorno líquido positivo considerável, ou seja, o valor presente das receitas supera o valor presente dos custos e investimentos. Esse resultado indica que o projeto não apenas cobre seu investimento inicial, mas também proporciona um ganho adicional significativo em termos de valor presente.

O Índice Benefício/Custo (RB/C) de 1,358 reforça essa afirmativa, já que valores superiores a 1 indicam que cada real gasto o projeto retornará aproximadamente R\$ 1,35 em benefícios atualizados, evidenciando a eficiência e atratividade do investimento. Já a Taxa Interna de Retorno (TIR) de 52,55% ao semestre (aproximadamente 132% ao ano), representa um desempenho financeiro expressivo, muito acima da TMA de 15%, mostrando que o capital aplicado na biofábrica gera uma taxa de retorno superior à mínima exigida pelo investidor, um indicativo de forte lucratividade e baixo risco relativo.

O lucro médio semestral de R\$ 364.286,33 confirma a capacidade do empreendimento de manter resultados consistentes ao longo do período analisado, consolidando sua sustentabilidade econômica. Além disso, o *Payback* de 2,4 semestres revela um tempo de retorno reduzido, o que significa que o investimento inicial poderá ser recuperado rapidamente, fator especialmente positivo em empreendimentos de base tecnológica ou ambiental, onde há interesse em ciclos curtos de capital.

De modo geral, a combinação de VPL elevado, TIR expressiva, RB/C superior a 1 e *Payback* inferior a dois anos indica que o projeto é viável financeiramente, atrativo e eficiente na geração de valor, apresentando retorno rápido e alto potencial de rentabilidade ao longo do período de operação previsto.

Os resultados dos principais indicadores econômico-financeiros (VPL, RB/C e TIR), obtidos a partir da análise de cenários de preços do farelo proteico, óleo de inseto e biofertilizante frass, encontram-se apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Análise de sensibilidade dos indicadores a variações nos preços dos produtos.

Cenários	Indicadores		
	VPL (R\$)	RB/C	TIR (semestral) (%)
25% abaixo	(319.772,61)	1,01	(1,94)
Base	1.857.997,33	1,35	52,55
25% acima	4.030.469,99	1,69	103,06

Fonte: resultados da pesquisa (2025).

No cenário pessimista (25% abaixo), observa-se um VPL negativo de -R\$ 319.772,61, uma relação benefício/custo de 1,01 e uma TIR negativa de -1,94% ao semestre, indicando inviabilidade econômica nessas condições, uma vez que os benefícios não superam os gastos, investimentos e custos, e a taxa de retorno se mostra inferior à taxa mínima de atratividade considerada no estudo.

No cenário realista, os resultados indicam forte atratividade econômica do projeto, com VPL positivo de R\$ 1.857.997,33, relação benefício/custo de 1,35 e TIR de 52,55% ao semestre. Esses valores evidenciam que, nas condições projetadas, o empreendimento não apenas recupera o capital investido, como também gera valor econômico significativo, apresentando retorno superior ao custo de oportunidade do capital.

Já no cenário otimista (25% acima), os indicadores econômico-financeiros apresentam desempenho ainda mais expressivo, com VPL de R\$ 4.030.469,99, relação benefício/custo de 1,69 e TIR de 103,06% ao semestre. Esse resultado demonstra elevada sensibilidade positiva do projeto ao aumento dos preços de venda, reforçando o potencial de geração de valor em ambientes de mercado favoráveis.

De forma geral, a análise de cenários evidencia que a viabilidade econômica da biofábrica é particularmente sensível às variações nos preços de comercialização dos produtos, sendo economicamente viável nos cenários realista e otimista. Por outro lado, o cenário pessimista indica que reduções significativas nos preços de venda podem comprometer a atratividade econômica do

empreendimento, o que reforça a importância de estratégias comerciais, contratos de fornecimento e diversificação de mercados como mecanismos de mitigação de risco.

4.3 Diagnóstico Mercadológico da Biofábrica de *Hermetia illucens*

De forma complementar à interpretação dos resultados econômico-financeiros da implantação de uma biofábrica de *Hermetia illucens*, realizou-se um diagnóstico mercadológico por meio da Matriz SWOT (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças) demonstrada no Quadro 2. A análise evidenciou fatores estratégicos internos e externos associados à implantação da biofábrica de *Hermetia illucens* e contribuiu para a interpretação dos resultados da viabilidade econômica ex ante. As forças identificadas relacionam-se ao aproveitamento de resíduos de cervejaria como insumo produtivo, à diversificação de produtos (farelo proteico, óleo e biofertilizante) e ao alinhamento do empreendimento com princípios de economia circular. As fragilidades concentram-se na dependência da oferta contínua de resíduos, na necessidade de capacitação técnica específica e na limitada experiência regional em escala industrial.

No ambiente externo, destacam-se oportunidades vinculadas ao crescimento da demanda por proteínas alternativas e soluções sustentáveis, enquanto as ameaças estão associadas a incertezas regulatórias, riscos de mercado e à concorrência com fontes proteicas convencionais, elementos que podem influenciar o desempenho econômico do projeto. Assim, a análise SWOT traz como resultado, um recurso adicional de apoio à análise de viabilidade, auxiliando na compreensão de elementos estratégicos que podem influenciar o desempenho do projeto.

Quadro 2 - Matriz SWOT para a implantação de uma biofábrica de *Hermetia illucens*

Fatores Internos	Positivos (Forças)	Negativos (Fraquezas)
Aspectos produtivos e tecnológicos	Alta eficiência de bioconversão de resíduos agroindustriais	Dependência de controle rigoroso de parâmetros zootécnicos
	Ciclo produtivo curto e elevada produtividade por área	Baixa maturidade tecnológica nacional
Aspectos econômicos	Produção multiproduto (farelo, óleo e frass)	Investimento inicial relativamente elevado
	Redução de custos com matéria-prima	Escassez de dados históricos de mercado
Aspectos ambientais	Alinhamento com economia circular	Dependência da oferta contínua de resíduos
	Menor uso de água e área produtiva	Necessidade de adequações sanitárias
Fatores Externos	Positivos (Oportunidades)	Negativos (Ameaças)
Mercado e demanda	Crescente demanda por proteínas alternativas	Volatilidade dos preços de proteínas convencionais
Institucional e regulatório	Incentivos à bioeconomia e inovação	Incertezas regulatórias e sanitárias

Logística e ambiente competitivo	Disponibilidade de resíduos agroindustriais em Goiás	Riscos logísticos e concorrência futura
Socioambiental	Valorização ESG e ODS	Resistência cultural do mercado

Fonte: resultados da pesquisa (2025).

Com base nos fatores previamente identificados na matriz SWOT tradicional, à elaboração da matriz SWOT Cruzada, conforme demonstra o Quadro 3, resultou em uma análise estratégica do empreendimento mais aprofundada. Essa abordagem permitiu articular sistematicamente as forças (F), fraquezas (D), oportunidades (O) e ameaças (A), viabilizando a proposição de estratégias do tipo FO, FA, DO e DA.

Quadro 3 - Matriz SWOT Cruzada

	Oportunidades (O)	Ameaças (A)
Forças (F)	<p>Estratégias FO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aproveitamento da disponibilidade regional de resíduos de cervejaria para redução de custos produtivos e aumento da competitividade econômica. • Alinhamento da produção de proteína, óleo e biofertilizante com a crescente demanda por soluções sustentáveis e economia circular. • Exploração do potencial inovador da entomocultura para inserção em mercados emergentes de nutrição animal e bioinsumos. 	<p>Estratégias FA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso do domínio técnico do sistema produtivo para mitigar riscos regulatórios e sanitários associados à produção de insetos. • Estruturação de processos padronizados para reduzir vulnerabilidades frente à instabilidade de mercado e à concorrência de proteínas convencionais. • Fortalecimento da proposta de valor sustentável como diferencial competitivo frente a oscilações econômicas.
Fraquezas (D)	<p>Estratégias DO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Busca por parcerias institucionais e políticas públicas de incentivo para superar limitações de capital inicial e escala produtiva. • Aproveitamento de programas de fomento à inovação e sustentabilidade para reduzir incertezas econômicas e financeiras. • Capacitação técnica e gerencial para aprimorar a eficiência produtiva e ampliar a atratividade do empreendimento. 	<p>Estratégias DA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planejamento financeiro conservador para reduzir exposição a riscos de mercado e incertezas regulatórias. • Implementação gradual da planta produtiva para minimizar impactos de falhas operacionais iniciais. • Monitoramento contínuo do ambiente institucional e normativo visando antecipar mudanças que possam comprometer a viabilidade do projeto.

Fonte: resultados da pesquisa (2025).

Assim, a matriz SWOT cruzada contribuiu para a interpretação integrada dos condicionantes internos e externos, oferecendo subsídios analíticos para a avaliação da viabilidade estratégica da implantação da biofábrica de *Hermetia illucens*, ainda que essa ferramenta seja utilizada de forma complementar à análise econômica-financeira da implantação da biofábrica de *Hermetia illucens*. De modo geral, observa-se que as estratégias do tipo FO indicam um cenário promissor para a exploração das oportunidades associadas à economia circular e à valorização de resíduos agroindustriais. Entretanto, as estratégias DO e DA evidenciam que a viabilidade do

empreendimento depende da superação de limitações iniciais relacionadas ao capital, escala produtiva e maturidade tecnológica do sistema produtivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade econômica ex ante da implantação de uma biofábrica voltada à produção de *Hermetia illucens* (mosca soldado negra) a partir da bioconversão de resíduos de cervejaria, no estado de Goiás. A pesquisa partiu do pressuposto de que a utilização de insetos como agentes de reaproveitamento de resíduos de cervejaria representa uma alternativa promissora à gestão tradicional desse resíduo, além de constituir uma estratégia eficiente para a geração de insumos sustentáveis, alinhada aos princípios da bioeconomia e da economia circular.

A metodologia adotada envolveu a elaboração de um fluxo de caixa projetado com horizonte de cinco anos e análise semestral, incorporando a aplicação de uma taxa de ponderação da eficiência produtiva crescente (de 75% a 95%), o investimento inicial de R\$ 551.375,32, o valor residual de R\$ 226.138,32, e uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 15% ao ano. Foram calculados os principais indicadores financeiros: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice Benefício/Custo (B/C) e *Payback*, com base nos fluxos líquidos projetados. Os resultados indicaram VPL de R\$ 1.857.997,33, TIR de 52,55% ao semestre, e índice B/C de 1,35, demonstrando que o projeto é economicamente viável e apresenta elevada rentabilidade no cenário proposto. O *payback* calculado (2,4 ao semestre) reforça a atratividade do investimento, evidenciando o rápido retorno do capital aplicado.

A análise de cenários evidenciou, ainda, a sensibilidade do projeto às variações nos preços de venda dos produtos. No cenário pessimista, com redução de 25% nos valores de comercialização, o empreendimento apresentou resultados que não sustentam a viabilidade econômica do projeto, enquanto no cenário otimista, com incremento de 25% nos preços, os indicadores apontaram elevado retorno econômico. Essa abordagem reforça a importância da gestão estratégica de mercado, da diversificação de canais de comercialização e do posicionamento dos produtos como ingredientes de valor agregado, especialmente nos segmentos de nutrição animal, *pet food*, cosméticos e insumos agrícolas.

Além dos resultados econômicos, apesar de não fazer parte diretamente do estudo, um simples cálculo ambiental revelou impactos positivos expressivos, com destaque para a capacidade de bioconversão de 190 toneladas de resíduos por mês, evitando a emissão de aproximadamente 6.300 toneladas de CO₂ equivalente por ano. A substituição de fontes tradicionais de proteína, como soja e farinha de peixe, por proteína de inseto, possibilita redução significativa no uso de

água, emissões de carbono e área produtiva, contribuindo para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2, 11, 12 e 13 da ONU.

5.1 Implicações Práticas do Estudo

Os resultados desta pesquisa podem servir como base consistente para a tomada de decisão de investidores privados, empreendedores e agentes de políticas públicas interessados no desenvolvimento da entomocultura no Brasil. Ao apresentar um modelo estruturado de dimensionamento produtivo, custos operacionais, investimentos necessários e indicadores econômico-financeiros, o estudo reduz incertezas associadas à implantação de biofábricas de *Hermetia illucens*, oferecendo subsídios técnicos e econômicos para avaliação de risco e retorno. Do ponto de vista das políticas públicas, os achados reforçam o potencial da entomocultura como estratégia de valorização de resíduos agroindustriais, promoção da bioeconomia e estímulo à inovação no agronegócio, podendo orientar a formulação de programas de fomento, marcos regulatórios e incentivos voltados à adoção de tecnologias sustentáveis e alinhadas às agendas de desenvolvimento regional e ambiental.

5.2 Limitações do Estudo e Sugestões para Futuras Pesquisas

Dentre as limitações deste estudo estão a análise concentrada em um recorte temporal de cinco anos, o que pode não capturar completamente as variações de mercado e mudanças regulatórias que afetam o setor de biotecnologia e gestão de resíduos.

Outra limitação é de que a análise de viabilidade econômica foi conduzida *ex ante*, ou seja, com base em projeções e estimativas de custos, receitas e índices zootécnicos obtidos a partir da literatura e de dados secundários. Dessa forma, embora os resultados indiquem elevada atratividade econômica, eles estão sujeitos a incertezas inerentes à fase pré-operacional do empreendimento, podendo divergir dos resultados efetivamente observados em uma planta em operação comercial.

Adicionalmente, podemos considerar que uma outra limitação está associada à dinâmica regulatória do setor, especialmente no que se refere à utilização de insetos e seus derivados na alimentação animal e em outros mercados potenciais. Mudanças futuras na legislação sanitária, ambiental ou tributária podem impactar significativamente a estrutura de custos, os mercados consumidores e a viabilidade econômica do empreendimento analisado.

Para futuros estudos, recomenda-se a realização de análises empíricas de desempenho operacional em escala ampliada, com acompanhamento de indicadores econômicos, ambientais e sociais em tempo real, a fim de validar e aperfeiçoar as projeções financeiras apresentadas. Investigações adicionais podem explorar também o potencial de integração da produção de

Hermetia illucens com outras cadeias agroindustriais, o uso de diferentes substratos orgânicos, bem como avaliações mais precisas para quantificar de forma mais assertiva os impactos ambientais e o balanço de emissões de carbono da operação.

A pesquisa preenche uma lacuna identificada na literatura nacional e confirma que o uso da *Hermetia illucens* como vetor de bioconversão é economicamente viável e atrativo, representando uma solução inovadora e sustentável para a produção de proteína alternativa, óleo e fertilizante.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. et al. Sustainability-oriented innovation: a systematic review. *International Journal of Management Reviews*, v. 18, n. 2, p. 180–205, 2016.

AGÊNCIA GOIANA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (AGRODEFESA). Dados da produção pecuária em Goiás. Goiânia, 2025.

ALHARRASI, J. S.; MASA'DEH, R.; AL-LOZI, M. The Role of Innovation Management and Technological Innovation on Organizational Effectiveness: A Theoretical Model. *Journal of Social Sciences*, v. 5, n. 1, p. 80-95, 2016. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/jso/coejss/v5y2016i1p80-95>.

ALIYU, S.; BALA, M. Brewer's spent grain: a review of its potentials and applications. *African Journal of Biotechnology*, v. 10, n. 3, p. 324–331, 2011.

ALLIED MARKET RESEARCH. Insect protein market by insect type and application: global opportunity analysis and industry forecast, 2023–2032. Wilmington: Allied Market Research, 2023. Disponível em: <https://www.alliedmarketresearch.com/insect-protein-market-A14296>.

ALMEIDA, C.; RIJO, P.; ROSADO, C. Bioactive compounds from *Hermetia illucens* larvae as natural ingredients for cosmetic application. *Biomolecules*, v. 10, 2020.

ALMEIDA, R. S. et al. Utilização de insetos comestíveis na elaboração de produtos alimentícios: sustentabilidade e novas fontes de proteínas. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE INOVAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS - INECA, 2., 2022, Vitória da Conquista. Anais [...]. Vitória da Conquista: Even3, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/ineca2022/577750-utilizacao-de-insetos-comestiveis-na-elaboracao-de-produtos-alimenticios--sustentabilidade-e-novas-fontes-de-prot>.

AMOKOMOYEN, J. M. C. The Impact of Green Entrepreneurship on the Sustainable Development of African Nations. *Journal of Social Research and Behavioral Sciences*, 2023. Disponível em: https://www.sadab.org/FileUpload/bs701867/File/48.the_impact_of_green_entrepreneurship_on_the_sustainable_development_of_african_nations.pdf.

ANSAR, M.; ASIF, N.; MAHALE, P. Green Entrepreneurship Education: Fostering Sustainable Innovation in Business Management Programs. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/378157116_GREEN_ENTREPRENEURSHIP_EDUCATION_FOSTERING_SUSTAINABLE_INNOVATION_IN_BUSINESS_MANAGEMENT_PROGRAMS.

ARGOTE, L.; EPPLE, D. Learning curves in manufacturing. *Science*, v. 247, n. 4945, p. 920-924, 1990. DOI: 10.1126/science.247.4945.920.

ASSAF NETO, Alexandre. *Finanças corporativas e valor*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2020.

ASSUNÇÃO, P. E. V.; WANDER, A. E.; CARDOSO, J. S. Custos e viabilidade econômica do sistema de produção de melancia no Sul do Estado de Goiás. Goiânia: Embrapa, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/963392/custos-e-viabilidade-economica-do-sistema-de-producao-de-melancia-no-sul-do-estado-de-goias>.

BALE, R. M. Environmental entrepreneurship: The sustainability challenge. 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/322324642.pdf>.

BARRAGÁN-FONSECA, B. C.; DICKE, M.; VAN LOON, J. J. A. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed – a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, v. 3, n. 4, p. 153-170, 2017.

BARRAGÁN-FONSECA, K. Y. et al. *Insects for sustainable animal feed: Nutritional and environmental impact of Hermetia illucens*. *Journal of Insects as Food and Feed*, v. 8, n. 4, p. 393–405, 2022.

BARROS, L. M. et al. Morphological description of the immature stages of *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Stratiomyidae). *Microscopy Research and Technique*, v. 82, p. 178–189, 2018.

BELTCHEV, V. Theoretical Foundations of Innovation in Banking and Finance. 2020. Disponível em: <https://www.unwe.bg/doi/alternativi/2020.1/ISA.2020.1.08.pdf>.

BESPALYY, S. The impact of the ecological orientation of entrepreneurs on sustainable development. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2023. DOI: 10.1088/1755-1315/1231/1/012077.

BEZERRA, G. A. Viabilidade econômica e financeira da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos. 2021. 90 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2021.

BOLETIM ABBI 2023 (Associação Brasileira de Bioinsumos): Inclui dados de produção e adoção, projetando R\$ 5,6 bilhões para 2023/2024 com crescimento de 70% em larga escala. ABBI. *Boletim ABBI 2023*. 2023. Disponível em: <https://abbi.org.br/wp-content/uploads/2024/02/Boletim-ABBI-2023.pdf>

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 12 jan. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 16 set. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Anuário da Cerveja 2024: ano de referência 2023. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-1-847-cervejarias-registradas-no-brasil-setor-cresce-6-8-em-2023/anuario-da-cerveja/view>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa MAPA nº 8, de 25 de março de 2004.

BRASIL. Receita Federal do Brasil. Instrução Normativa SRF nº 162, de 31 de dezembro de 1998. Dispõe sobre taxas de depreciação de bens do ativo imobilizado. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 1998.

BRANCO, A. S. Análise financeira em plantios comerciais de *Tectona grandis* e *Schizolobium amazonicum*. 2022. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

BRIGHAM, E. F.; EHRHARDT, M. C. Corporate Finance. 15. ed. Boston: Cengage Learning, 2017.

BONELLI, M. et al. Structural and functional characterization of *Hermetia illucens* larval midgut. *Frontiers in Physiology*, v. 10, 2019.

CANTAMESSA, M.; MONTAGNA, F. The Many Types of Innovation. 2016. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-6723-5_3.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Mode 3 Knowledge Production in Quadruple/Quintuple Innovation Systems. Springer, 2021.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Smart Quintuple Helix Innovation Systems: How the Knowledge, Innovation, and Environment Nexus can be Harnessed for Sustainable Development. New York: Springer, 2021.

CHEMICALRESEARCH. Global insect frass fertilizers market: size, trends and forecast 2024–2032. Pune, India: 24ChemicalResearch, 2024. Disponível em: <https://www.24chemicalresearch.com/reports/266325/global-insect-frass-fertilizers-market>. Acesso em: 28 dez. 2025.

CHESBROUGH, H. W. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston: Harvard Business School Press, 2003.

CHRISTENSEN, C. M. The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. Harvard Business Review Press, 1997.

CLIMATE & CLEAN AIR COALITION. Transforming organic waste with black soldier flies: a guide for decision-makers. Washington, DC, 2023. Disponível em: <https://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources/files/TEAP-Waste%20with%20BSF.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasil). Encargos sociais e trabalhistas no Brasil. Brasília: CNI, 2023.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). O futuro é biológico. Brasília, 3 fev. 2022. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/noticias/o-futuro-e-biologico>. Acesso em: 28 dez. 2025.

COPCESKI, P. J. Viabilidade econômica de produção agroecológica para comercialização na Feira Agroecológica de Inclusão Social, Cultura e Artes (FAISCA) de Umuarama – PR. 2020. 120 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.

CROSSAN, M. M.; APAYDIN, M. A Multi-Dimensional Framework of Organizational Innovation: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Management Studies*, v. 47, n. 6, p. 1154–1191, 2010.

DAMANPOUR, F.; ARAVIND, D. Managerial Innovation: Conceptions, Processes, and Antecedents. *Management and Organization Review*, v. 8, n. 2, p. 423–454, 2012.

DAMODARAN, Aswath. *Gestão de Investimentos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

DIENER, S. et al. *Black soldier fly larvae for organic waste treatment—prospects and constraints*. *Waste Management*, v. 31, n. 6, p. 1161–1169, 2011.

DIGILINA, O.; LEBEDEVA, D. The Resource Support for Innovation in the High-Tech Sphere: Theoretical Aspect. 2019. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-80485-5_3.

ESCOBAR, J. C.; VÉLEZ-HENAO, J. A. A conceptual framework for the circular economy in the agroindustry. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 135, p. 279-289, 2018. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.09.029.

ELEJALDE, D. A. G. Viabilidade econômica em sistema integrado de produção agropecuária. 2023. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Bioeconomia e inovação no agronegócio brasileiro*. Brasília, 2023.

EUROPEAN WATER ASSOCIATION (EAWAG). *Is black soldier fly waste-processing a sustainable solution?* Dübendorf: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, 2020. Disponível em: https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/schwerpunkte/swm/SWIFT/feasibility_assessment.pdf. Acesso em: 28 dez. 2025.

EVANS, J. Optimization of production of black soldier fly larvae. 2022. Tese (Doutorado em Ciências da Vida) – Faculty of Health and Medical Sciences, University of Copenhagen, Copenhagen, 2022.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Global methane assessment: Benefits and costs of mitigating methane emissions*. Rome: FAO, 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Rome, 2023. Disponível em: <http://openknowledge.fao.org/items/445c9d27-b396-4126-96c9-50b335364d01>

FAO. The state of the world's biodiversity for food and agriculture. Rome, 2022.

FARMINSECT. Revolutionizing sustainable agriculture with insect farming solutions. 2024. Disponível em: <https://netzerocompare.com/products/farminsect>. Acesso em: 28 dez. 2025.

FERREIRA, P. F. et al. Substituição de farinha de peixe por farinha de larvas de mosca-soldado-negra (*Hermetia illucens*) em dietas de tilápia-do-nylo: desempenho zootécnico e digestibilidade in vitro. 2021. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003041331>. Acesso em: 28 dez. 2025.

FREEZEM. An introductory guide to black soldier fly farming. 2025. Disponível em: <https://www.freezem.com/resources/an-introductory-guide-to-black-soldier-fly-farming/>. Acesso em: 28 dez. 2025.

FARIAS, M. G. de; ROCHA, R. A.; OLIVEIRA, K. T. Marketing para micro e pequenas empresas. Brasília: UNICEUB, 2013.

FREEMAN, C. The Economics of Industrial Innovation. MIT Press, 1982.

FURMAN, D. P.; YOUNG, R. D.; CATTS, P. E. *Hermetia illucens* (Linnaeus) as a factor in the natural control of *Musca domestica* Linnaeus. *Journal of Economic Entomology*, v. 52, n. 5, p. 917–921, 1959.

GALÁN-DÍAZ, C. et al. *Environmental life cycle assessment of black soldier fly larvae meal production for animal feed: A systematic review*. *Journal of Cleaner Production*, v. 451, p. 143750, 2024.

GARCIA, E. L. M. et al. Marketing investment information: differentiation resource or secret? *Revista de Administração Contemporânea*, v. 25, n. 5, p. e-20220765, 2021.

GEISSDOERFER, M. et al. The circular economy – a new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, v. 143, p. 757–768, 2017.

GITMAN, L. J.; ZUTTER, C. J. *Principles of Managerial Finance*. 13. ed. Boston: Prentice Hall, 2012.

GONÇALVES, L. M. S. Análise técnica e econômica do cultivo de *Elaeis guineensis* Jacq. em sistema agroflorestal. 2021. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2021.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. Rio de Janeiro: Atlas, 2022.

GITMAN, Lawrence J. *Princípios de administração financeira*. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GOIÁS. Plataforma logística multimodal do Estado de Goiás. Goiânia: Governo do Estado de Goiás, 2025. Disponível em: <https://goias.gov.br/industriaecomercio/plataforma-logistica-multimodal-do-estado-de-goias/>. Acesso em: 28 dez. 2025.

GOLD, M. et al. Biowaste treatment with black soldier fly larvae: increasing performance by substrate pre-treatment. *Waste Management*, v. 102, p. 319–327, 2020.

GOLD, M. et al. Black soldier fly processing and products. *Journal of Cleaner Production*, v. 389, 2023.

GOLD, M. et al. Improving black soldier fly production for a more sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, v. 456, art. 142456, 2025.

GUARIGUATA, M. R. et al. Circular bioeconomy: concepts, strategies, and practices for sustainable development. *Sustainability Science*, v. 16, p. 937-947, 2021. DOI: 10.1007/s11625-021-00913-1.

GUTTERMAN, A. S. Sustainable Entrepreneurship. *SSRN Electronic Journal*, 2022. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4192086.

Groeneveld, I. O potencial de rentabilidade da produção de larvas da mosca-soldado-negra (BSF) em sistemas agroalimentares circulares. Wageningen University & Research, 2022.

HAQUE, M. R. U. Fostering Resilience: The Symbiotic Relationship Between Entrepreneurship and Sustainability. *IJSRT*, 2024. Disponível em: <https://www.ijisrt.com/fostering-resilience-the-symbiotic-relationship-between-entrepreneurship-and-sustainability>.

HOANG, C. V. et al. Innovation and Sustainability. In: *PALGRAVE HANDBOOK OF CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY*. Cham: Palgrave Macmillan, 2021.

HORIZON PUBLISHING GROUP. Black soldier fly (*Hermetia illucens*): a sustainable protein source for animal feed. *Progress in Sustainable Technology*, v. 3, n. 1, p. 1–15, 2025.

INNOVAFEED. Black soldier fly: sustainable insect protein for animal nutrition. Paris: Innovafeed, 2025. Disponível em: <https://innovafeed.com>

IRITIÉ, B. G. J. J. Why is Technological Innovation Locally Concentrated? A Theoretical Review. 2023. Disponível em: <https://ccsenet.org/journal/index.php/ijef/article/view/0/49457>.

JAKSIC, M. *New Business Opportunities Based on Sustainable Innovation*. 2017.

JUCKER, C. et al. Nutrient recapture from insect farm waste: Bioconversion with *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae). *Sustainability*, v. 12, 2020.

K.; DIVYA, S. The Role of Innovation in Driving Sustainable Business Practices. Shanlax International Journal of Management, 2024.

KACZOR, M. et al. The variety of applications of *Hermetia illucens* in industrial and agricultural areas—Review. *Biology*, v. 12, 2022.

KIMPARA, Janaina Mitsue; SILVA, Vanessa Karla; GIANNECCHINI, Luiz Gustavo; VETORELLI, Michelle; SILVEIRA, Leanderson. Desempenho zootécnico de tilápias alimentadas com dietas à base de farinha de larva de mosca soldado negra *Hermetia illucens*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA (AQUACIÊNCIA), 8., 2018, Natal.

KLAUSEN, S. H. What is Innovation. 2017. Disponível em:

<https://china.elgaronline.com/edcollchap/edcoll/9780857937940/9780857937940.00008.xml>.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. Administração de marketing. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

KULICHENKO, A. Theoretical Aspects of Innovation Models and Their Practical Implementation. 2020. Disponível em: <https://pedscience.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/12/18.pdf>.

LALANDER, C. et al. Composting of organic waste with black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) – A pathway to sustainable waste treatment and resource recovery. *Waste Management*, v. 100, p. 88-98, 2019. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.09.003.

LALANDER, C. et al. Technical and economic performance of protein production through upcycling of organic waste by black soldier fly larvae. *Waste Management*, v. 102, p. 319-329, 2020. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.10.014.

LAZARETTI, K. et al. Building Sustainability and Innovation in Organizations. *Benchmarking: An International Journal*, 2019.

LALANDER, C. et al. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly larvae. *Journal of Cleaner Production*, v. 208, p. 211–219, 2019.

LOPES, I. G. et al. Black soldier fly: a keystone species for the future of sustainable protein production. *Insects*, v. 16, n. 3, art. 345, 2025.

LYNCH, K. M. et al. Brewer's spent grain: a review with an emphasis on food and health. *Journal of the Institute of Brewing*, v. 122, n. 4, p. 553–568, 2016.

LUNDEVALL, B.-Å. National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter Publishers, 1992.

LUPI, D. et al. Feeding in the adult of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae): reality or fiction? *Journal of Entomological and Acarological Research*, 2019.

- MAKHLOUFI, L. et al. Impact of green entrepreneurship orientation on environmental performance: the natural resource-based view perspective. 2021. Disponível em: <https://www.researchsquare.com/article/rs-166004/v1>. Acesso em: 28 dez. 2025.
- MANNA INSECT. How to start BSF production and scale it up profitably? 2025. Disponível em: <https://www.mannainsect.com/how-to-start-bsf-production-and-grow-business/>. Acesso em: 28 dez. 2025.
- MAPA. Insetos na alimentação animal: panorama regulatório. Brasília: Ministério da Agricultura e Pecuária, 2022.
- MARIANI, M. A. P.; SILVEIRA, N. F. Estudo da temática de viabilidade econômica. Revista EIGEDIN, v. 3, n. 1, p. 1–15, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/download/4387/3897/>. Acesso em: 28 dez. 2025.
- MARTINELLI, L. A. et al. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 45, p. 9–19, 2020. DOI: 10.1016/j.cosust.2020.08.002.
- MAZZUCATO, M. *The entrepreneurial state: debunking public vs. private sector myths*. London: Penguin Books, 2018.
- MAZZUCATO, M. *The value of everything*. London: Penguin Books, 2018.
- MELO, A. E. S. S.; JESUS, L. F. F. S.; CAVALCANTI, L. A. P. Aproveitamento do bagaço de malte da produção cervejeira como matéria-prima para biocombustíveis. *Revista Foco*, Curitiba, v. 17, n. 1, e119, 2024. DOI: 10.54751/revistafoco.v17n1-119.
- MERTENAT, A. et al. Environmental impact of insect-based bioconversion of food waste compared to composting and anaerobic digestion. *Journal of Cleaner Production*, v. 227, p. 467–481, 2019.
- METAXA, I. et al. Utilization of *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) as an alternative feed in aquatic and terrestrial zootechny: implications for sustainable food production and human health safety. In: E-HEALTH AND BIOENGINEERING CONFERENCE (EHB), 2024. Anais [...]. [S.l.]: [s.n.], 2024.
- METZ, P. D. et al. The path to sustainability-driven innovation. *Research-Technology Management*, v. 59, p. 50–61, 2016.
- MORAES, L. A. et al. Economia circular e bioconversão. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 60, n. 4, 2022.
- MOREIRA DA COSTA, G. *Elaboração e caracterização físico-química de farinha de bagaço de malte a partir de resíduo cervejeiro*. 2020. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2020.

- MORDOR INTELLIGENCE. Insect protein market: growth, trends, and forecast. Hyderabad: Mordor Intelligence, 2024. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-insect-protein-market>.
- MOULAERT, F. et al. Social innovation: collective action, social learning and transdisciplinary research. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2013.
- MUSSATTO, S. I. et al. Brewer's spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*, v. 43, n. 1, p. 1–14, 2006.
- MUSSATTO, S. I. Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 94, p. 1264–1275, 2014.
- NASCIMENTO, C. L. L. Custos e viabilidade econômico-financeira do cultivo de pitaia em Pernambuco. 2022. 95 f. Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.
- NEUMANN, T. Impact of green entrepreneurship on sustainable development: An ex-post empirical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 2022. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.133889.
- NELSON, R. National Innovation Systems: A Comparative Analysis. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- OECD; FAO. Agricultural outlook 2022–2031. Paris: OECD Publishing, 2022.
- OECD. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. 4th ed. OECD Publishing, Paris, 2018.
- OGNJANOVIC, J. et al. Green Entrepreneurship: Challenges and Opportunities of Development. In: TOURISM AND GREEN INVESTMENTS CONFERENCE, 2024. Disponível em: <https://www.tisc.rs/proceedings/index.php/hitmc/article/view/474>.
- OLUWADAMILARE, F. et al. Sustainable entrepreneurship: A review of green business practices and environmental impact. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 2023. Disponível em: <https://wjarr.com/content/sustainable-entrepreneurship-review-green-business-practices-and-environmental-impact>.
- PARODI, A. et al. Insect farming for feed and food production: a sustainability perspective. *Global Food Security*, v. 25, 100349, 2020. DOI: 10.1016/j.gfs.2020.100349.
- PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, v. 34, n. 1, p. 185–202, 2010.
- PEREZ, C. Capitalism, technology and a green global golden age. *Cambridge Journal of Economics*, v. 39, n. 2, p. 1–38, 2015.
- PROTIX. Insect ingredients for a sustainable food system. Dongen: Protix, 2025. Disponível em: <https://protix.eu>.

RIBEIRO, C. Análise de viabilidade econômica como ferramenta para seleção e priorização de projetos de investimentos nas organizações. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe, Lagarto, 2021. Disponível em: https://bibliotecaonline.fanese.edu.br/upload/e_books/p1090363-analise-de-viabilidade-economica-como-ferramenta-para-selecao-e-priorizacao-de-projetos-de-investimentos-nas-organizacoes.pdf.

RIBEIRO, G. B. D. Planejamento financeiro e gestão de risco para produtores de carvão vegetal. 2021. 110 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2021.

ROCHA, F.; BARBOSA, F.; PEREIRA, B. Análise de Investimentos. Rio de Janeiro: FGV, 2017.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. Fundamentos de Administração Financeira. 11. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill Brasil, 2018.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. *Administração financeira*. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2017.

SAIJA, S.; GIANNETTO, C. *Insect-based feed ingredients and their environmental impact: A comparative review*. Sustainability, v. 11, n. 12, p. 3388, 2019.

SALARIO.COM.BR. Salário de auxiliar de laboratório no Brasil. Curitiba: Salario.com.br, 2024. Disponível em: <https://www.salario.com.br>

SANTOS, I. G. dos. Análise de viabilidade de projetos de investimentos na empresa Mais Paladar. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018. Disponível em: https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190608120708_2018.2_TCC_Iury_Gomes_Dos_Santos_-_Anlise_De_Viabilidade_De_Projetos_De_Investimentos_Na_Empresa_Mais_Paladar.pdf.

SANTOS, S. S. et al. Protein and lauric oil production from agricultural waste bioconversion by *Hermetia illucens* larvae. Revista Virtual de Química, 2021.

SDGS REVIEW. A case study of black soldier fly technology in restaurant waste management. SDGs Review, v. 2, n. 1, p. 45–62, 2025.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE GOIÁS (SEAPA). Agro em dados – julho 2025. Goiânia, 2025. Disponível em: <https://goias.gov.br/agricultura/wp-content/uploads/sites/50/2025/07/AGRO-EM-DADOS-JULHO-1.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2025.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE GOIÁS (SEAPA). Panorama da agropecuária goiana. Goiânia, 2024.

SILVA, D. C. et al. O potencial uso de *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) na gestão de resíduos orgânicos de agroindústrias regionais. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO,

DESENVOLVIMENTO E ENSINO DE PESQUISA, 2024, Santa Cruz do Sul. Anais [...]. Santa Cruz do Sul: UNISC, 2024. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/view/23539/1192614502>. Acesso em: 28 dez. 2025.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL (SINDIRAÇÕES). Associados. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://sindiracoes.org.br/associados/>. Acesso em: 28 dez. 2025.

SPRANGHERS, T. et al. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 97, p. 2594–2600, 2017.

STATISTA. Revenue in the pet food market in Brazil 2025. 2024. Disponível em: <https://www.statista.com/outlook/cmo/food/pet-food/brazil>. Acesso em: 28 dez. 2025.

SURRACO, A. et al. Black soldier fly bioconversion. *Waste Management*, v. 118, 2021.

SUSTAVIAN FEED. Technical guide to produce black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). Bruxelas, 2023. Disponível em: <https://sustavianfeed.eu/wp-content/uploads/2023/10/KER-7-Low-and-medium-tech-insects-production-schemes.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2025.

SUSINCHAIN. Profitability of insect farms. Wageningen, 2022. Disponível em: https://susinchain.eu/wp-content/uploads/2022/01/SUSINCHAIN_Publication_8.pdf. Acesso em: 28 dez. 2025.

SCHMITT, E.; VRIES, W. Potential benefits of using *Hermetia illucens* frass as a soil amendment on food production and for environmental impact reduction. *Green and Sustainable Chemistry*, v. 25, p. 100335, 2020.

SHARANABASAPPA, S. D. et al. Nutritional Composition of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) during Various Life Stages Reared on Vegetable and Fruit Waste. *Journal of Insects as Food and Feed*, v. 7, n. 3, p. 251-260, 2021.

SHARMA, A.; SINGH, S. Bioprocess optimization: learning and efficiency improvements in biotechnological industries. *Biotechnology Reports*, v. 25, p. e00412, 2020. DOI: 10.1016/j.btre.2019.e00412.

SCHUMPETER, J. A. *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, 1934.

SILVESTRE, B. S.; TIRCA, D. M. Innovations for Sustainable Development: Moving Toward a Sustainable Future. *Journal of Cleaner Production*, 2019.

STARCHENKO, L. V.; SAMUSEVYCH, Y.; DEMCHUK, K. Social and Eco-Friendly Entrepreneurship: The Keys to Sustainability. *Business Ethics and Leadership*, v. 5, 2021.

TANG, M.; MAKHLOUFI, L.; HASSAN, M. G. Environmental Outcomes of Green Entrepreneurship Harmonization. *Sustainability*, v. 12, n. 24, 10615, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/24/10615>.

THOMPSON, A. et al. Towards Sustainability-Driven Innovation Through Product-Service Systems. 2011.

TUSHKEVYCH, O. S. Theoretical Fundamentals of Development of the Innovation Theory. 2021. Disponível em: <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/98/98.2/22.pdf>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG). 1º Encontro Goiano de Tecnologias e Práticas de Criação de Insetos para Alimentação Animal (TecnoInsetos). Goiânia: UFG, 2025. Disponível em: <https://agro.ufg.br/n/195249-tecno-insetos-2025>.

VELDKAMP, T. et al. Insect as a sustainable feed ingredient for pigs and poultry. *Animal Production Science*, v. 54, n. 9, p. 1297-1303, 2014.

WANG, H. The Value of Technological Innovation in Enterprise Business Management. 2025. Disponível em: https://www.clausiuspress.com/assets/default/article/2025/03/07/article_1741354462.pdf.

WEIHRICH, H. The TOWS matrix: a tool for situational analysis. *Long Range Planning*, v. 15, n. 2, p. 54–66, 1982.

WEST, J.; BOGERS, M. Leveraging External Sources of Innovation: A Review of Research on Open Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, v. 31, n. 4, p. 814–831, 2014.

VAN DER FELS-KLERX, H. J. et al. Safety aspects of insects as food and feed. *Food Control*, v. 92, p. 257–264, 2018.

VAN HUIS, A. et al. Insects as food and feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, v. 6, n. 1, 2020.

ZAHRA, S. A. et al. Developing Theoretical Insights in Entrepreneurship Research. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 2023. Disponível em: <https://sms.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sej.1486>.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Valor aproximado de Taxas e Licenças

Licença/Taxa	Responsável	Valor aproximado	Periodicidade
Alvará Sanitário (Vigilância Sanitária)	SMS Goiânia	R\$ 1.200– 2.500/ano	Anual
Álvará Bombeiros	CBMGO	R\$ 800–1.500/ano	Anual
Licença Ambiental (baixo impacto)	SEMAD	R\$ 2.000– 4.000/ano	Anual
Registro no MAPA (ração animal)	MAPA	Gratuito (renovação)	Bienal
Taxa de Fiscalização TFE	Receita Federal	R\$ 140–300/ano	Anual
IPTU Industrial (estimado 700 m ²)	Prefeitura	R\$ 6.000– 12.000/ano	Anual
Total anual		R\$ 12.140–20.800	
Mensal médio		R\$ 1.012–1.733	

Fonte: própria

APÊNDICE B – Consumo médio gasto com equipamentos e operação

Equipamento	Potência total (kW)	Horas/dia	Dias/mês	Consumo mensal (kWh)
Lâmpadas LED	12,24	10	26	3.182 kWh
Cutter 20 L	7,5	6	26	1.170 kWh
Envasadora	2	6	26	312 kWh
Peneira automática	2	6	26	312 kWh
Secadora	3	8	26	624 kWh
Extratoras	5	6	26	780 kWh
Ensacadeira	1,5	6	26	234 kWh
Escritório	1,5	8	22	264 kWh
Consumo mensal total estimado				
≈ 6.878 kWh/mês				
Cenário mais oneroso (R\$ 0,95/kWh):				
R\$ 6.534/mês				

Fonte: própria

APÊNDICE C – Tabela de atualização dos valores (TMA 7,24%)

Períodos	Valores Observados		Fator de desconto	Valores Descontados	
	Entradas	Saídas		Entradas	Saídas
0	0,00	551.375,32	1,0000	0,00	551.375,32
1	1.129.821,43	852.061,50	0,9325	1.053.544,79	794.537,02
2	1.129.821,43	870.977,27	0,8695	982.417,74	757.344,03
3	1.205.142,86	899.522,50	0,8108	977.165,48	729.359,45
4	1.205.142,86	919.491,89	0,7561	911.194,96	695.217,48
5	1.265.400,00	923.103,36	0,7050	892.162,17	650.828,11
6	1.265.400,00	943.596,25	0,6574	831.930,41	620.362,27
7	1.340.721,43	951.768,28	0,6131	821.941,51	583.490,23
8	1.340.721,43	972.897,53	0,5717	766.450,49	556.176,53
9	1.431.107,14	986.174,53	0,5331	762.888,21	525.705,51
10	1.657.245,46	1.008.067,60	0,4971	823.794,30	501.096,77
				8.823.490,06	6.965.492,73

Fonte: própria

ANEXOS

ANEXO A – Certificado do Curso Produção de mosca-soldado-negra



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CENTRO DE EXTENSÃO

CEZEX

CERTIFICADO

ICA UFMG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Certificamos que **RAFAEL PACHECO CORREIA** concluiu o curso "**PRODUÇÃO DE MOSCA-SOLDADO-NEGRA PARA NUTRIÇÃO ANIMAL - MÉTODO PDI**", promovido pelo Centro de Extensão do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais e realizado no período de 01 de julho a 01 de outubro de 2024, *on-line*, perfazendo o total de **24 horas**.

Montes Claros, data da assinatura eletrônica.

DIEGO VICENTE DA COSTA
Coordenador do Curso - ICA/UFMG

MARIA FERNANDA LOUSADA ANTUNES
Coordenadora do Centro de Extensão - CENEX/ICA/UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Diego Vicente da Costa, Professor(a)**, em 01/11/2024, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Fernanda Lousada Antunes, Coordenador(a)**, em 01/11/2024, às 12:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3685782** e o código CRC **382EB7C0**.

Referência: Processo nº 23072.263128/2024-10

SEI nº 3685782

ANEXO B – Primeira página do Ofício-Circular nº 33/2023/CGI/DIPOA/SDA/MAPA

07/07/2023, 09:43

SEI/MAPE - 29519766 - Ofício-Circular



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA
SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA
DEPARTAMENTO DE INSPEÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL
COORDENAÇÃO GERAL DE INSPEÇÃO

OFÍCIO-CIRCULAR Nº 33/2023/CGI/DIPOA/SDA/MAPA

Brasília, 07 de julho de 2023.

Às Coordenações-Gerais do DIPOA/SDA
Às Divisões e Coordenação da CGI/DIPOA
À Coordenação dos SIPOA,
Aos servidores que atuam na área de alimentação animal.
C/Co

À ABINPET e ao SINDIRAÇÕES

A todos os estabelecimentos fabricantes e importadores destes tipos de ingredientes e àqueles que os utilizam.

Assunto: Alimentação animal. Procedimentos de registro, fiscalização, rotulagem e trânsito de produtos à base de insetos para alimentação animal. Padronização de procedimentos junto à equipe de fiscalização. Torna sem efeito a INFORMAÇÃO Nº 27/UTVDA-DREP/CGI/DIPOA/SDA/MAPA (26668642) e a INFORMAÇÃO Nº 59/CGI/DIPOA/SDA/MAPA (26765296).

1. SOBRE REGISTRO DE ESTABELECIMENTOS

1.1. Os estabelecimentos processadores de insetos, inclusive fase larvar, devem ser registrados na área de alimentação animal, na atividade de FABRICANTE, com as seguintes possibilidades com a intenção de facilitar sua busca e a identificação no sistema com:

- a) a categoria de INGREDIENTE e na aba 'estabelecimento' no campo 'informações adicionais' devem ser incluídas as opções de 'FABRICANTE DE INGREDIENTE ANIMAL' e 'PROCESSADOR DE INSETOS';
- b) a categoria de ALIMENTO e na aba 'estabelecimento' no campo informações adicionais devem ser incluídas as opções de 'EXCLUSIVO MONOGÁSTRICO' e 'PROCESSADOR DE INSETOS'; e
- c) a combinação das categorias e informações adicionais anteriormente mencionadas.

https://sei.agro.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=42259538&infra_sistema=10000100&infra_unidade_atual=110001298&infra_hash=2e8c... 1/6

ANEXO C – Alíquotas do Simples Nacional Indústria (fabricação em geral)

Faixa	Receita bruta em 12 meses (em R\$)	Alíquota	Valor a deduzir (em R\$)
1º Faixa	Até 180.000,00	4,50%	–
2ª Faixa	De 180.000,01 a 360.000,00	7,80%	5.940,00
3ª Faixa	De 360.000,01 a 720.000,00	10,00%	13.860,00
4ª Faixa	De 720.000,01 a 1.800.000,00	11,20%	22.500,00
5ª Faixa	De 1.800.000,01 a 3.600.000,00	14,70%	85.000,00
6ª Faixa	De 3.600.000,01 a 4.800.000,00	30,00%	720.000,00

Fonte: Receita Federal do Brasil