



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DANILO ALMEIDA BRANDÃO

**ENTOMOCULTURA NA PRODUÇÃO DE BIO-INSUMOS SUSTENTÁVEIS PARA
AGROPECUÁRIA ALAGOANA**

Rio Largo – AL

2025

DANILO ALMEIDA BRANDÃO

**ENTOMOCULTURA NA PRODUÇÃO DE BIO-INSUMOS SUSTENTÁVEIS PARA
AGROPECUÁRIA ALAGOANA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Bacharelado em Zootecnia.

Orientador: Dr. Kedes Paulo Pereira

Co-Orientador: Dr. Yamina Coentro Montaldo

Rio Largo – AL

2025

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

B817e Brandão, Danilo Almeida.

Entomocultura na produção de bio-insumos sustentáveis para agropecuária alagoana. / Danilo Almeida Brandão. – 2025.

44 f.: il.

Orientador (a): Kedes Paulo Pereira.

Coorientador (a): Yamina Coentro Montaldo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Graduação em Zootecnia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. Morfologia floral. 2. pós-colheita. 3. variabilidade genética. 4. qualidade de frutos.
I. Título.

CDU: 631.8 (813.5)

FOLHA DE APROVAÇÃO

DANILO ALMEIDA BRANDÃO

Título do trabalho: Entomocultura na produção de bio-insumos sustentáveis para agropecuária alagoana


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, como requisito de avaliação para obtenção do título de Zootecnista, formado pela Universidade Federal de Alagoas - UFAL

Orientador: Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira


Co-Orientador: Yamina Coentro Montaldo.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 07/11/2025


Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **KEDES PAULO PEREIRA**
Data: 10/11/2025 14:12:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira - CECA-UFAL - AL

Documento assinado digitalmente
 **JUCELANE SALVINO DE LIMA**
Data: 10/11/2025 14:54:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Jucelane Salvino de Lima - UFOPA - PA

Documento assinado digitalmente
 **FABIO LUIZ FREGADOLLI**
Data: 10/11/2025 19:07:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fábio Luiz Fregadolli - CECA - UFAL - AL

AGRADECIMENTOS

A minha família que sempre esteve a postos para me apoiar e me incentivar a seguir minhas escolhas. Meus antepassados, bisavôs, avós, pais, incondicionalmente por terem me permitido a vida. Ao meu irmão por toda amizade, parceria, cumplicidade e trocas que nos permitiu ser unidos com laços fortes de amor eterno. professores da UFRB, Fabiano Gomes, Antônio Carlos Senna, Prof. Juliano Pereira Campos, pelo acolhimento, orientações, vivências, amizade e aprendizados;

À minha instituição de ensino CECA/UFAL, bem como as pessoas que nela se incluem e que passaram pelo meu trajeto, me ofertando ferramentas e capacidades para me tornar Zootecnista competente e dedicado a desenvolver a profissão com amor e sustentabilidade;

À coordenadora, Dr^a.Sandra Lana por ter sido o agente de indução e primeira incentivadora e apresentadora da temática como curiosidade numa aula durante a pandemia.

A equipe do LECOM e a Dr. Adriana Duarte pelo apoio e por me ceder espaço para o desenvolvimento da pesquisa, processamento e análise dos insetos. Aos meu orientador, Dr. Kedes Paulo Pereira por todo acompanhamento e orientação no laboratório ao longo das etapas das análises bromatológicas e perspectivas futuras, frente os próximos passos.

À minha Co-orientadora Dr^a Yamina Coentro Montaldo por todo apoio para a concretização e estruturação da criação e desenvolvimento inicial da criação em cooperação do Dr. Cícero Albuquerque no incentivo na oferta de substratos alimentar para formulação de dietas para os insetos.

Agradeço a turma do LabNutri em especial Nayara Rian, pelo apoio, suporte e orientações e aprendizado nas atividades e vivências no laboratório, gratidão. Aos mais chegados da graduação, Ronny, Roger Aureliano, Tiago Jansen, Elysson Tauan, Charles Pereira, Sanderzola, Richard Poian e ao trio parada dura, Jotinha, Guilherme Netter e Raniery, pelos momentos de papo cabeça, confraternizações, reuniões fora de hora e compartilhamento de experiências. Graças a você vivi durante esse lapso temporal a curiosa e louca experiência de viver a universidade no CECA, no AC Simões e na Residência Universitária Alagoana.

Foi maravilhosa a experiência. Gratidão aos envolvidos!

RESUMO

A entomocultura surge como alternativa sustentável para enfrentar desafios globais de segurança alimentar e degradação ambiental, firmando-se como nova cultura zootécnica com potencial transformador para a agropecuária. Este trabalho objetivou avaliar a viabilidade técnica da produção de bio-insumos a partir da criação de insetos, especificamente o besouro *Tenebrio molitor*, identificando seu potencial zootécnico e agrônômico. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Ecologia e Comportamento de Artrópodes (LECOM) e Laboratório de Nutrição Animal (LABNUTRI) da UFAL, em Rio Largo-AL, empregando metodologia exploratória descritiva com análises bromatológicas e físico-químicas. Foram estabelecidos três tratamentos dietéticos: T1 (100% farelo de trigo), T2 (75% farelo de trigo + 20% moringa) e T3 (80% farelo de trigo + 25% café). Os resultados demonstraram diferenças significativas entre tratamentos para nitrogênio em matéria seca ($p=0,0464$), extrato etéreo ($p=0,0388$), fibra em detergente neutro ($p=0,0009$) e fibra em detergente ácido ($p=0,0262$). O T2 apresentou maior concentração proteica apresentando (57,8% PB), enquanto T1 mostrou melhor digestibilidade. A análise físico-química do frass revelou alta concentração de matéria orgânica (81,30%), nitrogênio (3,28%), fósforo (1,42%) e potássio (0,72%), caracterizando-o como biofertilizante promissor. A condutividade elétrica aumentou proporcionalmente com a concentração do biocomposto (3,90 a 15,14 μS). Conclui-se que a entomocultura representa tecnologia verde viável para produção sustentável de proteína animal alternativa e biofertilizantes orgânicos, alinhando-se aos princípios da economia circular ao converter resíduos orgânicos em bio-insumos de alto valor nutricional, contribuindo para redução de custos produtivos e impactos socioambientais na agropecuária alagoana.

Palavras-chave: Economia Circular; Nutrição alternativa; Impacto Socioambiental; Tecnologia Verde

ABSTRACT

Entomculture emerges as a sustainable alternative to address global challenges of food security and environmental degradation, establishing itself as a new zootechnical culture with transformative potential for agriculture. This study aimed to evaluate the technical viability of bio-input production from insect farming, specifically the beetle *Tenebrio molitor*, identifying its zootechnical and agronomic potential. The research was conducted at the Laboratory of Ecology and Arthropod Behavior (LECOM) and the Laboratory of Animal Nutrition (LABNUTRI) at UFAL in Rio Largo-AL, employing a descriptive exploratory methodology with bromatological and physicochemical analyses. Three dietary treatments were established: T1 (100% wheat bran), T2 (75% wheat bran + 20% moringa) and T3 (80% wheat bran + 25% coffee). Results demonstrated significant differences among treatments for nitrogen in dry matter

($p=0.0464$), ether extract ($p=0.0388$), neutral detergent fiber ($p=0.0009$), and acid detergent fiber ($p=0.0262$). T2 showed the highest protein concentration (150.47% DM), while T1 displayed better digestibility. Physicochemical analysis of frass revealed high concentrations of organic matter (81.30%), nitrogen (3.28%), phosphorus (1.42%), and potassium (0.72%), characterizing it as a promising biofertilizer. Electrical conductivity increased proportionally with biocompost concentration (3.90 to 15.14 μS). It is concluded that entomculture represents a viable green technology for sustainable production of alternative animal protein and organic biofertilizers, aligning with circular economy principles by converting organic waste into high-value bio-inputs, contributing to reduced production costs and socioenvironmental impacts in Alagoas' agriculture.

Keywords: Circular Economy; Alternative Nutrition; Socioenvironmental Impact; Green Technology;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Indicadores de sustentabilidade entre os sistemas de produção animal.....	16
Figura 2 Ciclo de vida da Mosca Soldado Negro.....	20
Figura 3 Ciclo de vida do Tenébrio Molitor.....	22
Figura 4 <i>Teste de Condutividade Elétrica do Biocomposto.....</i>	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Análise dos parâmetros bromatológicos corrigidos pelo Fator de correção “5,6”	38
------------------	--	-----------

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Lista de insetos comestíveis por ordem.....	20
Tabela 2	- Insetos aprovados como ingredientes para uso na alimentação animal.....	25
Tabela 3	- Composição gravimétrica por regiões e Consócios de Alagoas.....	28
Tabela 4	- Metodologia Internacional para análise da composição bromatológica da biomassa do Tenébrio Molitor.....	34
Tabela 5	- Resumo dos tratamentos (Valores médios + desvio padrão).	35
Tabela 6	- Dados da Análise de Variância.....	36
Tabela 7	Resultados do Coeficiente de variação.....	38
Tabela 8	- Parâmetros Nutricionais Derivados.....	39
Tabela 9	Classificação comparativa entre os tratamentos.....	39
Tabela 10	Interpretação da Relação nutricional entre tratamentos.....	39
Tabela 11	<i>Análise Físico-química das excretas do besouro Tenébrio.....</i>	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS
(utilizada apenas na existência de SIGLAS)

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
BSF	Black Soldier Fly (Mosca Soldado Negro)
CECA	Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
CIGRES	Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos
CV	Coefficiente de Variação
EE	Extrato Etéreo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura)
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LABNUTRI	Laboratório de Nutrição Animal
LECOM	Laboratório de Ecologia e Comportamento de Artrópodes
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MN	Matéria Natural
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
OMS	Organização Mundial da Saúde
PB	Proteína Bruta
PERS-AL	Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Alagoas
PIB	Produto Interno Bruto
PIGRS	Plano Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEMARH	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
TM	Tenebrio Molitor
UFAL	Universidade Federal de Alagoas

SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO	14
2.0	OBJETIVO GERAL.....	18
3.0	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1	Entomocultura e Sustentabilidade na Produção de Proteínas.....	18
3.2	Espécies com potencial zootécnico e agrônômico.....	19
3.3	Principais ordens e espécies de insetos para produção zootécnica.....	20
3.3.1	A Mosca Soldado Negro (<i>Hermetia Illucens</i> ou BSF).....	19
3.3.2	O Tenébrio Molitor - (TM).....	21
3.3.3	Criação de besouros Coleópteras.....	22
3.3.3.1	Fase de reprodução das matrizes.....	22
3.3.3.2	Fase berçário / coletas de ovos.....	23
3.3.3.3	Fase de engorda.....	23
3.3.3.4	Fase de recria / metamorfose.....	24
3.4	Bioinsumos - (Lei 15.070/2024).....	26
3.5	Plano Estadual de Resíduos Sólidos - PERS em Alagoas.....	27
3.6	Cenário atual da agropecuária em Alagoas e os desafios relacionados com insumos e a sustentabilidade.....	27
3.7	Análise SWOT: Entomocultura em Alagoas.....	29
3.7.1	FORÇAS (Fatores Internos Positivos).....	29
3.7.2	FRAQUEZAS (Fatores Internos Negativos).....	29
3.7.3	OPORTUNIDADES (Fatores Externos Positivos).....	30
3.7.4	AMEAÇAS (Fatores Externos Negativos).....	30
4.0	METODOLOGIA.....	31
4.1	Experimento com Besouros.....	32
4.2	Análises Bromatológicas biomassa de insetos.....	33
4.3	Análise de Físico-química e Condutividade elétrica nos resíduos de inseto.....	34
5.0	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1	Análise de Variância - Anova.....	35
5.2	Comparações pareadas - Parâmetro significativo.....	36

5.3	Coeficiente de Variação /Parâmetros Nutricionais Derivados.....	37
5.4	Análise técnica da bromatologia por parâmetros.....	38
5.5	Classificação Nutricional dos tratamentos.....	38
5.6	Índices e Relações nutricionais.....	39
5.7	Resultados das análises do biofertilizante de Insetos.....	39
5.8	O resultado das análises da Condutividade Elétrica do biocomposto.....	40
6.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
7.0	REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A Entomocultura ou a produção de insetos em cativeiro, tem se firmado como uma nova cultura zootécnica (Silva et al., 2020) e surge como uma alternativa promissora (Anzani et al.,2020) e sustentável para enfrentar os desafios globais de sustentabilidade alimentar e ambiental (Veldkamp et al.,2012; van Huis et al.,2013; Makkar, Tran, Huezé, e Ankers, 2014).

Os insetos são considerados um recurso alimentar natural renovável e são eficientes bio-conversores que transformam a matéria orgânica de baixo valor em matéria prima de elevado valor biológico, oferecendo oportunidade única para enfrentar problemas associados à poluição do meio ambiente (Govorushko, 2019).

A biotecnologia cada vez mais vem transformando a agricultura, possibilitando o desenvolvimento de plantas, hortaliças, leguminosas, frutíferas e forragem com atributos aprimorados para produzir alimento de qualidade de maneira mais sustentável. Essa inovação não apenas fortalece o agronegócio brasileiro, mas também é essencial para a segurança alimentar e as alterações climáticas no mundo. Para tanto, torna-se necessário oferecer alternativas tecnológicas inovadoras também para os pequenos agricultores, de modo a impulsionar no dia-a-dia o desenvolvimento rural desse setor agrícola (Bittencourt, 2020), em direção a sistemas agroalimentares mais resilientes ao meio ambiente (Food and Agriculture Organization of the United Nations [Fao], 2024).

Uma alternativa é usar o manejo sustentável do solo com fertilização orgânica proveniente de materiais naturais, sejam de origem vegetal ou animal. (Botelho et al., 2020; Sabry, 2015,). Esse tipo de fertilização de solo, quando aplicado nas quantidades corretas, se torna tão eficiente a ponto de promover o desenvolvimento otimizado das plantas, em virtude do fornecimento dos macro e micronutrientes que as mesma necessitam, além de ser uma alternativa segura que ajuda a reduzir o impacto negativo da agricultura no ambiente (Baldi et al., 2016; Sabry, 2015). Neste sentido, entende-se que os benefícios dos fertilizantes orgânicos podem desempenhar um papel crucial na agricultura, representando “uma abordagem sustentável e benéfica para a produção de culturas” (Rodrigues & Teixeira, 2024).

Estudos científicos têm indicado que a incorporação de matéria orgânica sob a forma de fertilizantes orgânicos, como o estrume, tem papel fundamental na sustentabilidade dos sistemas de produção, sendo essencial para a saúde das

plantas, a produtividade agrícola e a sustentabilidade ambiental, trazendo benefícios significativos para o solo e as plantas (Nogaroli et al., 2023; Sabry, 2015; Sediya et al., 2016), como também aumenta diretamente a concentração de carbono orgânico do solo (Baldi et al., 2016; Bizhe Li et al., 2021).

Conforme apontado por Zonta et al. 2021, os agricultores geralmente estão mais preocupados com a manutenção e reposição dos nutrientes do solo e, portanto, apesar de alguns efeitos negativos dos fertilizantes sintéticos, quando utilizados de forma indiscriminada, permanecem sendo empregados na agricultura dado à sua capacidade de fornecer quantidades precisas e consistentes de nutrientes ao solo, bem como à facilidade de aplicação e à resposta rápida (Ynsect, 2023). Temos um bom exemplo, de quando é apresentado os efeitos nocivos dos fertilizantes sintéticos ao ser usado de forma incorreta, como resposta o solo apresenta características como: a compactação do solo; inibição, morte ou alteração da atividade microbiana benéfica para o solo e contaminação de plantas e, por sua vez, contaminação de ambientes aquáticos em geral, como rios, lagos e águas subterrâneas Sabry, 2015; Zonta et al., 2021.

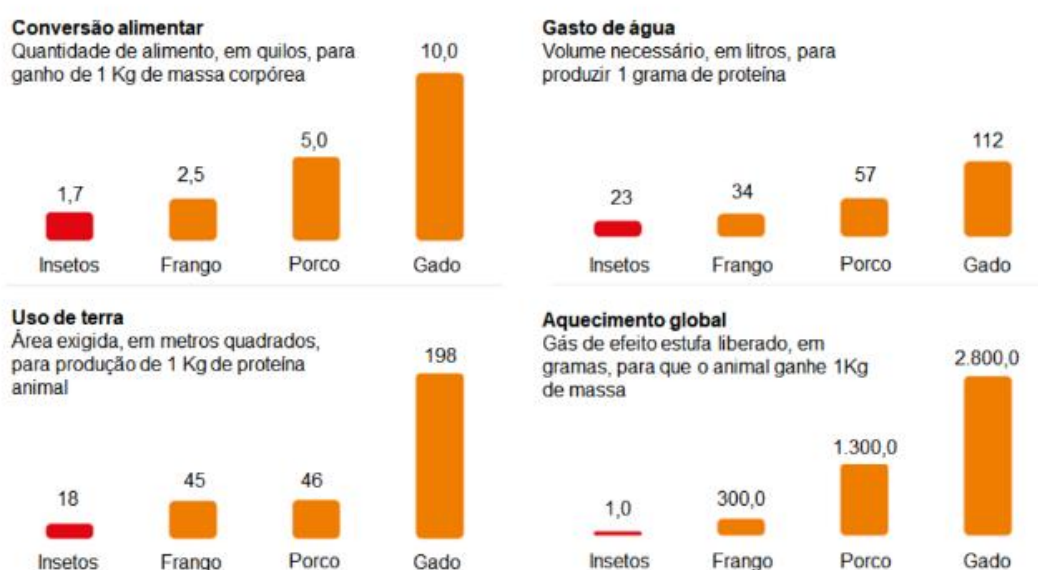
Todavia, contrasta com os fertilizantes orgânicos existentes, que apresentam-se inicialmente em grandes volumes, exalando odores desagradáveis e levam bastante tempo para se decompor antes da disponibilização dos minerais, outro fator parte da dificuldade em determinar as quantidades exatas de nutrientes em adubação orgânica devido o seu alto grau de complexidade de compostos orgânicos, o que representam contrapontos de sua adesão pelos agricultores (Brito, 2006; Rodella & Alcarde, 1994; Zonta et al., 2021). Assim, para que os agricultores sejam persuadidos a aumentar a sua utilização de fertilizantes orgânicos, é importante encontrar opções que sejam equivalentemente eficazes e convenientes como os fertilizantes inorgânicos (Ynsect, 2023).

Com os avanços em pesquisas em todo o mundo, a FAO apresenta estudos que concerne a busca por alternativas sustentáveis, que garantam a sustentabilidade dos meios de produção e a proteção do meio ambiente, apresenta como uma das alternativas em prol da economia circular, temos a entomocultura, inovadora cadeia produtiva, disruptiva e voltada a criação de insetos “com grandes possibilidades de atender as exigências nutricionais dos animais de produção” (Van Huis et al., 2013; Vilella, 2021), como também de solo e plantas, ao sugerir-se como um novo candidato promissor para a agricultura, a partir da separação e uso do

excrementos dos insetos, conhecido entre os entusiastas, como *frass*, um subproduto resultante da cadeia produtiva do inseto, cujo se propõem como um potencial adubo orgânico alternativo (Ynsect, 2023).

A entomocultura é uma solução *eco-friendly* com potencial tecnológico para a economia circular frente à crise socioambiental global, apresentando-se como uma alternativa sustentável para o gerenciamento eficiente de resíduos sólidos urbanos, ajudando a diminuir a pressão em aterros sanitários que causam impactos negativos no meio ambiente (Dortmans et al., 2021; Yin et al., 2014; Surendra et al., 2015).

Figura 1 - Indicadores de sustentabilidade entre os sistemas de produção animal.



Fonte: Adaptado Van Huis, 2019

Essa biotecnologia inovadora baseada na biocompostagem de insetos, possui um processo de compostagem da matéria orgânica que acelera “o processo de decomposição, resultando num excelente adubo rico em matéria orgânica no estado seco apresentando granulometria fina, macronutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes”, como bioinsumo principal, a larva dos insetos se apresenta como fonte de alimento alternativo muito rica para suplementação na nutrição animal. (Vilella, 2021). Para (SILVA,A.L.C.;B.C.GOES;PUTTI,F.F.,2020) a farinha de inseto, o frass (excremento + exúvias de insetos) como fertilizantes e os peptídeos antimicrobianos presentes nos insetos constituem exemplos de bio-insumos com potencial transformador para a zootecnia).

Perante o exposto, é intrigante se pensar numa indústria pioneira e inovadora, tecnologia de impacto socioambiental, desenvolvendo unidades de processamento de resíduos orgânicos ou sistemas modulares de criação de insetos e produzir proteína animal de insetos integrada em sistemas tradicionais como: aquicultura, avicultura, criatório de silvestres, entre outros, para produção de bioinsumos de alto valor nutricional, numa atividade profissional verde para uma agropecuária sustentável e regenerativa?

As pesquisas sobre as especificidades do *frass* de insetos em comparação com outros fertilizantes, até o momento vem se mostrando altamente promissoras (Ynsect, 2023). Isso, se deve à composição dos excrementos, que contém concentrações significativas de N, P e K, o equivalente aos níveis encontrados em outros esterco que são considerados fortes opções de adubos, como o esterco de aves, tornando-o um valioso fertilizante orgânico para a agricultura (Houben et al., 2020).

Vale ressaltar outro ponto importante, retratado por estudo recente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2024), a respeito do poder do *frass* para o controle de doenças na agricultura, onde os resultados mostraram que o resíduo das larvas de insetos são capazes de suprimirem importantes doenças de plantas, como o fungo *Fusarium oxysporum* (redução de até 84%) e o nematoide *Meloidogyne incognita* (redução de até 97%), dois patógenos bastantes problemáticos para a agricultura.

Com posse dessas informações, a criação sustentável de insetos, visa: Estabelecer novos meios sustentáveis na produção agropecuária; Oferecer Tecnologia verde para agricultura sustentável; Aumentar a produção nacional de biofertilizantes orgânicos para manejo sustentável do solo - (recuperação, correção e adubação); Aumentar a produtividade das produções locais; Reduzir os custos com Insumos para nutrição; Reduzir emissões de resíduos para os aterros sanitários, atendendo alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

2 - OBJETIVO GERAL

- Identificar espécies de insetos com potencial zootécnico e agrônômico para bioinsumos.
- Apresentar perfil bromatológica das larvas do besouro tenébrio e análise físico-química do biofertilizante de inseto .
- Avaliar a viabilidade técnica da produção de bio-insumos a partir da criação do Tenébrio molitor, frente a Lei de Bio-insumos.

3 - REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Entomocultura e Sustentabilidade na Produção de Proteínas

O crescimento da população mundial está estimado em 9,7 bilhões de pessoas até o ano de 2050 (UNITED NATIONS, 2019) vem gerando preocupação em vários setores, principalmente, quanto à demanda por alimentos (FUKASE; MARTINS, 2020) exigindo um reforço na produção dos alimentos necessários para alimentar a produção animal, exigindo um cuidado diferenciado desses substratos para que gerem produtividade sem agredir o bem estar desses animais (Glória et al., 2024).

A produção de alimentos de origem animal torna-se cada vez mais cara em termos econômicos e ambientais (SÁNCHEZ-MUROS; BARROSO; DE HARO, 2016). A FAO em 2004, considerou a alimentação animal um dos aspectos mais caros de toda a cadeia que envolve a produção animal. Desta forma, os insetos surgem como uma das possibilidades mais viáveis face à sua elevada qualidade nutricional, sendo o Tenebrio Molitor(TM) um dos insetos mais consumidos no mundo e um dos mais promissores para utilização industrial e produção em larga escala (CANADAS, 2022).

Um dos papéis da nutrição animal é a transformação de fontes alimentares de menor valor nutricional em alimentos de melhor valor biológico para o consumo humano e animal. Para isso, é crucial o desenvolvimento dos conhecimentos envolvendo os alimentos e o organismo animal (Souza et al., 2019).

Segundo VAN HUIS, 2019 durante os últimos cinco anos, o conhecimento científico sobre insetos como alimento e ração tem crescido exponencialmente. Ao mesmo tempo, o setor industrial está cada vez mais engajado na criação, processamento e comercialização de insetos comestíveis. Uma atenção considerável é dada à mosca

- soldado negra, pela sua aptidão de converter fluxos de resíduos orgânicos e transformá-los em vários alimentos e produtos industriais, se alinhando Às políticas de economia circular.

3.2 - Espécies com potencial zootécnico e agrônômico

A entomocultura zootécnica refere-se ao cultivo e criação de insetos com fins nutricionais para animais de produção, constituindo uma solução promissora para enfrentar a crescente pressão sobre recursos naturais e a necessidade de reduzir a pegada de carbono na produção de alimentos. A crescente demanda mundial por proteína animal e a busca por recursos alimentares sustentáveis que substituam parcial ou integralmente os ingredientes convencionais impulsionam a pesquisa e o desenvolvimento nesta área (SILVA, et.al, 2020).

O uso de insetos, na alimentação animal, surge como uma fonte alternativa às já existentes. Sua inclusão na dieta, justifica-se pelo fato de que esses artrópodes possuem excelente valor nutritivo, sendo uma fonte rica de proteínas, lipídios, minerais, vitaminas e fibras(LUCAS et al.,2020; OLIVEIRA et al.,2017).

O consumo de 100g de lagartas, por exemplo, fornece 76% da quantidade diária necessária de proteínas e quase 100% da quantidade diária necessárias de vitaminas (AGBIDYE; OFUYA; AKINDELE, 2019). A concentração de proteína, nas várias espécies de insetos, é, geralmente, muito elevada (50-70% em base seca) (SOSA; FOGLIANO, 2017).

A principal vantagem dos insetos sobre as outras fontes de proteína é o baixo custo ambiental da produção(VAN HUIS, 2013). Eles podem utilizar resíduos de alimentação e restos da produção agrícola local, sendo uma alternativa ao enfrentamento do desperdício de alimentos e diminuição de resíduos, incentivando a economia circular ou converter resíduos de baixo valor em alimentos de alto valor, óleos e outros ingredientes (Vilella, 2020).

3.3 - Principais ordens e espécies de insetos para produção zootécnica.

A produção comercial de insetos é tipicamente voltada para algumas espécies que são fáceis de criar em grande escala (Ortiz et al., 2016). Algumas das espécies mais estudadas e promissoras para uso na ração animal incluem:

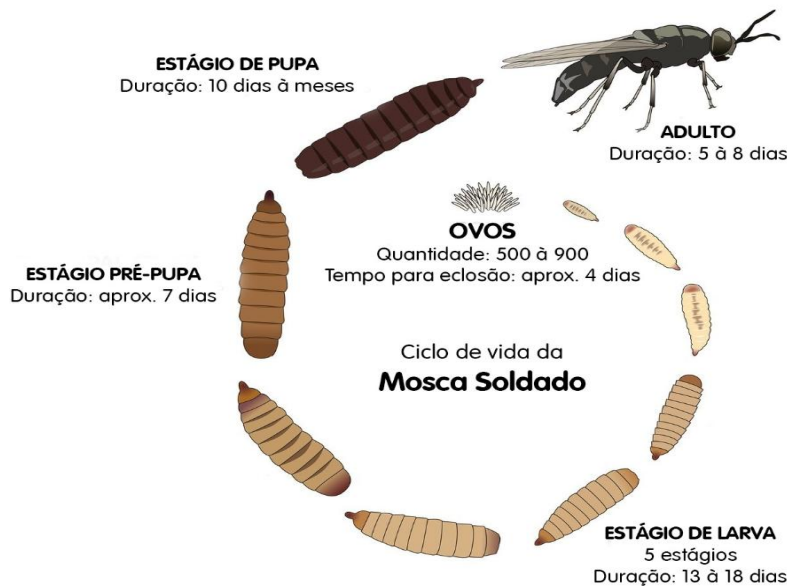
Tabela 1 - Lista de insetos comestíveis por Ordem

Ordem	Exemplo Comum	Características nutricionais destacadas
Orthoptera	Gafanhotos, grilos, esperança	Alto teor de proteína (até 61%)
Coleoptera	Besouro e larvas (Tenébrio)	Fonte de gordura saudável e proteína
Lepidoptera	Larvas de borboletas e mariposas	Consumidas em várias culturas tradicionais
Hymenoptera	Abelhas, vespas e formigas	Ricas em aminoácidos e micronutrientes
Diptera	Moscas (mosca soldado negro)	alta produção ingredientes hipoalergênico e uso na ração animal

Fonte: Autor 2025

3.3.1 - A Mosca Soldado Negro (*Hermetia illucens* ou BSF): É uma espécie muito estudada devido suas excelentes características nutricionais e alta produção de biomassa. As larvas da BSF são notáveis pela sua capacidade de converter fluxos de resíduos orgânicos e são uma excelente fonte de energia e proteína (37% a 65% de proteína), comum perfil de aminoácidos adequado para aves (Barragan - Fonseca et al., 2017; Schiavone et al., 2017). Dabbou et al., (2018). É uma das espécies que melhor se enquadram para a finalidade de alimentação animal de produção devido ao ciclo de vida curto, proficiência, adaptabilidade a sistemas massais, boa conversão alimentar e baixo custo de produção (GASCO; BIANCAROSA; LILAND, 2020).

Figura 2 - Ciclo de vida da Mosca Soldado Negro



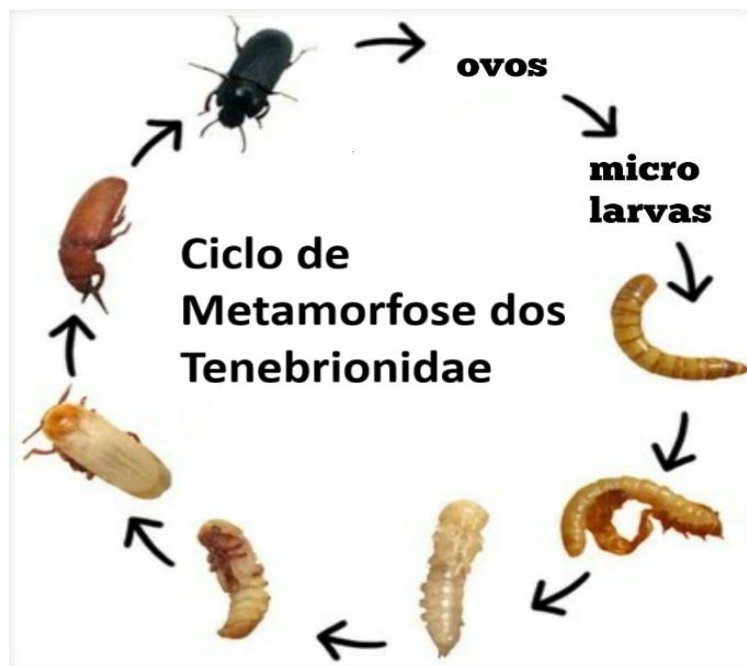
Fonte: Lara Gama - HUMI 2020.

3.3.2 - O Tenébrio Molitor - (TM) é dos insetos o mais consumido no mundo (Orkusz, 2021). Este besouro pertence a família Tenebrionidae, ordem Coleóptera e superordem Endopterygota, que desenvolvem-se preferencialmente em regiões temperadas do hemisfério norte, face às dificuldades que tem em reproduzir-se nos trópicos (BOUSQUET, 1990; CANADAS, 2022). Geralmente apresentam alto teor de proteína, gorduras, vitaminas, fibras e minerais. As fontes de insetos podem ser alternativas, principalmente para a diminuição do uso de farinha/óleo de peixe e soja, ingredientes poucos sustentáveis das rações (SILVA, et al. 2020).

Os fluxos residuais da criação de insetos (excrementos e exúvias), também conhecidos como “Frass” de insetos, contém quitina e outros compostos que podem estimular micróbios benéficos do solo e atividade de biocontrole melhorando a saúde das culturas ao induzir resistência sistêmica (Fonseca et al., 2022).

A temperatura ideal para a criação e reprodução do (TM) está basicamente entre 25°C e 27°C e a umidade entre 30 e 70%, com taxa de produção variando de 200 a 400 ovos por fêmea na fase adulta. Tem hábito noturno e não voam a alturas superiores a 50cm (Marques et al., 2021).

Figura 3 - Ciclo de vida do Tenébrio Molitor



Fonte: adaptado da internet.

De modo geral, os bichos-da-farinha apresentam, crescimento efetivo, taxa de desenvolvimento e alta taxa de sobrevivência quando alimentados com farelo de trigo e cenoura, a 28°C e 80% de umidade, na ausência de luz mas na presença de ar (OLLEN; TADIWANASHE; FARISAI; RUMBIDZA, 2023).

3.3.3-Criação de besouros Coleópteras

Durante os experimentos foi elaborado o Plano Operacional Padrão - Manejo de Reprodução Eficiente, foi seguido o ciclo de reprodução e das coletas de ovos entre 10 à 15 dias. Das coletas de ovos dos besouros até alcançarem a fase de metamorfose em 4 meses, por onde foi obtido uma multiplicação das matrizes em quase 20x mais besouros do que quando começamos o experimento.

No sistema modular de criação foram dispostos recipientes para cada fase do ciclo de vida:

3.3.3.1 - Fase de reprodução das matrizes - Nesta etapa podem ser utilizados recipientes de até 35cm de altura, como opção utilizar caixas organizadoras, para maior segurança contra parasitas, que pode ser coberta com uma tela tipo mosquiteiro para evitar a entrada de outros insetos.

No recipiente foi adicionado 350 g de ração com o quantitativo de até 1000 besouros em cada colônia. Em seguida disponibilizar fonte de umidade descritas a seguir em fatias, com permanência dos besouros por até 15 dias em postura, seguido de remoção dos besouros mortos e dos vivos para próxima caixa de postura de ovos e em seguida reposição de 350 g de ração nova para novas posturas;

3.3.3.2 - Fase berçário / coletas de ovos - Depois de retirar os besouros, os ovos coletados permaneceram no recipiente por 30 dias e após isso oferecemos apenas fonte de umidade em fatias dia sim e dia não com remoção da fonte hídrica após 24h até completar 60 dias. Quando a coleta atingiu o tempo de 30 dias, foram peneiradas numa malha fina com espaçamento menor de 1 mm.

Com este tempo de desenvolvimento e as ofertas de fonte de umidade, fica possível separar os resíduos iniciais dos novos indivíduos. Depois de separados do resíduo, deve-se adicionar pelo menos 350 g de ração para as novas larvas, garantindo alimento para que engordem e cresçam até o tamanho de 3 cm, sempre realizando separação de resíduos dos farelos a cada 10 dias. Os resíduos coletado foram acomodados em sacos de ração em locais secos e arejados, livres de água e umidade;

3.3.3.3 - Fase de engorda - Um ponto de atenção nesta etapa, pois é possível que em 60 dias, a depender do manejo e da nutrição, venha aparecer algumas pupas ou larvas escuras (mortas) nas caixas devido o estresse hídrico, calor, parasitismos ou até canibalismo entre as larvas.

Causas: Um grande quantitativo de larvas e pouco farelo, calor excessivo, falta de fonte de umidade, umidade relativa baixa, excesso de resíduos, ração com defensivos, obtêm-se condições ideais para um grande número de indivíduos aparecer morto na caixa.

Na medida que as larvas crescem é importante observar, a cada 2 dias, o surgimento de teias de mariposas ou a presença de formigas e larvas de moscas nas fontes de umidade, bem como aparecer larvas mortas no recipiente. Nesta fase, ofertar fonte de umidade a cada 2 dias, seguindo o intervalo de 24h com fonte de umidade e 48h sem fonte de umidade.

Antes do processamento as larvas geralmente precisam ser classificadas, sendo separadas por tamanho iguais, com a utilização de peneiras, tendo espaçamentos entre 1,0 mm à 5 mm. O ideal é que seja usada até 4 peneiras com tamanhos diferentes de espaçamento para uma melhor classificação.

Ao final do processo de engorda, quando as larvas chegaram a um tamanho de 2,0cm à 3,5cm, foi realizada a separação das larvas e dos resíduos por peneiramento. Com a pretensão do aumento pode-se adotar como estratégia, separar um percentual das caixa de engorda para aumentar o plantel separando para a metamorfose. Nesta fase, ofertar fonte de umidade a cada 2 dias, seguindo o intervalo de 24h com fonte de umidade e 48h sem fonte de umidade;

3.3.3.4 - Fase de recria / metamorfose.

Nestes recipientes as pupas devem ser acomodadas em papel toalha ou caixas de ovos, adicionar um pouco de farelo de trigo e de preferencia colocar uma tela de mosquiteiro para evitar a entrada de parasitos (formigas, moscas, aranhas, lagartixas).

Durante os estudos foi verificado que o tempo da metamorfose da fase de pupa x besouro sofre influência direta da temperatura do ambiente, acelerando o processo de metamorfose em temperaturas mais altas e prolongando a metamorfose na temperaturas mais baixas. Ocorrendo mortes por desidratação e parasitismos em ambos casos e canibalismo em temperaturas altas.

Gradualmente, com o aumento da produção, o criador passa a ter a necessidade de investir em mais recipientes e os custos com substrato vão aumentando gradativamente. Um dos pontos de grande atenção da produção de insetos é que o contato com partículas finas de ração e fluxos residuais pós processados, causam entupimento das vias aéreas, coceira nos olhos, espirros, coceira na garganta pela presença de ácaros.

Sendo assim, cabe alertar do uso de equipamento de proteção individual apropriadas para esta etapa da atividade, de preferência optar por máscaras com filtros para névoas e partículas muito finas.

Dado as observações em laboratório, se mostrou ideal realizar um manejo de

separação das pupas que se transformam dentro das caixas e remove-las para que evitem ser canibalizadas pelas larvas no recipiente. As pupas separadas podem ficar em um recipiente com um pouco de ração ou com o fundo do recipiente coberto com uma folha de guardanapo ou papel toalha. Em até 10 dias, a depender da temperatura, as pupas viram besouros.

Concluindo o ciclo produtivo em 5 setores: reprodução, berçário, recria, engorda e processamento. Vale ressaltar que como toda produção animal, mesmo sendo insetos, é importante dar devida atenção no manejo dos insetos quanto a oferta de fonte de umidade em relação ao tempo de permanência desta fonte no recipiente, bem como, da decomposição dessa matéria orgânica na caixa e presença de formigas, moscas ou outros insetos presentes no recipiente junto com as larvas, para que seja evitado perdas de exemplares por parasitismo, ou seja, cuidados com higiene, medidas preventivas de sanitização dos recipientes e limpeza da área de criação.

No manejo da criação, antes da metamorfose, a separação das larvas é realizada para fins de abate e processamento do substrato alimentar alternativo para animais. As larvas são separadas e abatidas por congelamento ou em água fervente por 30s e em seguida levadas para estufa ou microondas para desidratar, seguindo o procedimento de branqueamento antes da pré secagem, em temperatura entre 55°C - 60°C.

Tabela 2 - Insetos aprovados como ingredientes para uso na alimentação animal

Identificação da matéria-prima	Descrição	Identificação do ingrediente
Barata cinérea (<i>Nauphoeta cinerea</i>)	Barata cinérea comercializada na fase adulta desidratada, podendo ou não ser moído.	Adulta desidratada
Grilo-preto (<i>Gryllus assimilis</i>)	Grilo-preto comercializado na fase adulta desidratada, podendo ou não ser moído.	Adulto desidratado
Mosca-soldado-negro (<i>Hermetia illucens</i>)	Mosca-soldado-negro obtida na fase larval e posteriormente desidratada e moída.	Farinha das larvas desidratadas
Tenébrio comum (<i>Tenebrio molitor</i>)	Tenébrio comum comercializado na fase larval desidratada, podendo ou não ser moído.	Larvas desidratadas
Tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>)	Tenébrio gigante comercializado na fase larval desidratada, podendo ou não ser moído.	Larvas desidratadas
Crisálidas	Crisálidas após processamento	Farinha de crisálidas

Fonte: Adaptado de Instrução Normativa 110/2020 (MAPA).

3.4 - Bioinsumos (Lei 15.070/2024)

Os **bioinsumos** são definidos no Art 2º, II: Produto, processo biotecnológico, ou estruturalmente similar e funcionalmente idêntico ao de origem natural, destinado ao uso na produção, na proteção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários ou no sistema de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfira no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos, do solo e de substâncias derivadas e que interaja com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos.

Para (VIDAL e DIAS, 2023) os bioinsumos, para além dos produtos que podem ser adquiridos comercialmente ou em casa de produto agropecuário, devem ser sempre que possível, produzidos pelos próprios usuários a partir de recursos disponíveis localmente, garantindo sua autonomia.

“Produto biológico” ou “Bioproduto”, são termos que contemplam o uso de larvas de insetos como suplemento e rações na o produção animal, bem como o uso de biofertilizantes no manejo do solo para produção vegetal (VIDAL et al., 2020).

A utilização de bioinsumos propõe uma transição para práticas agrícolas que se alinham com os princípios da agroecologia, estimulando a biodiversidade e promovendo equilíbrio entre a inovação e a sustentabilidade.(EMBRAPA 2018).

É importante notar que, embora o foco inicial dos avanços técnicos e legislativos do Brasil tenha sido o setor agrícola (manejo de insetos, doenças, nutrição de plantas e fertilidade do solo), o conceito de bioinsumos não oculta o seu grande potencial de aplicação na produção animal e no processamento de produtos de origem animal e vegetal (VIDAL et al.,2020).

3.5 Plano Estadual de Resíduos Sólidos - PERS em Alagoas

O estado de Alagoas implementou sua Política Estadual de Resíduos Sólidos através da Lei Estadual nº 7.749/2015, buscando atender Às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) atendendo a Lei 12.305/2010. A estratégia adotada pelo governo estadual baseou-se na criação de sete Consórcios intermunicipais para destinação regionalizada dos resíduos sólidos, embora apenas

três estejam em operação efetiva até o momento Gatto, D.B., & Lustosa, M.C.J.(2020), onde consta as informações de composição gravimétrica das regiões.

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é uma ferramenta essencial para o planejamento da gestão integrada de resíduos, permitindo identificar frações prioritárias para tratamento (como orgânico para compostagem ou biodigestão) e materiais recicláveis. SANTOS, J. A., SANTOS, D. L. 92020).

A implementação desta política foi coordenada pelo governo do estadual através da Secretaria de Meios Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH.

Os dados disponibilizados e resumidos foram extraídos do Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS-AL), no entanto a pesquisa identificou limitadas iniciativas específicas para o tratamento dos resíduos orgânicos nos municípios alagoanos.

3.6 - Cenário atual da agropecuária em Alagoas e os desafios relacionados com insumos e a sustentabilidade.

Segundo LIMA D.O., ARAUJO C.de A., MELO L.M. 2020 a agropecuária em Alagoas é caracterizada pela forte presença da agricultura familiar, que representa uma parcela significativa da produção, especialmente em regiões semiáridas como o Sertão, onde culturas como feijão, milho e palma forrageira são predominantes, além da pecuária leiteira que gera empregos e renda no estado.

O Canal do Sertão tem impulsionado o setor ao irrigar áreas onde anteriormente improdutivas, atraindo investimentos em agronegócio e melhorando a produtividade em municípios como Arapiraca, com feiras livres fortalecendo a comercialização direta de produtores familiares. Em 2024-2025, dados do IBGE indicam variabilidade interanual na produção, influenciada por condições climáticas com o estado contribuindo para o PIB agropecuário regional, embora com baixa mecanização em muitas propriedades.

Insumos agrícolas em Alagoas enfrentam desafios de custo e acesso, particularmente para produtores no semi-árido, onde falta de assistência técnica limita o uso eficiente de fertilizantes e forrageiras como a palma, resultando em implantações caras sem planejamento adequado.

Outro fator crucial é a dependência de insumos químicos tradicionais gera preocupações ambientais, como contaminação de solo e águas, impulsionando a

necessidade de transição para bioinsumos sustentáveis, alinhados a regulamentações nacionais para reduzir impactos. No contexto das mudanças climáticas a modernização limitada em maquinas e insumos tradicionais aumenta a vulnerabilidade, requerendo inovações em conservação do solo e melhoramento genético Magalhães et.al, (2021).

Tabela 3 - Composição gravimétrica por regiões e Consórcios de Alagoas

Região / Consórcio	Municípios Exemplo	% Fração Orgânica	% Recicláveis (Plástico/Papel/metais)	% Rejeitos / outros	Geração Per Capita (Toneladas)	Projeção de Geração (Toneladas)
Sertão/ Baía Leiteira (CIGRES - Operacional)	Piranhas Inhapi Delmiro Gouveia Teotônio Vilela (16 municípios no total)	57 - 65% (Predominante)	20-25% (Plástico ~10 - 15%; Metais < 5%)	10-18%	00,1-0,57 (Média 0,4; Alta variabilidade e rural)	4.123.267 (2015 - 2050; Total Regional)
Capital / Região Metropolitana (Consórcio em Planejamento)	Maceió (capital; estratos variados)	67,45% (Média; maior em áreas baixa renda C2)	20,32% (plástico/papel predominantes)	12,23%	0,59 (max.0,87 em áreas de alta renda)	Não especificado (foco em aterro sanitário)
Agreste (Consórcio em Operação parcial)	Arapiraca, São Sebastião (áreas rurais/urbanas mistas)	52,7% (Média; >50% em domicílios)	18-22% (plástico ~12%; metais~3%)	20-25%	0,4-0,57 (Média regional)	Não especificado (ênfase em eliminação de lixões)
Semiárido Geral (Múltiplos Consórcios Planejados)	Pilar, Atalaia, Coruripe (8 municípios estudados)	60-68% (alta fração orgânica devido a hábitos rurais)	15-20% (plástico dominante; metais <5%)	12-20%	0,3 - 0,5 (Baía em pequenos municípios)	Alta variância (PCA: 69,2% associado a PIB baixo)
Baixo São Francisco Consórcio em planejamento)	Santan do Ipanema (área sertaneja)	~57% (estimado; orgânico predominante)	~20% (recicláveis baixos devido a baixa infraestrutura)	~23%	0,35-0,5 (rural, com variação sazonal)	Não especificado (foco em gestão regionalizada)

Fonte: Adaptado do PIGRS - SEMARH, 2016.

3.7 Análise SWOT: Entomocultura em Alagoas

Numa avaliação entre os pontos convergência e divergência apresentados pela tecnologia, as demandas socioambientais do Estado de Alagoas, os dados de composição gravimétrica e metas para o PERS-AL. Foi estruturado uma Matriz SWOT apresentando as Forças, com os fatores internos positivos. A fraqueza, com fatores internos negativos. As oportunidades com os Fatores externos positivos e as Ameaças, com os fatores externos negativos.(MATOS, MATOS, ALMEIDA, 2017, p.151).

3.7.1 - FORÇAS (Fatores Internos Positivos)

Recursos Naturais e Climáticos Favoráveis:

Clima tropical estável (25-30°C) ideal para criação de espécies como *Hermetia illucens* e *Tenebrio molitor*.

Abundância de resíduos agrícolas (bagaço de cana, cascas de coco) como substrato de baixo custo para ração animal.

Alinhamento com Políticas Públicas:

Sinergia com o Programa Nacional de Bioinsumos (Decreto nº 10.375/2020) e potencial de inclusão no Plano Estadual de Convivência com o Semiárido.

Oportunidades de financiamento via FAPEAL e editais de inovação sustentável.

Potencial de Integração Circular:

Biofábricas comunitárias podem aproveitar resíduos de usinas canavieiras e agroindústrias locais, reduzindo custos e promovendo economia circular.

Capacidade de Inovação Social:

Experiências prévias em tecnologias sociais (ex.: Centro Xingó em Piranhas) facilitam a adoção de modelos participativos .

3.7.2 - FRAQUEZAS (Fatores Internos Negativos)

Limitações Tecnológicas e Infraestruturais:

Falta de automação em sistemas de criação artesanais, baixa padronização biométrica e risco de contaminações.

Escassez de mão de obra especializada em genética e manejo de insetos.

Dependência de Conhecimento Tradicional:

Resistência cultural a invertebrados como fonte de alimentação animal ou humana, requerendo campanhas educativas.

Fragilidade na Cadeia Logística:

Dificuldades de escoamento para mercados externos devido à insuficiência de rodovias e armazenamento refrigerado.

3.7.3 - OPORTUNIDADES (Fatores Externos Positivos)

Demanda Global por Proteínas Sustentáveis:

Mercado de insetos comestíveis em crescimento (CAGR de 25,5% até 2030 na Ásia-Pacífico), com potencial para exportação de farinhas proteicas .

Expansão de nichos como pet food premium e suplementos para aquicultura .

Agroecologia como Diretriz Estratégica:

Transição agroecológica no Brasil favorece bioinsumos locais, com demanda por fertilizantes de quitina e controle biológico de pragas.

Parcerias Institucionais:

Colaboração com EMBRAPA, SENAR e universidades (ex.: UFAL) para P&D em linhagens hiperproteicas e sistemas semi-intensivos .

Projetos de crédito de carbono via mercados voluntários (ex.: neutralização de 8t CO₂-eq/ano por biofábrica).

Turismo Científico e Educação Ambiental:

Biofábricas como polos de visitantes (ex.: roteiros no Canal do Sertão) para geração de renda complementar.

3.7.4 - AMEAÇAS (Fatores Externos Negativos)

Concorrência com Insumos Convencionais:

Subsídios a fertilizantes químicos e rações importadas, que distorcem custos e prejudicam a competitividade inicial.

Riscos Sanitários e Regulatórios:

Falta de marco regulatório específico da ANVISA para insectos na alimentação animal, gerando insegurança jurídica .

Surto de patógenos (ex.: fungos entomopatogênicos) pode inviabilizar produções em escala.

Variações Climáticas Extremas:

Secas prolongadas no Sertão afetam disponibilidade de substratos úmidos para criação larval.

Resistência Cultural e Religiosa:

Estigmas associados a "nojo" de insectos, especialmente em comunidades tradicionais.

4 - METODOLOGIA

Com o presente estudo objetivou - se o desenvolvimento da criação do besouro Tenébrio, bem como plano de manejo para criações em pequena escala, visando a produção de suplemento proteico alternativo para alimentação de animais de produção. A partir de pesquisa exploratória descritiva e qualitativa, extraídas de observação direta, análise documental e experimentação prática com a criação. As atividades foram realizados em Rio Largo, durante o estágio curricular no Laboratório de Ecologia e Comportamento de Artrópodes - LECOM. Para as análises de composição bromatológica dos insectos as atividades foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal - LABNUTRI, localizados no Campus de Engenharia e Ciências Agrárias - CECA/UFAL.

Num dos espaços internos da sala, foi instalado um sistema experimental de criação de insectos no espaço 1, possuindo 6 m² climatizada, com temperatura média de 23°C nos horários mais frios, 26°C temperatura média e 28°C nos horários mais quentes, fotoperíodo de 12h e umidade variando de 20% à 30%. O espaço contém 4 armários metálicos e ar condicionado. A cada semana os recipientes foram peneirados para retirada dos fluxos residuais e em seguida reabastecido as rações novas de cada tratamento.

4.1 - Experimento com Besouros

Realizada a montagem do armário com 20 caixas de matrizes, deu-se início aos estudos e desenvolvimento, seguindo o plano operacional padrão, com as etapas e sequência lógica do início da produção até a etapa final para obtenção dos bioinsumos da criação maçal de insetos, entre eles: as larvas para nutrição animal e o composto orgânico bioprocessado para adubação orgânica do solo.

Dos insetos avaliados, o *Tenebrio Molitor Linnaeus*, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae), conhecidos como “bichos da farinha” e “tenébrio molitor” foi utilizado para composição de amostras para análises bromatológica.

Após a montagem dos tratamentos, foi dado início aos estudos e desenvolvimento do plano operacional padrão com as etapas e sequência lógica para o início da produção recipientes com as matrizes passando pela etapa de separação entre pupas, larvas e resíduos, seguindo com a realização do processamento das larvas nas etapas de classificação por tamanho, abate, desidratação para análises laboratoriais.

No experimento foram criados insetos em ambiente com umidade baixa variando de 20% à 35% e foi observado pouca incidência de infestação de ácaros, porém nesse ambiente com baixa umidade favorece o aparecimento e multiplicação de formigas, aranhas e mariposas atraídas pelas fontes de umidade e insetos mortos.

Em ambientes ventilados com o cair da noite, a tendência é que a umidade aumente, é possível que para quem busca criar para comercialização tenha que utilizar lâmpadas para aquecimento em locais onde a noite a temperatura cai para 20°C, lembrando da necessidade de deixar os besouros no escuro ou meia luz. Será percebido o deslocamento dos insetos para a parte escura, por ser um comportamento voluntário de muitos insetos.

Ao passo que foi realizada a separação das biomassas de insetos: tanto o substrato alimentar, quanto do resíduo para realizar o estudo da sua composição. Foram coletados 70g das larvas vivas de cada tratamento para o Laboratório de nutrição animal, onde foram realizadas as análises bromatológicas na biomassa proteica.

4.2 - Análises Bromatológicas biomassa de insetos

Considerando dados da literatura que os alimentos oferecidos aos insetos influenciam diretamente na composição final dos resíduos. Para os tratamentos do experimento, a dieta base dos insetos, foi utilizado o farelo de trigo e como aditivo em um dos tratamentos, foi usado 150g de pó de café.

O experimento se deu com a retirada de 3 colônias com 1000 besouros em plena reprodução, da criação, em cada colônia o substrato base escolhido foi o farelo de trigo. Para T1 - 100% farelo de trigo; T2 - 75% farelo de trigo + 25% moringa ; T3 - 80% farelo de trigo + 20% café. Após o tempo de desenvolvimento até o tamanho de processamento, as larvas foram classificadas e separadas por tamanho iguais para facilitar a padronização, com a utilização de peneiras classificadoras, tendo espaçamentos entre 0,8 mm e 5 mm.

Quando as larvas chegaram a um tamanho comercial de 2,5cm à 3,5cm, após 80 - 95 dias, foram realizada a separação das larvas e dos resíduos por peneiramento. Parte das larvas foram abatidas em água fervente por 40 segundos, em seguida postas em água gelada para branqueamento e levadas para estufa ou microondas para desidratar e seguem os procedimentos apresentados na Tabela 4, para realização da análise bromatológica seguindo padrão internacional.

Para Matos, F. M., & Castro, R. J.S.(2021) a análise bromatológica no uso de inseto como fonte proteica, o fator de correção é utilizado para estimar o teor de Proteína Bruta (PB) a partir do nitrogênio Total ($N \times \text{Fator}$). O fator padrão para alimentos no geral é 6,25 (baseando no conteúdo médio de 16% de N na proteína), conforme recomendações da FAO/OMS e métodos oficiais(ex.:AOAC 991.20). O Fator padrão utilizado nesse experimento, foi de 5.60, devido a matéria prima ser rica em compostos nitrogenados, ex: quitina.

No entanto, para insetos, variantes são comuns devido à composição específica (alto teor de quitina, aminoácidos não proteicos e variações por espécies, estágio de desenvolvimento e dieta), que podem subestimar ou superestimar a PB real. Esses fatores são derivados de análises de aminoácidos totais ou calibrações empíricas, e a literatura recomenda uso de fatores espécies - específicos para precisão.

Tabela 4 - Determinação das concentrações de matéria seca (MS), dos teores de matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), bem como das frações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) foram realizadas conforme metodologia proposta por Detmann et al. (2012).

Parâmetro	Método Internacional	Materiais Necessários
Matéria Seca (MS)	Secagem em estufa a 105°C (AOAC 934.01)	Estufa, dessecador, balança analítica
Proteína Bruta	Método de Kjeldahl (AOAC 920.87)	Digestor, destilador, titulador, Hexano Ou Ácido Sulfúrico
Extrato Etéreo	Extração por Soxhlet (AOAC 920.39)	Extrator Soxhlet, éter etílico, balança de precisão
Cinzas	Incineração em mufla a 600°C (AOAC 942.05)	Mufla, cadinhos de porcelana
Fibra Bruta	Método de Weende (digestão ácida/alcalina)	Banho-maria, filtros de fibra de vidro
Carboidratos	Cálculo por diferença: prejudicial do ponto de vista ambiental (FAO, 2004)	Balança de precisão

Fonte: adaptado de Detmann et al. (2012).

4.3 - Análise de Físico-química e Condutividade elétrica nos resíduos de inseto

Na última etapa do processamento, momento em que foi separado os fluxos residuais da biomassa proteica, foi coletada uma amostra 200g foi enviada para Central Analítica para ser feita análise de caracterização físico-química. Outras 4 amostras contendo respectivamente: A - 30g; B - 60g; C - 120g; D - 150g. Cada amostra foi diluída em 2L água destilada e deixadas em descanso por 1 semana.

Todos os dias posteriores à diluição das amostras as garrafas foram abertas para permitir a saída dos gases da fermentação e em seguida foram fechados.

Em seguida, foram coletadas amostras de 20 ml de cada garrafa em um Becker de 50ml e colocadas para medir a Condutividade elétrica das amostras. Com a finalidade de verificar o comportamento da solução com o aumento das concentrações do resíduo diluído em água.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os insetos apresentam diversas vantagens competitivas em relação às fontes proteicas convencionais. Possuem alta eficiência de conversão alimentar, necessitando menos alimento para crescer e reduzindo significativamente a necessidade de recursos produtivos. Podem ser criados em espaços compactos, como armazéns e edifícios urbanos, permitindo uma produção mais intensiva sem o mesmo impacto ambiental de outras formas de criação.

Emitem significativamente menos gases de efeito estufa em comparação com os animais de criação tradicionais, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas. Além disso, muitas espécies de insetos podem ser alimentadas com resíduos orgânicos, transformando um problema de desperdício em oportunidades para produção de proteína de alto valor biológico.

A tabela 5 e 6 a seguir consta os dados bromatológico dos tratamentos com a biomassa de insetos nos tratamentos apresentados na metodologia e análise de Variância:

Tabela 5 - Resultado dos tratamentos (Valores médios + desvio padrão).

Parâmetro	T1	T2	T3
MS (%)	39,13 ± 1,68	38,54 ± 3,15	38,20 ± 1,95
N (%)	9,94 ± 0,10	10,33 ± 0,10	10,08 ± 0,16
PB (%MS) F5.60	55,67 ± 0,57	57,82 ± 0,55	56,44 ± 0,88
N (%MS)	25,40 ± 0,26	26,79 ± 0,26	26,38 ± 0,41
EE (%MS)	64,22 ± 1,16	67,66 ± 0,64	67,41 ± 0,37
FDN (%MS)	61,57 ± 0,98	82,37 ± 1,88	98,02 ± 2,85
FDA (%MS)	29,26 ± 3,20	38,58 ± 1,48	39,77 ± 0,67

Fonte: autor

5.1 Análise de Variância - Anova

Tabela 6 - Resultados da Análise de Variância

Parâmetro	F-valor	P-valor	Significância
MS (%)	0,0796	0,9254	ns
N (%)	5,1265	0,1077	ns

PB (%MN) F5,6	5,1265	0,1077	ns
N (%MS)	10,1169	0,0464	*
EE (%MN)	4,7506	0,1176	ns
EE (%MS)	11,5899	0,0388	*
FDN (%MS)	159,0744	0,0009	**
FDA (%MS)	15,4963	0,0262	*

Fonte: autor

5.2 - Comparações pareadas - Parâmetro significativo

Nitrogênio em Matéria seca (N %MS) - T2 tem concentração significativamente elevada de nitrogênio na MS.

- T1: 25,40% \pm 0,26%
- T2: 26,79% \pm 0,64% Significativamente maior (P=0,0330)
- T3: 26,38% \pm 0,41%

Extrato Etéreo em Matéria Seca (EE %MS) - T1 apresenta teor lipídico ligeiramente inferior.

- T1: 64,22% \pm 1,16% (menor - marginal)
- T2: 67,66% \pm 0,64%(máximo)
- T3: 67,41% \pm 0,37%

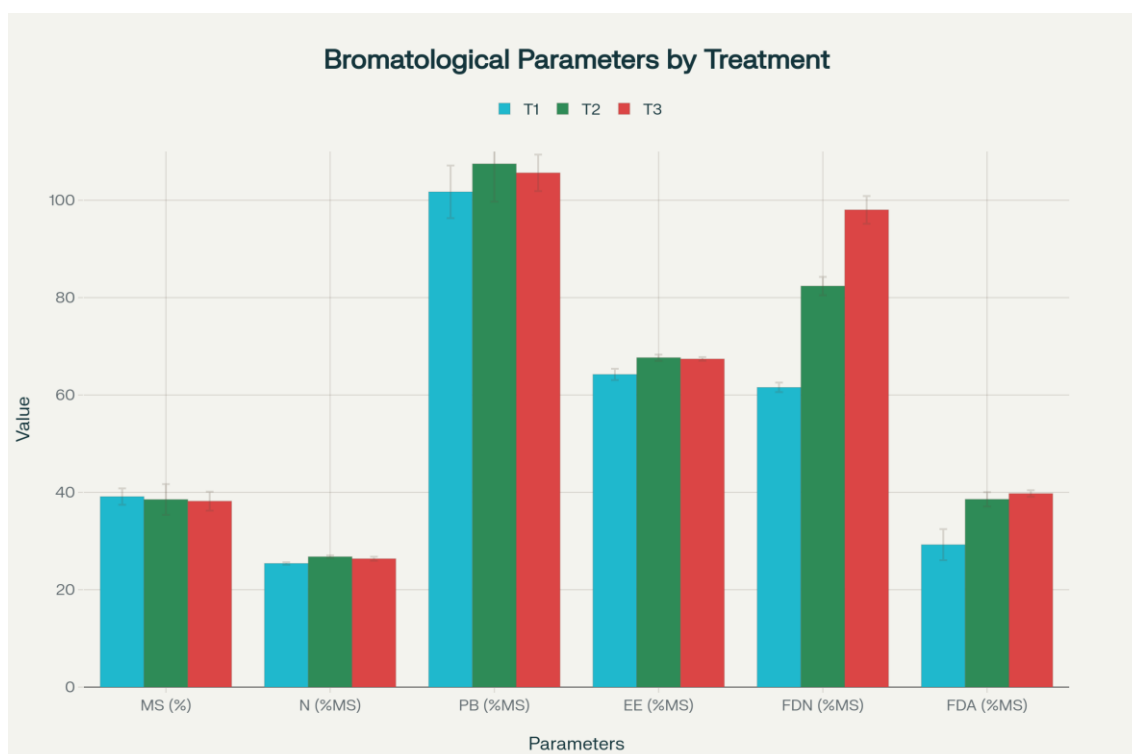
Fibra em Detergente Neutro (P = 0,0009**) - Mais significativo, apresentando diferenças altamente significativas e progressivas em fibra estrutural.

- T1: 61,57% \pm 0,98%
- T2: 82,37% \pm 1,88% (+33,8% vs T1, P = 0,0052**)
- T3: 98,02% \pm 2,85% (+59,2% vs T1, P = 0,0034**)

Fibra em Detergente Ácido (P= 0,0262*) - T1 tem estrutura fibrosa significativamente mais simples.

- T1: 29,26% \pm 3,20% (menor)
- T2: 38,58% \pm 1,04%
- T3: 39,77% \pm 0,67% (maior, P =0,0450 vs T1*)

Gráfico 1 - Análise dos parâmetros bromatológicos corrigidos pelo Fator de correção “5,6”, entre tratamentos na determinação de PB e EE.



Fonte: adaptado do autor com uso de IA, 2025.

Todos os parâmetros apresentam CV < 10% apresentando validação analítica confirmada com a maior excelência (<5%). Grande diferenças nas frações fibrosas, T3 apresenta hemicelulose 80% maior que T1, sugerindo parede celular muito mais complexa, sugerindo menor digestibilidade.

5.3 Coeficiente de Variação /Parâmetros Nutricionais Derivados

Tabela 7 - Resultados do Coeficiente de Variação

Parâmetro	T1 CV(%)	T2 CV(%)	T3 CV(%)	Avaliação
MS (%)	3,04	5,77	3,61	Excelente
N (%)	0,73	0,67	1,1	Excelente
PB (%MN)	0,73	0,67	1,1	Excelente
N (%MS)	0,73	0,67	1,1	Excelente
PB (%MS)	3,76	5,1	2,51	Excelente
EE (%MN)	1,29	0,68	0,4	Excelente
EE (%MS)	1,28	0,67	0,39	Excelente
FDN (%MS)	1,13	1,62	2,05	Excelente
FDA (%MS)	7,73	2,7	1,18	Boa

Fonte: autor

Tabela 8 - Parâmetros Nutricionais Derivados

Tratamento	Hemicelulose (%)	Celulose+Lignina (%)	Relação PB:EE	Relação FDN:FDA
T1	32,32 ± 1,57	29,26 ± 2,26	1,58	2,1
T2	43,79 ± 0,29	38,58 ± 1,04	1,59	2,14
T3	58,25 ± 1,54	39,77 ± 0,47	1,57	2,46

Fonte: autor

5.4 Análise técnica da bromatologia por parâmetros

Matéria Seca - Não há diferenças significativas ($P = 0,9254$). Todos os tratamentos apresentam MS entre 38-39%, sugerindo preparação padronizada. Concluindo variações normais, adequadas para comparação nutricional.

- T1: 39,13% (levemente mais seco)
- T2: 38,54 (intermediário)
- T3: 38,20% (levemente mais úmido)

Nitrogênio e Proteína Bruta - Os tratamentos possuem matrizes nutricionais genuinamente diferentes em conteúdo proteico. Significância detectada quanto ao teor em N (%MS): $P = 0,0464^*$. Com T2 apresentando maior concentração proteica (26,79% N em MS).

5.5 Classificação Nutricional dos tratamentos

Tabela 9 - Classificação comparativa entre os tratamentos

Característica	T1	T2	T3
Teor Proteico (%MN)	Alto (55,67%)	Muito Alto (57,82%)	Alto (56,44%)
Concentração Proteica (%MS)	Muito Alto (142,43%)	Máximo (150,47%)	Muito Alto (147,86%)
Teor Lipídico (%MS)	Moderado (64,22%)	Alto (67,66%)	Alto (67,41%)
Conteúdo Fibroso (FDN %MS)	Baixo (61,57%)	Moderado (82,37%)	Alto (98,02%)
Digestibilidade Estimada	Alta	Média	Baixa
Aplicação Recomendada	Suplementação Proteica	Ração Completa	Uso Industrial
Processamento Necessário	Opcional	Recomendado	Necessário
Perfil para Não-Ruminantes	Excelente	Excelente	Bom

Fonte: Autor

5.6 Índices e Relações nutricionais

Tabela 10 - Interpretação da Relação nutricional entre tratamentos

Índice Nutricional	T1	T2	T3	Interpretação
Relação Proteína:Gordura (PB:EE)	1,58:1	1,59:1	1,57:1	Proporcional e equilibrado
Relação Fibra Neutra:Ácida (FDN:FDA)	2,10:1	2,14:1	2,46:1	Normal para insetos
Percentual de Hemicelulose em FDN (%)	52,50%	53,20%	59,40%	T3 tem mais hemicelulose
Percentual de Celulose+Lignina em FDN (%)	47,50%	46,80%	40,60%	T1 tem mais lignina relativa
Energia Estimada (Kcal/kg MS)*	4.850,00	5.100,00	5.050,00	Muito alto para todos
Proteína Digestível Estimada (%)**	90-95%	85-90%	80-85%	Excelente a bom
Índice de Qualidade Proteica	95/100	100/100	92/100	Todos de alta qualidade
Índice de Digestibilidade Relativa	100 (baseline)	85 (↓15%)	70 (↓30%)	T1 melhor digestível

Fonte: Autor

Todos os tratamentos são fontes excepcionais de proteína, entre os tratamentos as sugestões de aplicações recomendadas:

T1 - ideal para suplementação proteica de alta qualidade, dietas para não ruminantes (aves, suínos, peixes, répteis e animais silvestres), concentrado proteico e uso direto com processamento mínimo.

T2 - ideal para Rações completas balanceadas, formulações comerciais premium, base proteica de alta energia e processamento recomendado (moagem fina).

T3 - ideal para aplicações industriais processadas, farinhas e concentrados após tratamento, misturas com outros ingredientes e processamento obrigatório (trituração/extrusão).

5.7 Resultados das análises do biofertilizante de Insetos

As amostras do fluxo residual dos insetos, foram coletadas pós processamento e entregues na Central Analítica, localizada em Maceió-AL.

Dentre características físico-químicas do resíduo, se apresenta como um particulado

fino e seco.

Tabela 11 - Análise Físico-química das excretas do besouro *Tenébrio*.

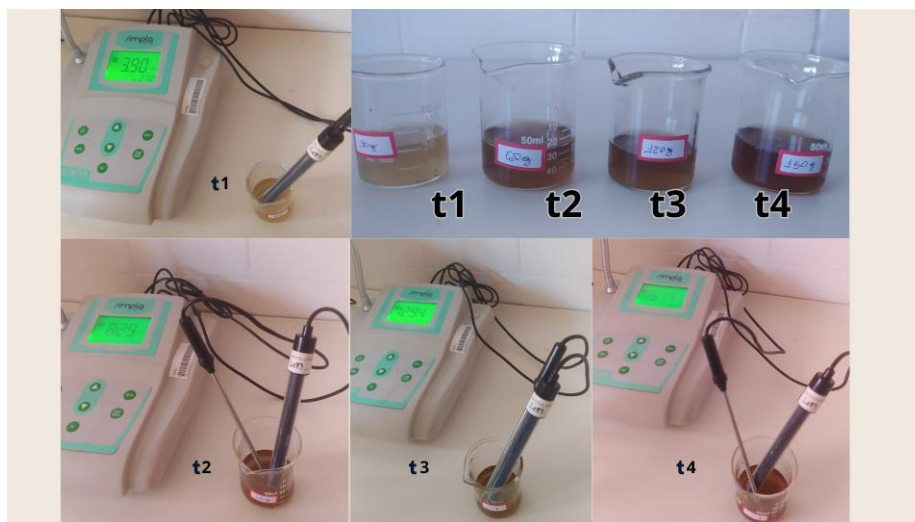
Parâmetro/ Unidade	Temperatura	mg/kg	(%)
Umidade	100°C	-	13,40
Matéria Orgânica	-	-	81,30
Nitrogênio	-	-	3,28
Fósforo (P2O5)	-	-	1,42
Potássio (K2O)	-	-	0,72
Cálcio	-	1.385	-
Magnésio	-	4.240	-
Cobre	-	15,30	-
Ferro	-	298,00	-
Manganês	-	9,14	-
Zinco	-	67,00	-

Nota: Resultado da Análise feita pela Central Analítica 2024.

5.8 - O resultado das análises da Condutividade Elétrica do biocomposto

Os dados de condutividade mostram um aumento proporcional da condutividade elétrica entre os tratamentos quando há aumento da concentração, conforme mostrado na Figura 4: T1: 3,90 μ S; T2: 8,29 μ S; T3: 12,94 μ S; T4 15,14 μ S.

Figura 4 - Teste de Condutividade Elétrica do Biocomposto



Fonte: Imagens do autor, 2025.

6 - CONCLUSÕES

Esta pesquisa comprovou que a Entomocultura com *Tenébrio molitor* é inovadora, tecnicamente viável, legalmente amparada e estrategicamente relevante para Alagoas, atendendo integralmente à Política Nacional de Bioinsumos: origem biotecnológica natural, destinação agropecuária comprovada, interferência positiva em crescimento e desenvolvimento, promoção de autonomia do produtor rural.

A criação de insetos posiciona - se como instrumento de transição agroecológica e independência tecnológica ao oferecer à agricultura familiar alagoana: eficiência produtiva, redução de custos com proteína e biofertilizante orgânico local; autonomia tecnológica reprodutível; oportunidade de renda através de comercialização e processamento agregado; resiliência frente a volatilidade de mercados convencionais.

Representa transformação paradigmática: da perspectiva extrativista linear para o modelo circular, regenerativo e autonomizante na agropecuária alagoana, se apresentando como tecnologia verde promotora de impacto socioambiental.

7 - REFERÊNCIAS

BALDI, E.; MARCOLINI, G.; QUARTIERI, M.; SORRENTI, G.; MUZZI, E. & TOSELLI, M (2026). Organic fertilization in nectarine (*Prunus persica* var. *nucipersica*) orchard combines nutrient management and pollution impact. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Dordrecht, v.105, pp. 39–50. Doi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10705-016-9772-3>. Acesso em: 30 mai. 2024.

Barragán-Fonseca, K. Y., Nurfikari, A., van de Zande, E. M., Wantulla, M., van Loon, J. J., de Boer, W., Dick, M. (2022). Excrementos e exúvias de insetos para promover o crescimento e a saúde das plantas. **Tendências em Ciência Vegetal**, julho de 2022, vol. 27, n. 7, 646-654. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2022.01.007>. Acesso em 17 ago. 2025.

Botelho, M. S., Veloso, C. A. C., Rodrigues, J. E. L. F. & Ferreira, E. V. O. (2020). Fertilizantes Orgânicos. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará. Brasília, Embrapa, 93-103. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218396/1/LV-RecomendacaoSolo-2020-95-105.pdf>. Acesso em: 01 Jun. 2024.

Brito, L. M. (2006). Compostagem para a agricultura biológica. Manual de Agricultura Biológica-Terras de Bouro. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima./IPVC, 1-21. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luis-Brito-3/publication/260347391_Compostagem_para_a_Agricultura_Biologica_III/links/554266a40cf23ff716835c59/Compostagem-para-a-Agricultura-Biologica-III.pdf. Acesso em: 18 jun 2024.

Dortmans, B.; Diener, S; Egger, J. & Zurbrugg, C. (2021). Black Soldier Fly Biowaste Processing - Um Guia Passo-a-Passo. Eawag, (2), pp.1-138. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/353923113_Black_Soldier_Fly_Biowaste_Processing_-_A_Step-by-Step_Guide_2nd_Edition. Acesso em: 19 jun. 2025.

Canadas, carolina b. B.. *Tenebrio molitor* para alimentação humana Perceção dos consumidores no mercado português. 2021. 88 f. Dissertação (Mestre em Medicina Veterinária) - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2021. Disponível em: <https://recil.ulusofona.pt/server/api/core/bitstreams/6d2d8ffd-b717-45a8-a061-15f7841b605b/content>. Acesso em: 19. abr. 2025.

Embrapa (2024, jun. 02). Resíduo da larva de inseto é capaz de controlar doenças em tomate. Embrapa. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/88036906/residuo-da-larva-de-inseto-e-capaz-de-controlar-doencas-em-tomate>. Acesso em: 12 jul. 2025.

FAO. Agricultura familiar y sistemas agroalimentarios resilientes al clima. **Fao**, p. 1-5, 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc9825es/cc9825es.pdf>. Acesso em: 21 Abr. 2025.

Gloria, L. J. A., Diniz, G. T., Campos, K. P., Neto, O. C., Gonçalves, A. C. S. (2024). Utilização de tenébrio molitor como fonte proteica para a alimentação de aves. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v.02. p. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.61164/rmnm.v2i1.2111>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Houben, D., Daoulas, G., Faucon, MP. & Dulaurent, AM. (2020). Potential use of mealworm frass as a fertilizer: impact on crop growth and soil properties. *Scientific Report*, 10 , 4659, pp. 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61765-x>. Acesso em: 15 Jun. 2025.

Junior, J. C. L., Ferreira, L. C. F., Pederiva, K. A. (2018). Desenvolvimento de larvas de tenebrio molitor L. em diferentes Dietas visando a produção de insetos para consumo humano. **Connection Line**, n. 18, p. 93-101. Doi: 10.18312/1980-7341.n18.2018.822. Acesso em: 09 ago. 2025.

Machona, O., Chiweshe, T., Chidzondo, F., Mangoyi, R. (2023). Investigando as condições ideais para criação e reprodução Tenébrio molitor no Zimbábue. **Entomologia e Ciências Aplicadas**, vol. 10, n. 3, p. 10-17. Disponível em: <https://doi.org/10.51847/eGMO8gmDEZ>. Acesso em 06 mai. 2025.

MATOS, J. Gilvomar R.; MATOS, Rosa Maria B.; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. *Análise do Ambiente Corporativo: do caos organizado ao planejamento*. 1. ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281320238_ANALISE_DO_AMBIENTE_CORPORATIVO_DO_CAOS_ORGANIZADO_AO_PLANEJAMENTO ESTRATEGICO_DAS_ORGANIZACOES. Acesso 20 set. 2025.

Nogaroli, J. A., Stremel, J. S., Lipinsky, Tony & Cordeiro, T. R. (2023). Efeito da fertilização orgânica no crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) e atividade microbiológica em Cambissolo Háptico Distrófico. *Research, Society and Development*, 12(11), pp. 1-16. Doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i11.43467>. Acesso em: 10 Jun. 2025.

Oliveira, C. W., Reis, T. L., Mendonça, L. V. P., Filho, M. L. (2020). Farinhas de insetos na avicultura industrial. **Brazilian Journal of Development**, p. 722-728. Doi:10.34117/bjdv6n1-049. Acesso em: 20 jul. 2025.

Alagoas. Relatório Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos 2019. Sinir. Disponível em: https://relatorios.sinir.gov.br/relatorios/estadual/index.php?ibge=27&ano=2019#section_resumo. Acesso em: 16. set. 2025.

Rodella, A. A., & Alcarde, J. C. (1994). Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes. *Scientia Agricola*, 51, 556-562. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161994000300030>. Disponível em: 16 Jun.

2025.

Rodrigues, I. G., Teixeira, R. E. (2024). O uso de fertilizantes orgânicos na melhoria da qualidade do solo e produção da cenoura. *Revista FT*, 28(129), 1-21, 06/dez.2023. <https://revistaft.com.br/uso-de-fertilizantes-organicos-na-melhoria-da-qualidade-do-solo-e-producao-da-cenoura/>. Acesso em: 27 mai. 2025.

Romeiro, E. T., de Oliveira, I. D., Carvalho, E. F. (2015). Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão. **Contextos da Alimentação** – Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade, vol. 4 n. 1, p. 42-61. Disponível em: https://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wp-content/uploads/2015/10/54_ca_artigo_ed_vol_4_n_1_15_2.pdf. Acesso em: 27 mar. 2025.

Sabry, Kazafy H. (2015). Fertilizantes Sintéticos; Papel e perigos. *Fertilizer Technology*, v. 1, pp. 111-135. Doi: 10.13140/RG.2.1.2395.3366. Acesso em: 31 mai. 2024.

Sediyama, M. A. N., Magalhães, I. P. B., Vidigal, S. M., Pinto, C. L. O., Cardoso, D. S. C. P., Fonseca, M. C. M. & Carvalho, I. P. L. de. (2016). Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa* L.) 'kaiser'. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, 6(2), p.66-74. Doi: <http://dx.doi.org/10.21206/rbas.v6i2.308>. Acesso em: 01 Jun. 2024.

Silva, S. B. A., Frazão, J. M. F., Cayres, Guilhermina (2019). Entomofagia e segurança alimentar com *pachymerus nucleorum* (gongo) em áreas de ocorrência de babaçu. **Insetec 2019**, p. 124-128. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1115145/1/AnaisCongresso124128.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

SILVA, K. R., COSTA, C. A., OLIVEIRA, I. V., CRUZ, W. P. (2018). Criação de larvas da mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) e compostagem de resíduos orgânicos. *Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, n. 1, p. 1-5*. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/download/243/1905>. Acesso em: 13. mai. 2025.

Surendra, K. C.; Sawatdeenaruna, C.; Shrestha, S.; Sung, S. & Khanal, S. K. (2015). Anaerobic Digestion-Based Biorefinery for Bioenergy and Biobased Products. *Ind. Biotechnology*, 11 (2), p.103-112. Doi: 10.1089/ind.2015.0001.

Tanga, C. M., Egonyu, J. P., Beesigamukama, D., Niassy S., Emily, K., Magara, H. J., Omuse E. R., Subramanian, S., Ekesi, S. (2021). A criação de insetos comestíveis como uma empresa emergente e lucrativa na África Oriental. **Insect Science**, p. 64-71. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2021.09.007>. Acesso em: 15 mai. 2025.

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E.; Halloran, A., Muir, G. & Vantomme, P (2013). *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security*. Rome: Fao, 171, 1-201. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>. Acesso

em 27 mar. 2025.

VAN HUIS, A. Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, v.6, p.27-44, 2020. Disponível em: <https://www.wageningenacademic.com/doi/pdf/10.3920/JIFF2019.0017>. Acesso em: 27 mar. 2025.

Vidal, M. C., Dias, R. P. (2023). Bioinsumos a partir das contribuições da Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 18, n. 1, p. 171-192, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33240/rba.v18i1.23735>. Acesso em: 12 abr. 2025.

Vilella, Lucas de Marques (2021). Busca por fontes alternativas de alimentos. *Boletim Apamvet*, 12(3), 9-10, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.apamvet.com.br/PDFs/Artigos/120.pdf>. Acesso em: 18 Jun. 2024.

Yin, J.; Wang, K.; Yang, Y.; Shen, D.; Wang, M. & Mo, H. (2014). Improving production of volatile fatty acids from food waste fermentation by hydrothermal pretreatment. *Bioresour. Technol.*, v.171, p. 323-329, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.08.062>. Acesso em: 20 jun. 2024.

Ynsect. 2023, 10, 02. "Estrume de insetos": os excrementos poderão ser o fertilizante orgânico do futuro?. Site da Ynsect. <https://www.ynsect.com/2023/02/10/insect-manure-could-frass-be-the-organic-fertiliser-of-the-future/>. Acesso em: 26 mai. 2025.

Zonta, E., Stafanato, JB, & Pereira, MG (2021). Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais. Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá. Brasília: Embrapa , 263-303. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/227063/1/cap14-livro-RecomendacaoCalagemAdubacao-AnaLuciaBorges-AINFO.pdf>. Acesso em: 20 jun 2024.