

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

IWANE COSTA DOS SANTOS

**ESTABELECIMENTO DE CRIAÇÃO DE INSETOS BENÉFICOS E PRAGAS NA
BIOFÁBRICA DE INSETOS DA UEMA COMO FERRAMENTA DE ENSINO-
APRENDIZAGEM APLICADA NA EXTENSÃO**

São Luís - MA

2025

IWANE COSTA DOS SANTOS

**ESTABELECIMENTO DE CRIAÇÃO DE INSETOS BENÉFICOS E PRAGAS NA
BIOFÁBRICA DE INSETOS DA UEMA COMO FERRAMENTA DE ENSINO-
APRENDIZAGEM APLICADA NA EXTENSÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão para
obtenção de grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Joseane Rodrigues de Souza

São Luís - MA

2025

Santos, Iwane Costa dos

Estabelecimento de criação de insetos benéficos e pragas na biofábrica de insetos da UEMA como ferramenta de ensino-aprendizagem aplicada na extensão. / Iwane Costa dos Santos. – São Luís, MA, 2025.

50 f

Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Maranhão, 2025.

Orientador: Profa. Dra. Joseane Rodrigues de Souza

1. Ensino de entomologia. 2. Educação ambiental. 3. Extensão Universitária. 4. Insecta. 5. Sustentabilidade. I. Título.

CDU:37:595.7

IWANE COSTA DOS SANTOS

**ESTABELECIMENTO DE CRIAÇÃO DE INSETOS BENÉFICOS E PRAGAS NA
BIOFÁBRICA DE INSETOS DA UEMA COMO FERRAMENTA DE ENSINO-
APRENDIZAGEM APLICADA NA EXTENSÃO**

Monografia apresentada ao curso de Agronomia da
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, para
obtenção de grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 10 / 07 / 2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **JOSEANE RODRIGUES DE SOUZA**
Data: 28/07/2025 15:21:02-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Joseane Rodrigues de Souza (Orientadora)
Doutora em Agronomia
Universidade Estadual do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 **ELEUZA GOMES TENORIO**
Data: 06/08/2025 09:24:09-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Eleuza Gomes Tenório
Doutora em Zootecnia
Universidade Estadual do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 **JOHN JAIRO SALDARRIAGA AUSIQUE**
Data: 07/08/2025 17:47:15-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. John Jairo Saldarriaga Ausique
Doutor em Entomologia
Universidade Estadual do Maranhão

DEDICATÓRIA

À minha mãe Elissandra Costa, que é sinônimo de amor, força e minha motivação. Que, com sua dedicação, cuidado e apoio incondicional, me ensinou que os maiores sonhos podem se tornar realidade com esforço, fé e perseverança. Este trabalho é fruto, também, da sua luta, dos seus ensinamentos e de todo amor que sempre me ofereceu. Minha eterna gratidão e todo meu amor.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, fonte de toda sabedoria, força e inspiração. A Ele, por ter me sustentado nos momentos de dificuldade, me guiado nos momentos de incerteza e me fortalecido para que eu pudesse chegar até aqui. Pela oportunidade da vida, pelas bênçãos diárias, pela saúde, pela coragem e por nunca me deixar desistir dos meus sonhos. Sem a Tua presença, nada disso seria possível. A Ti, toda honra, toda glória e toda gratidão.

A minha mãe Elissandra Costa e a minha irmã Ana Carolina, aos meus tios, Ivanilson Arouche e Adeilson Arouche, e as minhas avós, Valdeci Arouche e Maria da Conceição, minha eterna gratidão por todo amor, apoio e incentivo durante essa jornada. Este trabalho é, antes de tudo, uma homenagem à imensidão que vocês representam na minha vida.

Agradeço ao meu pai Igenilson Arouche (*in memoriam*), pelos 16 anos presente em vida na minha história, seu coração parou antes de me ver concluir uma das mais importantes etapas da minha vida e que transbordaria seu coração de orgulho. Seus olhos não acompanharam minha trajetória na graduação, mas sua presença se fez viva cada vez que visitou meus sonhos ao longo desses anos. Em cada encontro, encontrei amparo, força e fui, de alguma forma, salva.

A minha orientadora Profa. Dra. Joseane Rodrigues de Souza, minha sincera e eterna gratidão por ter sido muito mais que uma orientadora, uma inspiração. Sua dedicação, acolhimento e profissionalismo foram fundamentais para a construção deste trabalho. Levo comigo não apenas os ensinamentos acadêmicos, mas também o exemplo de comprometimento e generosidade que você transmite.

A equipe do Laboratório Biofábrica de Insetos, minha gratidão pela receptividade, apoio, colaboração e troca de conhecimento durante essa trajetória. A disponibilidade e a dedicação de cada um foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Ao Doutorando Pedro Lívio do Programa de Pós-graduação em Entomologia da Esalq pelo auxílio na revisão deste trabalho e a sua ajuda foi essencial para que este alcançasse a melhor forma possível.

Aos meus amigos de coração e de vida, minha imensa gratidão por caminharem ao meu lado. A amizade de vocês foi abrigo nos momentos difíceis e celebração nas conquistas. Levo cada um no meu coração, certos de que essa caminhada se tornou mais leve e especial graças à presença de vocês.

A Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e ao corpo docente do curso de Agronomia, expresso meus sinceros agradecimentos pela excelência na formação acadêmica.

“Quando eu digo: “Meus pés estão cambaleando”,
teu amor Javé, me sustenta. Embora sejam muitas as
preocupações em meu íntimo, tuas consolações
acalmam a minha alma.”

Salmos 94: 18-19.

RESUMO

Os insetos apresentam um papel ecológico crucial no equilíbrio dos ecossistemas que vão além da errônea interpretação pejorativa de serem sujos e transmissores de doenças ao homem e aos animais. O objetivo do trabalho foi estabelecer a criação de insetos benéficos e pragas na biofábrica de insetos da UEMA como ferramenta de ensino-aprendizagem aplicada na extensão. O trabalho foi realizado no Laboratório Biofábrica de Insetos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Campus São Luís, MA onde foram implementadas a criação de quatro espécies, *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae), *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Extatosoma tiaratum* (Phasmatodea: Phasmatidae) em ambiente controlado de temperatura de $24 \pm 2^\circ \text{C}$, umidade relativa do ar de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h. Para a criação, foram utilizadas metodologias adaptadas para cada uma das espécies e realizadas manutenções para a alimentação conforme dietas específicas. As espécies foram mantidas em diferentes tipos de recipientes e caixas plásticas e gaiolas de madeira. Os resultados demonstraram que na Biofábrica de insetos da UEMA foi possível realizar a criação de insetos benéficos e pragas, de maneira eficiente, permitindo o uso desses artrópodes na Educação não-formal com práticas pedagógicas, contribuindo para reduzir preconceitos existentes, bem como na formação de profissionais quanto a criação de insetos, área atualmente carente no Brasil.

Dessa forma, pode-se concluir que a criação de insetos benéficos e pragas na Biofábrica de Insetos configura como local inovador para o ensino da Entomologia na UEMA constituindo como ferramenta de ensino-aprendizagem aplicada na extensão universitária. Além disso, a Biofábrica de Insetos da UEMA consolida-se como um espaço estratégico para o fortalecimento de ações de extensão universitária ao promover a educação ambiental de forma integrada aos programas educacionais desenvolvidos na Universidade, ampliando o diálogo com a sociedade e o fomento à pesquisa aplicada colaborando para o desenvolvimento regional e para a formação de profissionais comprometidos com a sustentabilidade dos agroecossistemas e a inovação.

Palavras-chave: Ensino de Entomologia, Educação Ambiental, Extensão Universitária, Insecta, Sustentabilidade.

ABSTRACT

Insects play an crucial ecological role in maintaining ecosystem balance, going beyond the mistaken and pejorative interpretation of being dirty and mere transmitters of diseases to humans and animals. This study aimed establish the rearing of beneficial and pest insects at UEMA's Insect Biofactory as a teaching-learning tool applied in extension activities. The study was conducted at the Insect Biofactory Laboratory of the State University of Maranhão (UEMA), São Luís Campus, MA, where the rearing of four species was implemented: *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae), *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), and *Extatosoma tiaratum* (Phasmatodea: Phasmatidae) under controlled conditions of $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ temperature, $60 \pm 10\%$ relative humidity, and 12-hour photoperiod. For rearing, methodologies adapted to each species were employed, and maintenance was carried out according to specific diets. The species were kept in various containers, plastic boxes, and wooden cages. The results demonstrated that UEMA's Insect Biofactory successfully enabled the efficient rearing of both beneficial and pest insects, allowing these arthropods to be used in non-formal education with pedagogical practices. This contributed to reducing existing prejudices and promoting the training of professionals in insect rearing, an area that currently lacks attention in Brazil. Therefore, the rearing of beneficial and pest insects at the Insect Biofactory represents an innovative setting for teaching Entomology at UEMA, serving as a teaching-learning tool applied to university extension. Furthermore, UEMA's Insect Biofactory has become a strategic space for strengthening university extension initiatives by promoting environmental education in an integrated manner with the university's educational programs, expanding dialogue with society, and fostering applied research. This contributes to regional development and the training of professionals committed to the sustainability of agroecosystems and innovation.

Keywords: Entomology Teaching, Environmental Education, University Extension, Insecta, Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de desenvolvimento de <i>Telenomus podisi</i>	18
Figura 2. Ovos de <i>Euschistus heros</i> escurecidos em função do parasitismo e desenvolvimento do parasitoide <i>Telenomus podisi</i>	19
Figura 3. Dimorfismo sexual do parasitoide <i>Telenomus podisi</i> . Fêmea, antena clavadas (A) e Machos, antenas filiformes (B).....	20
Figura 4. Esquema representativo do ciclo de vida do <i>Tenebrio molitor</i>	20
Figura 5. Dimorfismo sexual do besouro, <i>Tenebrio molitor</i> . Macho (A), Fêmea (B).....	22
Figura 6. Adulto do Bicho-pau Australiano, <i>Extatosoma tiaratum</i> . São Luís, MA, 2025.....	24
Figura 7. Dimorfismo sexual do bicho-pau australiano <i>Extatosoma tiaratum</i> . Fêmea (A) e macho (B).....	25
Figura 8. Adulto e ovos do percevejo-marrom, <i>Euschistus heros</i> . São Luís, MA, 2025.....	26
Figura 9. Ciclo de desenvolvimento de <i>Euschistus heros</i> na cultura da soja.....	27
Figura 10. Criação de <i>Telenomus podisi</i> . (A) Ovos de <i>Euschistus heros</i> fixados em cartelas de cartolina. (B) Recipiente plástico, contendo no interior uma cartela com ovos de <i>Euschistus heros</i> identificada com data de parasitismo e emergência do parasitoide. São Luís, MA. 2025.....	29

Figura 11. Criação do besouro, *Tenebrio molitor*. Caixas plásticas contendo a fase larval (A), fase de pupa (B) e fase adulta (C). São Luís, MA, 2025.....30

Figura 12. Criação de *Extatosoma tiaratum*. (A) Gaiola de madeira com tampas de vidro e tecido ‘voil’. Galhos com folhas de goiabeira (*Psidium guajava*) para a alimentação da ninfa de *E. tiaratum*. (C) Placas de Petri acondicionadas no interior da gaiola. São Luís, MA, 2025.....31

Figura 13. Criação de *Euschistus heros*. (A) Placas de Petri, forradas com papel toalha e revestidas com filme plástico, contendo em seu interior ovos de *E. heros*. (B) Caixa plástica com abertura central na tampa, forrada com papel toalha, com vagem e mix de grãos para alimentação das ninfas. (C) Gaiola plástica contendo adultos do percevejo *E. heros* com vagem, mix de grãos e pedaços de tule como substrato para oviposição. São Luís, MA, 2025.....32

Figura 14. Atividades desenvolvidas no Laboratório Biofábrica de Insetos da UEMA. São Luís, MA, 2025.....34

Figura 15. Ação extensionista do laboratório Biofábrica de Insetos da UEMA realizada no Colégio Sol. (A) Visualização dos insetos em lupa e em caixas entomológicas (B). São Luís, MA, 2025.....35

Figura 16. Participação do laboratório Biofábrica de Insetos da UEMA na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (A) e no Marandu Summit (B). São Luís, MA, 2024.....36

Figura 17. Laboratório Biofábrica de Insetos da UEMA. (A) Antes e depois (B) do estabelecimento das criações de Insetos. São Luís, MA, 2025.....38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Classe Insecta.....	14
2.2 Biofábrica e a produção de seres vivos.....	15
2.3 Entomologia como ferramenta de educação ambiental.....	16
2.4 Insetos benéficos.....	17
2.4.1 Parasitoide de ovos, <i>Telenomus podisi</i>	17
2.4.2 Besouro, <i>Tenebrio molitor</i>	20
2.4.3 Bicho-pau, <i>Extatosoma tiaratum</i>	23
2.5 Insetos-pragas.....	25
2.5.1 Percevejo-marrom-da-soja, <i>Euschistus heros</i>	25
3 METODOLOGIA.....	29
3.1 Local do estudo.....	29
3.2 Criação do parasitoide-de-ovos, <i>Telenomus podisi</i>.....	29
3.3 Criação do besouro <i>Tenebrio molitor</i>.....	30
3.4 Criação de bicho-pau australiano, <i>Extatosoma tiaratum</i>.....	30
3.5 Criação do percevejo, <i>Euschistus heros</i>.....	31
3.6 Atividades de extensão.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	39
ANEXO A- RESOLUÇÃO N.º 652/2025-CAD/UEMA REFERENTE A INSTITUCIONALIZAÇÃO DO LABORATÓRIO BIOFÁBRICA DE INSETOS DA UEMA PELO CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (CEPE/UEMA). SÃO LUÍS, MA. 2025.....	50

1 INTRODUÇÃO

Insetos são organismos de pequeno porte, caracterizados por ciclos de vida relativamente curtos e elevada fecundidade. Esses artrópodes apresentam ampla capacidade adaptativa, o que lhes permite colonizar diversos ambientes e ecossistemas, resultando em uma alta diversidade taxonômica. Tal versatilidade ecológica justifica a expressiva riqueza de espécies observada nesse grupo (Gullan; Cranston, 2017). A maioria das pessoas tende a associar os insetos a pragas, influenciada tanto pela aparência física desses organismos quanto pela observação de seu impacto negativo em plantações ou pelo papel que desempenham na transmissão de doenças.

Além disso, há uma confusão comum em que indivíduos classificam erroneamente animais como aranhas, escorpiões, cobras e ratos dentro da classe Insecta (Kopp; Volpi, 2020). Nesse contexto, a incorporação dos insetos em práticas educacionais tem se mostrado uma estratégia eficaz para reduzir percepções negativas e aversivas relacionadas a esses organismos, promovendo uma compreensão mais científica e equilibrada sobre sua importância ecológica (Santos; Souto, 2011).

Na atualidade, os insetos são considerados os mais evoluídos no Reino Animal ao abranger cerca de 70% das espécies que compõem a biodiversidade do planeta e também por assumir papel imprescindível na natureza, ao exercer relações de coexistência com os seres humanos, plantas e animais (Gallo *et al.*, 2002). Nesse sentido, é importante que a sociedade em geral ao obter conhecimentos sobre os insetos na Educação Ambiental possa compreender esses artrópodes sob uma perspectiva diferente, reconhecendo sua relevância como agentes fundamentais na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas naturais.

Cabe ainda destacar que podem ser utilizados como organismos benéficos (ex. polinizadores e inimigos naturais no controle biológico de pragas), fonte nutricional na cadeia alimentar (Matos *et al.*, 2009) além de indicadores biológicos, devido ao fato de responderem rapidamente às mudanças ambientais e ao aquecimento global. De acordo com Brasil (1998), Constituição Federal de 1988, artigo 23 - incisos VI, VII e parágrafo único "É de competência da União, Estados, Distrito Federal e municípios [...] proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas; preservar as florestas, a flora e a fauna.

Nesse cenário, a Educação Ambiental assume papel primordial para a construção de conhecimento na vida das pessoas, assegurando melhor qualidade de vida e, até mesmo a sobrevivência da espécie humana no planeta. Nos últimos trinta anos, avanços em engenharia

genética permitiram identificar compostos bioativos economicamente importantes, com aplicações em saúde, energia, agricultura e indústria (Diniz *et al.*, 2015).

Diante dessa diversidade de descobertas, surgiu o desafio de viabilizar a produção desses compostos em grandes quantidades e de forma acessível. A resposta para esse desafio tem sido encontrada na utilização de organismos vivos, incluindo plantas, animais e microrganismos, como biofábricas, capazes de gerar compostos de alto valor agregado em larga escala e com custos reduzidos (Diniz *et al.*, 2015).

Uma biofábrica pode ser entendida como um estabelecimento industrial e comercial dedicado à produção de organismos, incluindo mudas vegetais, agentes de controle biológico, microrganismos e outros produtos similares. Dessa forma, a biofábrica caracteriza-se como uma unidade produtiva voltada à geração de seres vivos, estando seu conceito fortemente relacionado ao aprimoramento genético e à biotecnologia aplicada ao setor agrícola (Lexikon, 2020).

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi estabelecer a criação de insetos benéficos e pragas em uma biofábrica de insetos como ferramenta de ensino-aprendizagem aplicada na extensão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Classe Insecta

A classe Insecta, pertencente ao filo Arthropoda, é uma das mais diversas e abundantes do reino animal, com milhões de espécies descritas e muitas ainda a serem descobertas (Araújo *et al.*, 2019). Considerando como algumas de suas características marcantes o exoesqueleto de quitina, contando com três pares de pernas articuladas, aparelho bucal externalizado, um par de antenas e com o corpo segmentado em três regiões distintas (cabeça, tórax e abdome) (Gullan; Cranston, 2014). O Brasil é um dos países com mais ampla diversidade de insetos e eles correspondem a 73% das espécies animais registradas em todo território nacional. Esse grupo de artrópodes é formado por seres fundamentais para o equilíbrio ambiental e a sobrevivência de todas as demais espécies, entre elas a espécie humana (Rafael *et al.*, 2024).

Os insetos são animais relativamente pequenos e de ciclo de vida curto, cuja progênie normalmente se encontra em alta densidade. Além disso, a maioria deles alcança a maturidade através da metamorfose, sendo a maior diversidade de espécies associada a organismos holometábolos (Gullan; Cranston, 2017).

A importância ecológica dos insetos é inquestionável, eles atuam como polinizadores essenciais para plantas e culturas agrícolas, participam da decomposição da matéria orgânica,

reciclando nutrientes e mantendo a fertilidade do solo (Araújo *et al.*, 2019). Cumpre salientar que servem de alimento para diversos animais, integrando cadeias alimentares. A diversidade de insetos é um indicador de saúde ambiental, pois ecossistemas equilibrados abrigam maior variedade de espécies (Zampieron, 2010).

No entanto, a relação entre humanos e insetos não se limita aos benefícios ecológicos. Algumas espécies podem causar efeitos adversos, como reações dermatológicas decorrentes do contato com lagartas ou picadas de himenópteros (Ramachandran; Rosen, 2020). Além disso, insetos como mosquitos são vetores de doenças que afetam milhões de pessoas globalmente. Esses aspectos destacam a necessidade de uma compreensão equilibrada sobre os insetos, reconhecendo tanto seus benefícios quanto seus impactos negativos sobre as plantações agrícolas tornam-se evidentes, especialmente quando as perdas são mensuradas e apresentam valores significativos (Rafael *et al.*, 2012).

A sensibilização e a educação ambiental acerca da entomofauna são imprescindíveis para fomentar sua conservação e corrigir percepções errôneas frequentemente associadas a esses organismos (Araújo *et al.*, 2019). Frequentemente, os insetos são percebidos unicamente como fitófagos ou vetores de incômodos, negligenciando-se seu papel funcional na homeostase dos ecossistemas. Estratégias conservacionistas voltadas à proteção dos habitats naturais e à minimização do uso indiscriminado de pesticidas são fundamentais para a manutenção da biodiversidade entomológica e, conseqüentemente, para a perpetuação dos serviços ecossistêmicos prestados por esses invertebrados.

2.2 Biofábricas e a produção de seres vivos

A utilização de insetos em biofábricas tem se destacado como uma solução inovadora para a produção em larga escala de biomassa, especialmente no contexto de sistemas alimentares sustentáveis e gerenciamento de resíduos. Esses sistemas, particularmente os projetados com design modular e alta eficiência energética, são capazes de otimizar a criação de insetos para consumo humano, alimentação animal e até mesmo para aplicações biotecnológicas, como a produção de produtos farmacêuticos e bioinseticidas (Leo, 2021).

A eficiência nesses sistemas permite que os insetos, como a mosca-soldado negra, convertam resíduos orgânicos em proteínas de alto valor nutricional, além de possibilitar a extração de subprodutos valiosos, como lipídios, que podem ser usados em diversas indústrias (Adjavon, 2021).

A principal vantagem dos sistemas de produção de insetos reside no seu impacto ambiental positivo. Ao reciclar resíduos orgânicos, como restos alimentares e subprodutos

agrícolas, a produção de insetos contribui significativamente para a redução da quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários, promovendo a reciclagem de nutrientes e a diminuição da pressão sobre os ecossistemas naturais (Drew, 2019). Além disso, a criação de insetos consome menos água e ração quando comparada à pecuária tradicional, o que a torna uma alternativa mais sustentável em termos de recursos naturais (Francuski; Beukeboom, 2020).

Os sistemas de superestrutura de produção de insetos são projetados de maneira modular, o que facilita sua escalabilidade e eficiência na criação e processamento desses organismos, sendo possível criar uma cadeia de produção altamente eficiente, onde os insetos podem ser criados, processados e transformados em diferentes produtos para diversas aplicações, desde alimentação animal até soluções biotecnológicas (Caputa, 2023).

2.3 Entomologia como ferramenta de educação ambiental

A entomologia, especialmente em suas aplicações nas ciências agrárias, dedica-se ao estudo dos insetos em suas diversas dimensões, incluindo suas interações com seres humanos, plantas, animais e o meio ambiente (Alves *et al.*, 2017). As pesquisas em entomologia são extremamente relevantes, uma vez que os insetos são organismos amplamente difundidos e possuem uma relação direta com os seres humanos. Eles desempenham funções ecológicas essenciais para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas, têm papel fundamental na agricultura e podem atuar como transmissores de doenças (Gullan; Cranston, 2017).

Os insetos frequentemente são percebidos pela sociedade como ameaças, devido a mitos e preconceitos, resultado da falta de informação científica adequada no ensino. Essas percepções negativas refletem deficiências no sistema educacional, que não consegue transmitir informações científicas precisas nem combater os preconceitos culturais e sociais infundados. Como resultado, há um elevado desconhecimento acerca da morfologia, da diversidade, da importância ecológica dos insetos e de sua relação com os seres humanos (Albuquerque, 2022).

Os insetos estão presentes em todos os ambientes e durante todas as estações do ano, adaptando-se a diferentes climas e ecossistemas. Apesar dessa grande abundância, seu estudo no ambiente escolar, especialmente no ensino fundamental, é geralmente limitado e abordado de forma superficial (Razera, 2021). O estigma associado aos insetos geralmente enfatiza apenas os aspectos negativos relacionados a eles, negligenciando a importância de seu papel ecológico e os benefícios que proporcionam à humanidade, como a polinização, a reprodução das plantas e a contribuição para a alimentação, entre outras funções essenciais (Araujo *et al.*, 2020). Considerando o papel fundamental dos insetos, podem ser considerados ferramentas

essenciais no ensino, pesquisa, e extensão, abrangendo diferentes áreas do conhecimento que vão desde aspectos evolutivos até mecanismos de herança genética (Martins, 2005).

A educação ambiental representa o método mais eficaz para promover transformações culturais e comportamentais, pois possibilita a incorporação de novos valores. Ela deve ser empregada como uma ferramenta prática e teórica fundamental no processo de ensino, integrando conhecimento e ação (Joslin; Roma, 2017). No contexto do ensino da educação ambiental, o uso de insetos em sala de aula pode se revelar um recurso eficaz para tornar as aulas mais envolventes e estimulantes para os estudantes, além de representar uma alternativa aos métodos convencionais dessa área (Tavares; Lages, 2014).

A Educação Ambiental deve ser conduzida de maneira dinâmica, adaptando suas estratégias metodológicas para respeitar as particularidades e contextos específicos de cada grupo envolvido. Por meio da Educação Ambiental, incentiva-se uma compreensão abrangente do meio ambiente, favorecendo o desenvolvimento de atitudes voltadas à sua conservação. Isso ocorre a partir da conscientização sobre os impactos das atividades humanas, visando assegurar a qualidade de vida, a adoção de práticas sustentáveis e a proteção dos recursos naturais (Fonseca *et al.*, 2018).

A inserção da Educação Ambiental nos primeiros anos escolares é de fundamental importância para formar cidadãos conscientes, promovendo o desenvolvimento de valores e comportamentos pautados na sustentabilidade, promover ações educativas, desde a escola até a comunidade, para preservar a diversidade dos insetos e evitar impactos ambientais e econômicos, estimulando a conscientização e o cuidado com a biodiversidade (Mello, 2017).

2.4 Insetos benéficos

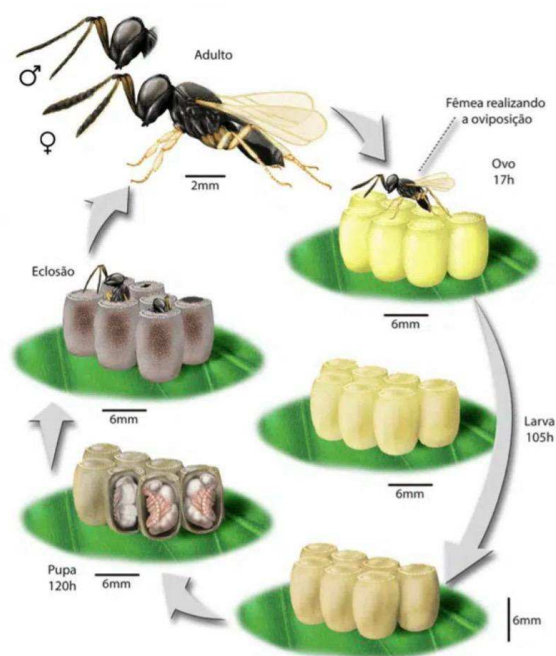
2.4.1 Parasitoide de ovos, *Telenomus podisi*

Telenomus podisi (Ashmead, 1893) é uma microvespa pertencente à ordem Hymenoptera e à família Scelionidae, atuando como parasitoide de ovos de insetos-praga hemípteros da família Pentatomidae (Freitas *et al.*, 2010). O desenvolvimento biológico de *T. podisi* ocorre em um período de 10 a 13 dias após o parasitismo, com a emergência dos indivíduos sob condições ambientais favoráveis. O parasitoide completa seu ciclo dentro do ovo do hospedeiro, passando pelas fases de ovo, larva e pupa, cujo tempo médio de duração é de aproximadamente 17, 105 e 120 horas, respectivamente, quando mantido a 25 °C. (Figura 1).

Os adultos exsurgem por um orifício circular após a incisão do opérculo do ovo, os machos apresentam emergência prévia de 1 a 2 dias antes das fêmeas garantindo a cópula, no

momento em que as fêmeas iniciam o processo de emergência com a mastigação do córion do ovo, os machos são quimicamente atraídos (Johnson, 1984; Hajek; Eilenberg, 2007; Bueno *et al.*, 2012).

Figura 1. Ciclo de desenvolvimento de *Telenomus podisi*.



Extraído de: Bueno *et al.* (2012).

O adulto de *T. podisi* apresenta coloração preta, mede aproximadamente 1mm a 2mm de comprimento, alimenta-se de mel e substâncias açucaradas. O desenvolvimento do parasitoide torna-se perceptível pela mudança de cor dos ovos do hospedeiro, como nos ovos de *E. heros* (cor amarela), que quando parasitados mudam para marrom-acinzentado e depois para preto, que é a mesma cor dos parasitoides adultos (Figura 2) (Parra *et al.*, 2023).

As fêmeas de *T. podisi*, ao encontrarem uma massa de ovos de percevejos, utilizam as antenas em um movimento repetitivo para tatear os ovos, inserem o ovipositor na base do ovo e assim conseguem perceber se este já está parasitado ou não (Johnson, 1984). Após concluir a oviposição, no interior da estrutura ovular do hospedeiro, realiza-se a marcação mediante a passagem do ovipositor sobre a superfície do ovo parasitado, liberando um feromônio que permitirá às outras fêmeas identificar os ovos já parasitados.

Figura 2. Ovos de *Euschistus heros* escurecidos em função do parasitismo e desenvolvimento do parasitoide *Telenomus podisi*.



Foto: Autoria própria (2025).

Em situações de ocorrer superparasitismo, caracterizado pela oviposição de múltiplos ovos do parasitoide em um único ovo hospedeiro, estabelece-se uma competição intraespecífica entre as larvas de primeiro instar geralmente culmina na sobrevivência de uma única larva, completando seu desenvolvimento (Hajek; Eilenberg, 2018).

As fêmeas iniciam a oviposição já no primeiro dia após a sua emergência, contudo, a maior taxa de oviposição é registrada no segundo dia de vida, resultando em uma progênie com elevada proporção de fêmeas. A fecundidade média observada é de 104 ovos (Hajek; Eilenberg, 2018; Silva *et al.*, 2018). A espécie evidencia dimorfismo sexual visível nas antenas: as fêmeas detêm as antenas clavadas, em contrapartida os machos têm antenas filiformes (Figura 3) (Margaría *et al.*, 2009).

Devido à elevada eficiência de parasitismo pelo *T. podisi*, a utilização desse parasitoide é amplamente empregada como uma estratégia relevante no Manejo Integrado de Pragas (MIP). A liberação de *T. podisi* em campo, visando o controle biológico de percevejos, deve ser realizada com a chegada dos primeiros adultos da praga. As pupas de *T. podisi* podem ser liberadas tanto encapsuladas quanto expostas, visto que ambas as formas apresentam eficácia semelhante (Bueno *et al.*, 2020).

Figura 3. Dimorfismo sexual do parasitoide *Telenomus podisi*. Fêmea, antena clavadas (A) e Machos, antenas filiformes (B).

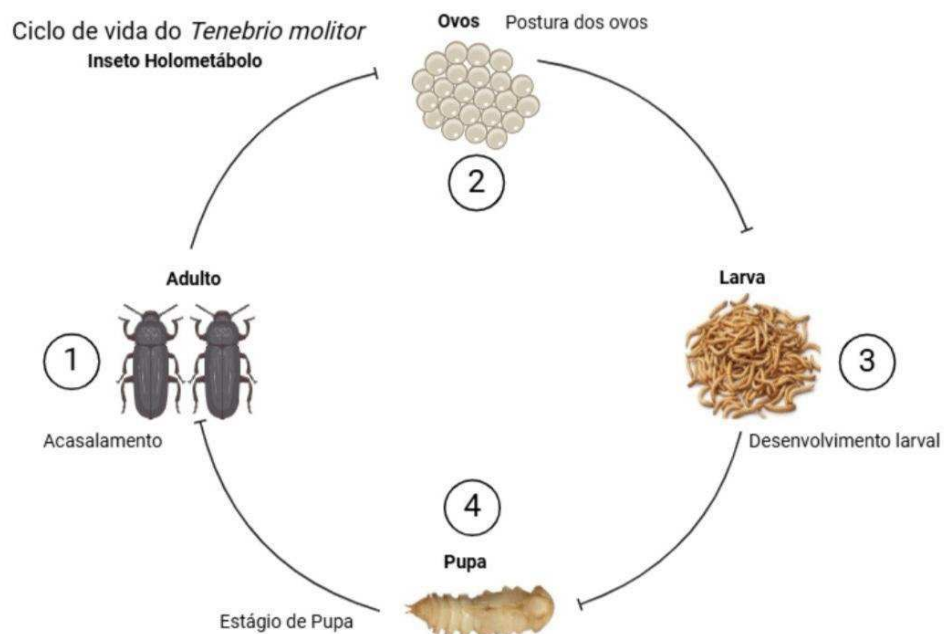


Foto: Autoria própria (2025).

2.4.2 Besouro, *Tenebrio molitor*

Tenebrio molitor (Coleoptera: Tenebrionidae), comumente denominado como larva-da-farinha, trata-se de um inseto holometábolo, cujo ciclo de desenvolvimento compreende os estágios de ovo, larva, pupa e adulto (Figura 4), nos quais a morfologia e composição variam (Kröncke *et al.*, 2023).

Figura 4. Esquema representativo do ciclo de vida do *Tenebrio molitor*.



Extraído de: Silva, M.S. (2025).

A fêmea do besouro oviposita em terrários, onde os ovos eclodem em 10 a 15 dias, sendo difíceis de distinguir no substrato. As larvas, inicialmente pouco visíveis, tornam-se perceptíveis apenas em estágios avançados de desenvolvimento. Durante o crescimento, realizam de 5 a 7 ecdises dependendo da temperatura e alimentação, exúvias são frequentemente observadas próximas à oviposição, pois as larvas permanecem agrupadas nessa fase. Posteriormente, se dispersam à medida que crescem, processo que dura cerca de 60 dias, ao atingirem 18 a 24 mm, iniciam a fase pupal (Oliveira *et al.*, 2021).

Após um período de 10 a 12 dias ocorre a emergência, numa temperatura de 18 - 20°C, iniciando a fase adulta, em geral, passam por vários estágios, normalmente após 3 a 4 meses, entretanto, a fase de larva pode estender-se entre 16 a 18 meses. A larva no estágio final tem a coloração castanho claro, mede de 20 a 32 mm de comprimento e pesa de 130-160 mg (Villela, 2018).

Este inseto apresenta hábitos majoritariamente noturnos e demanda, para otimização de sua produtividade, ambientes com baixa umidade e temperaturas situadas entre 26 °C e 32 °C. Sua alimentação é composta predominantemente por farelo de trigo, uma excelente fonte proteica, razão pela qual é popularmente denominada larva da farinha. Entretanto, visando à redução dos custos alimentares, muitos produtores de insetos optam pelo uso de farelo de milho como alternativa (Lins; Ferreira; Pederiva, 2018).

A reprodução do *T. molitor* ocorre exclusivamente por via sexuada. A oviposição tem início entre quatro e 17 dias após a cópula, com uma capacidade média de postura variando de 300 a 500 ovos (Santos, 2018). Machos e fêmeas de *T. molitor* possuem dimorfismo onde os machos possuem cabeça arredondada, escudo bem definido e com pontas, por outro lado, as fêmeas possuem a cabeça quadrada nas laterais, além disso, tem o escudo arredondado e são maiores que os machos (Figura 5) (Koch, 2013).

Esse inseto destaca-se como a espécie de inseto mais criada e comercializada para alimentação animal na Europa, sendo de grande indústria agrícola devido ao seu elevado valor nutricional (Toviho; Bársony, 2022). Em virtude de sua taxa de conversão alimentar significativamente superior à de outros animais, são capazes de converter uma menor quantidade de alimento em uma maior produção de massa corporal (Nascimento *et al.*, 2020).

As larvas de *T. molitor*, além de apresentarem elevado teor proteico, variando entre 25% e 75% com base na matéria seca, são também ricas em lipídios, vitaminas e minerais, com teor de gordura entre 10% e 50%. Ademais, contém todos os aminoácidos essenciais à nutrição humana (Kröncke *et al.*, 2023).

Figura 5. Dimorfismo sexual do besouro, *Tenebrio molitor*. Macho (A), Fêmea (B).

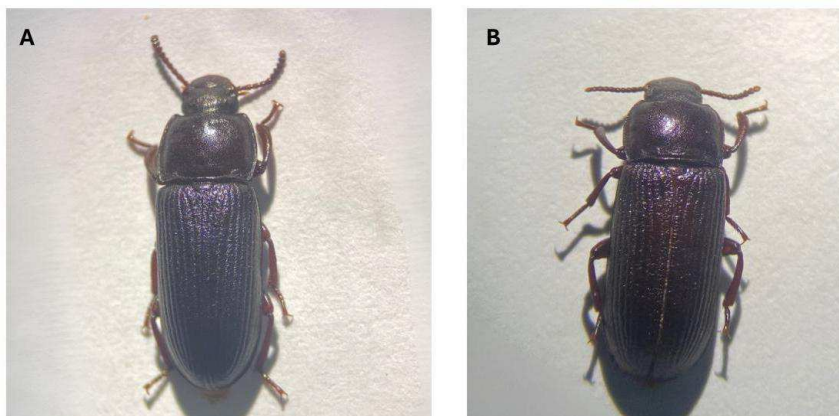


Foto: Autoria própria (2025).

Cabe ressaltar que as larvas são capazes de converter resíduos de baixa qualidade em alimento nutritivo, rico em energia, proteínas e lipídios, em curto tempo. Além disso, metabolizam a micotoxina zearalenona em alfa-zearalenol sem acumular toxinas em seus tecidos, evitando a transferência de substâncias tóxicas para animais que consomem produtos derivados delas. A zearalenona é uma micotoxina estrogênica produzida por *Fusarium graminearum* e outras espécies do gênero *Fusarium* (Vilella, 2018)

Os excrementos de *T. molitor*, conhecidos como frass, são ricos em matéria orgânica, nutrientes equilibrados e quitina, o que os torna promissores fertilizantes orgânicos para a agricultura. Esses resíduos atuam como bioestimulantes, fitofortificantes e biopesticidas, promovendo o crescimento vegetal e protegendo contra patógenos. Além disso, a microbiota presente no frass contém microrganismos benéficos com potencial agrícola. A incorporação no solo melhora a disponibilidade de nutrientes, estimula a atividade microbiana e não apresenta fitotoxicidade, contribuindo para a sustentabilidade e produtividade agrícola (Arias, 2018).

A exúvia de *T. molitor* demonstrou contribuir de forma significativa para o aumento da taxa de sobrevivência de alevinos de tilápia vermelha (*Oreochromis* spp.), reforçando não apenas o potencial biotecnológico desse subproduto, mas também a ampla versatilidade de uso do inseto em diferentes setores produtivos, as larvas de *T. molitor* são amplamente utilizadas como iscas na pesca esportiva e comercial, bem como fonte proteica sustentável e de alto valor nutricional na aquicultura, favorecendo o crescimento e a saúde de diversas espécies de peixes cultivados (Silva *et al.*, 2019).

2.4.3 Bicho-pau, *Extatosoma tiaratum*

Extatosoma tiaratum (MacLeay, 1826) popularmente conhecido como bicho-pau-de-espinhos, bicho-pau Australiano, bicho-pau-de-espinho-gigantesco, espectro de Macleay, entre outras denominações, é um inseto pertencente à ordem Phasmatodea e à família Phasmatidae, caracterizado pela notável capacidade de mimetizar a forma de galhos, folhas secas ou verde e até mesmo de líquens. Representam um grupo taxonômico ainda subexplorado, com aproximadamente 3.000 espécies descritas, amplamente distribuídas em ecossistemas de florestas tropicais e subtropicais em nível global (Constância *et al.*, 2010).

O bicho-pau apresenta um desenvolvimento incompleto da metamorfose conhecida como hemimetabolia, que é dividido em três fases: ovo, ninfa e o estágio adulto (Sottoriva, 2016). De maneira específica, as ninfas recém eclodidas dessa espécie expressam características morfológicas distintas em comparação à fase adulta (Brock; Hasenpusch, 2009; Shelomi, 2011).

De acordo com a morfologia deste inseto constitui um exemplo clássico de mimetismo, apresentando semelhança com galhos ou folhas, o que lhe confere uma camuflagem altamente eficaz frente a potenciais predadores (Costa *et al.*, 2023). Ademais, o comportamento de balançar suavemente para imitar o movimento das plantas ao vento aprimora essa camuflagem natural, reforçando seu disfarce no habitat e promovendo sua sobrevivência (Constância *et al.*, 2010).

O principal atrativo do bicho-pau-de-espinhos na fase adulta reside em sua aparência exótica, destacando-se as fêmeas pelo corpo coberto de espinhos e pela postura de alerta, na qual curvam o abdômen, assemelhando-se a um escorpião (Figura 6) (Clark, 1974; Brock; Hasenpusch, 2009). O dimorfismo sexual do *E.tiaratum*, se configura em que as fêmeas são maiores e mais robustas, características que ajudam na camuflagem e proteção. O abdômen achatado das fêmeas lembra folhas espinhosas, tornando sua camuflagem ainda mais eficiente.

A alimentação herbívora, fundamentada em plantas como *Eucalyptus* e *Acacia*, cumpre um papel crucial no metabolismo e saúde do inseto, tais fatores, em conjunto com parâmetros ambientais ideais, exercem influência indiretamente em seu desenvolvimento. Fêmeas que em sua dieta se alimentam de eucaliptos podem produzir, aproximadamente, 574 ovos ao longo do seu ciclo de vida e as que se alimentam de uma planta mais nutritiva (por exemplo, amora-brava, *Rubus brasiliensis*), registram-se mais de 900 oviposições (Hill *et al.*, 2020).

Figura 6. Adulto do Bicho-pau Australiano, *Extatosoma tiaratum*. São Luís, MA, 2025.



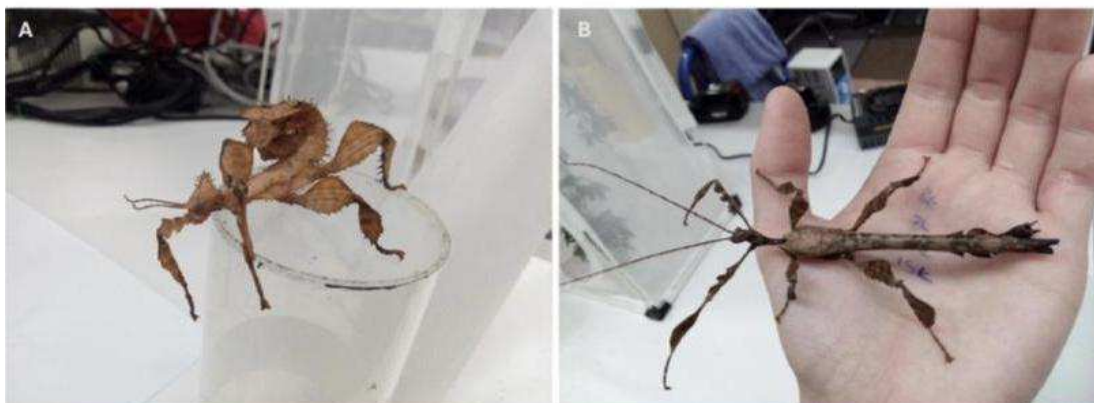
Foto: Autoria própria (2025).

Nas espécies sul-americanas, as fêmeas de *E. tiaratum* podem alcançar comprimentos de até 20cm, realizando até 8 ecdises ao longo do seu ciclo de vida, com longevidade de até 30 meses. Os machos, por sua vez, atingem comprimentos máximos de 11cm, efetuam aproximadamente 5 mudas do exoesqueleto e apresentam expectativa de vida de até 18 meses. Cada processo de ecdise dura em média entre 15 e 30 minutos, intervalo no qual o organismo permanece altamente vulnerável a ataques predatórios devido à rigidez reduzida do exoesqueleto recém-descamado (Carrascosa *et al.*, 2020).

Quando chega o momento da ecdise, o novo exoesqueleto forma-se sob o antigo, que se rompe dorsalmente. Nesse processo, o inseto cuidadosamente extrai o corpo e as pernas do exoesqueleto anterior, caracterizado por sua rigidez. O novo exoesqueleto, inicialmente é macio e flexível, e se expande até atingir a rigidez necessária para a proteção e sustentação do corpo (Australian, 2018).

No caso do bicho-pau-de-espinhos, as ninfas, em seu estágio inicial, exibem uma aparência convergente com a de formigas do gênero *Leptomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae), na qual se estabelece uma relação de mutualismo entre essas espécies, diferenciando-se de outros bichos-pau que mantêm uma aparência mais próxima da fase adulta desde o início, esse fenômeno ocorre devido ao fato de que as formigas transportam os ovos do bicho-pau para o interior do formigueiro, atraídas pela presença do capítulo, estrutura semelhante um invólucro que recobre a extremidade do ovo, conhecida como opérculo (Shelomi, 2011; Smart *et al.*, 2023).

Figura 7. Dimorfismo sexual do bicho-pau australiano *Extatosoma tiaratum*. Fêmea (A) e macho (B).



Extraído de: Smart H. R. *et al.* (2022).

Além dos fatores relacionados à dieta e à camuflagem, seu comportamento apresenta mudanças ao longo do tempo. Os recém-nascidos exibem habilidades de salto, comportamento que tende a reduzir-se com a mudanças de ecdise, esse comportamento tem como objetivo explorar o ambiente, fundamental para manutenção da vida em seu habitat natural (Zeng *et al.*, 2020). O bicho-pau australiano caracteriza-se por apresentar características morfológicas e comportamentais sofisticadas que lhe permitem superar os fatores limitantes do seu ecossistema. Esses insetos são fundamentais para a biodiversidade e o equilíbrio ecológico das florestas australianas, o que ressalta a importância da conservação de seu habitat natural (Costa *et al.*, 2023).

2.5 Insetos-praga

2.5.1 Percevejo-marrom-da-soja, *Euschistus heros*

O percevejo-marrom-da-soja, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) é uma espécie com aparelho bucal do tipo sugador, mais distribuída do Brasil, sua ocorrência vai desde a região Nordeste (oeste da Bahia) ao Sul do Brasil, em densidades populacionais que podem superar os limites de dano econômico (Sosa-Gómez *et al.*, 2020).

O hospedeiro principal desse inseto é a soja, no período de entressafra o percevejo sobrevive se alimentando de hospedeiros alternativos, podendo ser plantas daninhas, como também espécies cultivadas, como algodão e milho (Soria *et al.*, 2016). Essa espécie é nativa da região Neotropical e demonstrou elevada capacidade de adaptação às condições climáticas e agrícolas encontradas no sistema de produção de soja no Brasil, sendo classificada como um

dos principais agentes fitossanitários nocivos à cultura da soja (Figura 8) (Corrêa-Ferreira; Sosa-Gómez, 2017).

É perceptível que essa espécie de percevejo está ajustada às regiões onde predominam temperaturas elevadas, com a faixa de 26°C a 30°C sendo ideal para sua fecundidade. Considerando as atuais condições climáticas observadas em campo, pode-se compreender que o aumento da temperatura tende a afetar diretamente a dinâmica populacional desses insetos (Barrufaldi, 2015).

O ciclo de vida desses hemípteros inicia-se com a oviposição de pequenos conjuntos de 5 a 8 ovos de coloração amarela na superfície das folhas ou vagens. A fase embrionária dura de 3 a 7 dias.

Figura 8. Adulto e ovos do percevejo-marrom, *Euschistus heros*. São Luís, MA, 2025.



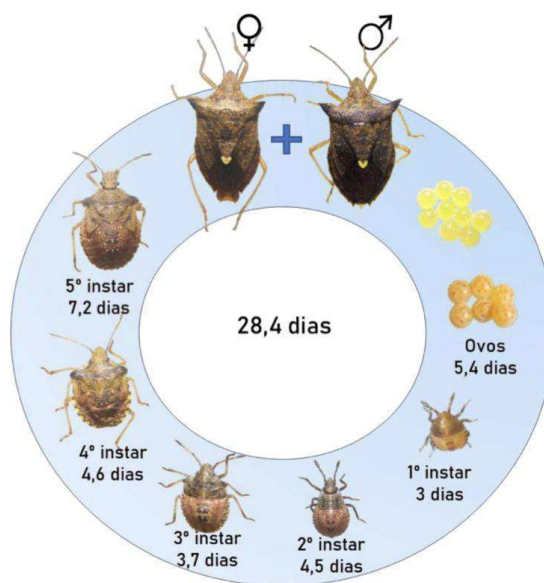
Foto: Autoria própria (2025).

Após a eclosão, as ninfas desenvolvem-se por meio de 5 ínstaras até alcançarem à fase adulta (Figura 9). O tegumento do percevejo, *E. heros* passa por um processo gradual de esclerotização até adquirir sua coloração marrom característica, indicativa do desenvolvimento completo da fase adulta. A média da duração destes percevejos é de 116 dias de vida quando adultos, podendo atingir 300 dias. Os indivíduos dessa espécie possuem dimorfismo sexual na fase adulta, em que o macho exibe uma placa contínua na genitália e a fêmea possui placas separadas (Silva, 2020).

O percevejo, *E. heros* alimenta-se desde o início da formação das vagens até a fase final de desenvolvimento das sementes, ocasionando perdas expressivas de produtividade e comprometendo a qualidade fisiológica e sanitária dos grãos, os danos mais severos frequentemente são causados no período final de desenvolvimento das vagens (R4) e início

de enchimento dos grãos (R5), estas lesões apresentam-se de forma mais intensas do que quando realizadas na fase de maturação fisiológica (R7) (Corrêa-Ferreira *et al.*, 2009).

Figura 9. Ciclo de desenvolvimento de *Euschistus heros* na cultura da soja.



Extraído de: Moreira, R. C. C. (2022).

A densidade populacional desses insetos sugadores na soja cresce progressivamente a partir do início do desenvolvimento das vagens no estágio R3 e, à proporção que as plantas de soja passam pela fase de enchimento de grãos nos estádios R5 e R6, observa-se um crescimento significativo da população de *E. heros*, devido à maior oferta de alimento e a emergência de uma nova geração de percevejos no campo (Corrêa-Ferreira; Sosa-Gómez, 2017).

O aumento populacional desses insetos pode ser explicado pela sua grande adaptabilidade ao ambiente em que se inserem, pelas mudanças climáticas e também pelas alterações realizadas no meio, especialmente no que se refere à rotação de culturas (Sosa-Gómez *et al.*, 2020). Durante os períodos de temperatura mais amena, o percevejo-marrom adulto desloca-se para as folhas superiores da planta facilitando o monitoramento. Em horários mais quentes, situa-se na parte mediana, área na qual se constata a maioria das lesões provocadas por esta espécie (Silva, 2020).

Os adultos de percevejo-marrom presentes nos estádios vegetativos da planta são consequência do mecanismo de dormência presente nesses insetos. Ao fim do ciclo produtivo da soja, os adultos migram das plantas e se refugiam em palhadas, em vegetações adjacentes

ou até mesmo em outros cultivos como milho, algodão e girassol (Roza-Gomes *et al.*, 2011; Soria *et al.*, 2016).

No cultivo da soja, *E. heros* pode completar entre três e quatro gerações anuais, apresentando elevados índices de sobrevivência durante o período de entressafra, atribuídos à sua capacidade de entrar em diapausa, um mecanismo fisiológico que permite a resistência a condições adversas (Puntel, 2022).

O monitoramento da presença de percevejos nas áreas cultivadas deve haver maior ênfase durante as fases em que as plantas apresentam maior suscetibilidade ao ataque, sendo essas fases (R3 a R6). Considera-se o nível de ação estabelecido de 2 percevejos por metro de fileira em campos destinados à produção de grãos e 1 percevejo por metro de fileira em cultivo de sementes, contabilizando as ninfas de 3º a 5º ínstar e os adultos (Corrêa-Ferreira *et al.*, 2009).

Caso a amostragem revele a presença de uma população média acima do nível de ação, são empregadas medidas de controle químico por meio da aplicação de produtos fitossanitários, que correspondem a principal medida para controle de percevejos em soja (Roggia *et al.*, 2019). Dos 121 inseticidas químicos acessíveis no mercado para o manejo do percevejo-marrom é preponderante o uso dos organofosforados, neonicotinoides e piretroides (Agrofit, 2025; Ribeiro *et al.*, 2016).

Agrotóxicos são largamente usados na cultura da soja, todavia, as respostas obtidas no controle de *E. heros* se apresentam inconsistentes, favorecendo maior oportunidade para a integração do uso do controle biológico. O emprego de agroquímicos indicados para o manejo de percevejos no controle das populações iniciais de lagartas desfolhadoras pode gerar pressão seletiva sobre as primeiras gerações de percevejos que colonizam a cultura. Dessa forma, essa seleção pode ser intensificada pelo uso contínuo dos mesmos inseticidas para controlar as gerações subsequentes de percevejo, elevando o risco de desenvolvimento de resistência de *E. heros* a esses produtos químicos (Sosa-Gómez; Omoto, 2012)

Diante desse cenário, o controle biológico tem emergido como um método integrado para o manejo de pragas na cultura da soja, destacando-se por diversas vantagens, entre as quais se incluem a eficácia no controle, a sustentabilidade ambiental, a redução dos custos de produção, a melhoria na qualidade dos produtos e a adequação às exigências legais e ambientais. Tais aspectos têm impulsionado o crescente interesse e adoção dessa estratégia (Gallo *et al.*, 2002; Fontes, 2020; Martins *et al.*, 2010).

3 METODOLOGIA

3.1 Local do estudo

O trabalho foi conduzido no Laboratório Biofábrica de Insetos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Curso de Agronomia, Campus São Luís, MA, em ambiente controlado de temperatura de $24 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar ($60 \pm 10\%$) fotofase de 12 h, no período de setembro de 2024 a julho de 2025.

3.2 Criação do parasitoide-de-ovos, *Telenomus podisi*

A metodologia adaptada de Moreira (2022) para a criação e multiplicação de *T. podisi* (Figura 10) utilizou ovos de *E. heros* com desenvolvimento embrionário inferior a 24 horas, que foram fixados em cartelas de cartolina branca (5,0 cm x 12,0 cm) com cola branca atóxica. Essas cartelas foram submetidas ao parasitismo pelas fêmeas por 48 horas, sendo estas provenientes da criação mantida no Laboratório de Entomologia (Figura 10A).

Figura 10. Criação de *Telenomus podisi*. (A) Ovos de *Euschistus heros* fixados em cartelas de cartolina. (B) Recipiente plástico, contendo no interior uma cartela com ovos de *Euschistus heros* identificada com data de parasitismo e emergência do parasitoide. São Luís, MA. 2025.

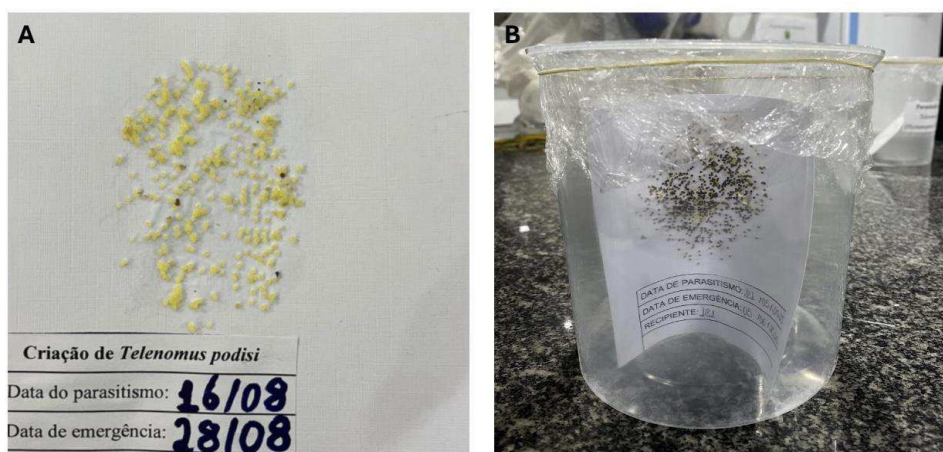


Foto: Autoria própria (2025).

Após o período de parasitismo, a cartela foi colocada em recipientes plásticos (14,5 cm de altura x 43,0 cm de diâmetro) vedados por filme PVC com pequenos orifícios para propiciar as trocas gasosas. Com auxílio de um pincel foi oferecido filetes de mel puro aplicados cuidadosamente na lateral interna do recipiente de criação (Smaniotto *et al.*, 2013). As cartelas eram feitas uma vez por semana e inseridas nos recipientes da geração anterior do parasitoide

e retiradas após 48 horas realizando o mesmo procedimento descrito anteriormente para dar continuidade à criação.

3.3 Criação do besouro *Tenebrio molitor*

O besouro, *T. molitor* foi adquirido a partir de matrizes fornecidas por empresa especializada e, no laboratório seguiu-se a metodologia adaptada de Minas *et al.* (2016) para iniciar a criação da espécie foram utilizadas caixas plásticas (12cm x 7cm x 6cm), de acordo com a fase de desenvolvimento da espécie (Figura 11). A alimentação oferecida foi composta por 50% farelo de trigo e 50% farelo de milho utilizado também como substrato para postura e abrigo dos insetos.

Figura 11. Criação do besouro, *Tenebrio molitor*. Caixas plásticas contendo a fase larval (A), fase de pupa (B) e fase adulta (C). São Luís, MA. 2025.

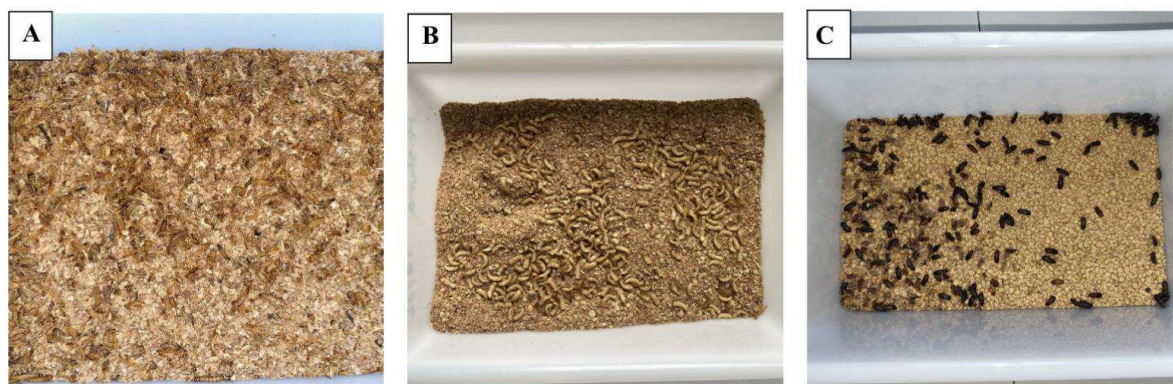


Foto: Autoria própria (2025).

As caixas de criação passaram por higienização a cada 15 dias, com a separação da fase de desenvolvimento (ovo, larva do 1º ao 5º ínstar, pupa e adulto), remoção dos indivíduos mortos, substrato peneirado e trocado por uma nova porção. Quando foram observadas pupas de *T. molitor*, estas eram retiradas manualmente das caixas e transferidas para outras caixas plásticas de criação para facilitar o manejo, permanecendo nesses recipientes até a emergência dos adultos. Após a emergência dos adultos, realizou-se a coleta dos adultos, que, por sua vez, foram colocados em caixas para reprodução

3.4 Criação de bicho-pau australiano, *Extatosoma tiaratum*

Para a criação dessa espécie, o laboratório recebeu um exemplar (ninfa) por meio de doação de um criador especializado na espécie. A criação foi conduzida seguindo a metodologia

adaptada de Spadoni *et al.* (2015). A ninfa foi criada em uma gaiola de madeira (51 cm x 46 cm x 33 cm) contendo vidro e tecido tipo ‘voil’. A gaiola de criação da ninfa de *E. tiaratum* era monitorada diariamente para observação da umidade e temperatura no seu interior. Para manter a umidade do local, foi pulverizada água quando observada que a umidade estava abaixo de 70% e a temperatura com um termo-higrômetro (Figura 12).

Figura 12. Criação de *Extatosoma tiaratum*. (A) Gaiola de madeira com tampas de vidro e tecido ‘voil’. Galhos com folhas de goiabeira (*Psidium guajava*) para a alimentação da ninfa de *E. tiaratum*. (C) Placas de Petri acondicionadas no interior da gaiola. São Luís, MA. 2025.



Foto: Autoria própria (2025).

A alimentação da ninfa de *E. tiaratum* consistiu em folhas de goiabeira (*Psidium guajava*) eram trocadas uma vez por semana. A limpeza da gaiola era feita duas vezes na semana, retirando-se as fezes e as folhas secas. Na ocasião da limpeza, quando a ninfa atingiu a fase adulta, os ovos de *E. tiaratum* obtidos por partenogênese eram cuidadosamente removidos, quantificados e anotados para se determinar a quantidade de ovos durante o período de oviposição da espécie. Em seguida, foram acondicionados em placas de Petri contendo o substrato vermiculita e mantidos dentro da gaiola.

3.5 Criação do percevejo, *Euschistus heros*

A criação de *E. heros* foi estabelecida a partir de ovos adquiridos de criação estabelecida no Laboratório de Entomologia do CCA, Curso de Agronomia, São Luís, MA. Para tanto, ovos do *E. heros* foram dispostos em placa de Petri (90 x 15 mm), previamente forradas com papel toalha e cobertas com filme plástico de PVC, contendo uma vagem fresca (Figura 13A) (Silva *et al.*, 2008) até a eclosão das ninfas de 1º ínstar.

Assim que atingiram o 2º ínstar, as ninfas foram transferidas para caixas plásticas transparente de 5 L (33 cm x 21,8 cm x 10,3 cm) com abertura central na tampa fechada com tela de tecido ‘voil’, permitindo a adequada circulação de oxigênio, e simultaneamente, impedindo a fuga dos insetos, onde permaneceram até atingirem a fase adulta (Figura 13B).

Na fase adulta, os percevejos foram colocados em gaiolas plásticas transparentes de 8L (Figura 13C). A dieta de ninfas e adultos dos percevejos foi composta por vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris* L., 1753) alocadas no interior das gaiolas e um mix de grãos composto por de amendoim (*Arachis hypogaea* L., 1753), soja [*Glycine max* (L) Merrill (1917)] e sementes de girassol (*Helianthus annuus* L., 1753) (Borges *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2016) sendo realizada a troca do alimento em manutenções semanais durante três vezes por semana.

Figura 13. Criação de *Euschistus heros*. (A) Placas de Petri, forradas com papel toalha e revestidas com filme plástico, contendo em seu interior ovos de *E. heros*. (B) Caixa plástica com abertura central na tampa, forrada com papel toalha, com vagem e mix de grãos para alimentação das ninfas. (C) Gaiola plástica contendo adultos do percevejo *E. heros* com vargem, mix de grãos e pedaços de tule como substrato para oviposição. São Luís, MA. 2025.



Foto: Autoria própria (2025).

Nas gaiolas de adultos, foram dispostos pedaços de tecido ‘tule’ pendurados em arames como substrato para a oviposição e quando observadas a presença de ovos do percevejo, estas foram retiradas no decorrer de três vezes por semana e pesadas em balança de precisão. Em seguida, foram acondicionados em placas de Petri envolvidas com filme plástico e forradas com

papel toalha, acompanhadas de uma vagem fresca (Silva *et al.*, 2008) visando à continuidade da criação dos percevejos.

3.6 Atividades de extensão

O atendimento das visitas no laboratório e fora deste foram feitos por meio de agendamento via formulário do Google Forms, disponibilizado na página do Instagram do Laboratório Biofábrica de Insetos. No final de cada exposição, cada visitante recebeu um folder informativo contendo informações e ilustrações sobre os insetos estabelecidos (Spadoni *et al.*, 2015) e assinaram um livro de registro e esses dados coletados foram utilizados para determinar o número de visitantes e o tipo de público atendido.

Para atender a agenda de visitas do público-alvo no laboratório e fora da sede (eventos em escolas estaduais e/ou municipais da região metropolitana de São Luís, MA) insetos vivos oriundos das criações eram apresentados com temas gerais e específicos da biologia, ecologia e conservação, além de aspectos comportamentais (Hernandez, 2016). Esses insetos foram exibidos em recipientes de acrílicos, gaiolas de madeiras e caixas plásticas, tanto a “olho nu” quanto com o uso de lupa binocular evitando o mínimo de estresse aos animais.

O Laboratório Biofábrica de Insetos através do Edital do Programa Institucional de Bolsas de Extensão-PIBEX (nº 19/2023- PROEXAE/UEMA) foi contemplado com o projeto intitulado "Desvendando o Mundo dos Insetos para crianças em séries iniciais: Uma oportunidade de aprender". Além desse, o Laboratório também tem em andamento o projeto intitulado "Extensão aplicada ao ensino-aprendizagem da educação ambiental por meio da "Biofábrica de Insetos: Caminho para a Inovação e Sustentabilidade". O objetivo desses projetos é de levar conhecimento sobre os insetos e promover a Educação Ambiental além de conscientizar o público-alvo a atuar como agentes multiplicadores na sociedade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com estabelecimento da criação das espécies de insetos o Laboratório Biofábrica de Insetos da UEMA atendeu ao longo da condução um público de aproximadamente 1.500 visitantes entre eles crianças, jovens e adultos (Figura 14) consolidando como um espaço socioeducador fundamental para a educação ambiental, promovendo a integração entre ensino, pesquisa, extensão e inovação com a exposição dos insetos benéficos e pragas agrícolas.

Figura 14. Atividades desenvolvidas no Laboratório Biofábrica de Insetos da UEMA. São Luís, MA, 2025.



Foto: Autoria própria (2025).

Durante as visitas o público-alvo teve a oportunidade de adquirir conhecimento e habilidades necessárias para a desmistificação dos insetos, visto que, a visão dos insetos como seres nojentos é frequentemente relatada entre as pessoas que associam como agentes transmissores de doenças (Silva; Silva; Fróes, 2019). Essa percepção de repulsa dos insetos evidencia a importância de conscientizar a sociedade sobre a importância dos insetos para a manutenção dos serviços ecossistêmicos essenciais, promovendo uma valorização mais ampla desses artrópodes no contexto ambiental (Alves *et al.*, 2019).

Nas visitas realizadas em escolas, eventos e no laboratório o público-alvo foi constituído por professores e estudantes de diferentes faixas etárias desde a educação infantil até o ensino superior, proporcionando a interação com experiências lúdicas e interativas com insetos benéficos e pragas agrícolas e favorecendo a construção de uma visão integrada dos serviços ecossistêmicos, ressaltando a importância para o equilíbrio ambiental. No estudo de Negrini *et al.* (2021) evidenciaram que o uso do recurso didático aprimora a habilidade de identificar os insetos, compreendendo sua presença no cotidiano e seu papel fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas.

As ações do Laboratório que foram realizadas fora da sede ocorreram no Colégio Sol, localizado no bairro Chácara Brasil, São Luís, MA, e atendeu aproximadamente 1.000 pessoas entre crianças, adolescentes e professores. Os extensionistas do laboratório foram responsáveis pela condução das oficinas, rodas de conversa e atividades teatrais que abordaram mitos e verdades sobre os insetos, promovendo educação ambiental inclusiva e participativa (Figura 15).

Figura 15. Ação extensionista do laboratório Biofábrica de Insetos da UEMA realizada no Colégio Sol. (A) Visualização dos insetos em lupa e em caixas entomológicas (B). São Luís, MA, 2025.



Foto: Carvalho, J. A. M. (2025).

Essa ação foi especialmente importante, visto que grande parte do público-alvo tem dificuldade em compreender o papel dos insetos na natureza e os processos ecológicos nos quais estão envolvidos; por isso, é fundamental utilizar recursos lúdicos que facilitem e tornem mais claro esse entendimento (Carvalho *et al.*, 2022). Durante as atividades, foi notório o interesse e o entusiasmo e a empolgação do público-alvo em visualizar os insetos em lupa (Figura 15A) e nas coleções entomológicas (Figura 15B).

Nesse contexto, o uso de diferentes metodologias alternativas abordadas proporcionam uma interação mais direta com insetos, favorecendo uma maior participação dos alunos e incentivam o desenvolvimento do conhecimento sobre os insetos (Baccin *et al.*, 2020).

Além das visitas escolares, o Laboratório Biofábrica de Insetos da UEMA tem ampliado significativamente seu impacto socioeducativo através da participação em eventos de relevância regional, como a 21ª edição da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) em outubro de 2024 promovido pela Secretaria de Ciência e Tecnologia do Governo do Estado do Maranhão e o Marandu Summit pela Agência de Inovação e Empreendedorismo da UEMA (MARANDU) em novembro de 2024 colaboraram na promoção e visibilidade do laboratório pela divulgação da extensão, pesquisa e inovação fortalecendo parcerias com instituições públicas e privadas.

A participação no Marandu Summit 2024, um dos principais eventos de inovação e empreendedorismo do Maranhão, possibilitou à Biofábrica apresentar resultados de pesquisa e inovação para um público diversificado, incluindo pesquisadores, empresários e representantes do setor público. O evento contou com cerca de 2.500 participantes presenciais e mais de 5.000 espectadores online, proporcionando um ambiente propício para o fortalecimento de parcerias estratégicas e para a divulgação do potencial da Biofábrica como agente de inovação tecnológica e desenvolvimento (Figura 16A).

Figura 16. Participação do laboratório Biofábrica de Insetos da UEMA na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (A) e no Marandu Summit (B). São Luís, MA, 2024.



Foto: Autoria própria (2025).

Na 21ª edição da Semana Nacional de Ciências e Tecnologia (SNCT) realizada em 2024 teve como tema “Biomias do Brasil: diversidade, saberes e tecnologia social”, destacando a importância da ciência e tecnologia para a sustentabilidade e o desenvolvimento, com foco na diversidade natural do Brasil e nas soluções inovadoras para a preservação dos recursos naturais e a Biofábrica de Insetos participou ativamente integrando metodologias ativas ao evento com ações de educação ambiental (Figura 16B).

Essa contribuição está em consonância com as proposições de Leal (2020) que enfatiza que o ensino da Entomologia deve ser implementado por meio de metodologias ativas de ensino que requerem a participação ativa e a interação dos indivíduos envolvidos no processo de

aprendizagem, com o objetivo de ampliar as abordagens sobre o estudo e torná-lo mais atrativo, promovendo, inclusive uma maior aproximação do conteúdo que está sendo exposto.

É pertinente mencionar que o Laboratório Biofábrica de Insetos desempenha um papel estratégico na qualificação de recursos humanos na área de criação de insetos e principalmente no fortalecimento do controle biológico no Maranhão ao produzir insetos pragas, como o percevejo-marrom, *E. heros* e a vespa, *T. podisi*, parasitoide de ovos de percevejos que causam prejuízos significativos nas culturas da soja e arroz no Brasil.

A criação dessas espécies de insetos permite a aplicação prática de conteúdos apresentados em sala de aula permitindo o conhecimento prático do assunto. De forma complementar a atuação do Laboratório como ferramenta de ensino, pesquisa e extensão capacitando estudantes, técnicos e produtores rurais para a adoção do controle biológico resulta em uma integração entre academia e campo fortalecendo a difusão de tecnologias sustentáveis e a inovação, preparando profissionais para um mercado emergente e contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico do Maranhão, Brasil.

Outro vértice da contribuição são os projetos de pesquisa realizados com espécies como percevejo-marrom-da-soja, *E. heros*, praga de grande relevância e parasitoide de ovos *T. podisi* demonstram o potencial da Biofábrica para gerar produtos biotecnológicos que podem ser aplicados em grande escala, ampliando as soluções para o Manejo Integrado de Pragas (MIP) no estado.

Portanto, a consolidação da criação das espécies de insetos possibilitou a institucionalização da Biofábrica de Insetos como Laboratório representando um avanço no fortalecimento do ensino, extensão, pesquisa e inovação. A aprovação oficial do Laboratório Biofábrica de Insetos ocorreu por meio da Resolução N.º 652/2025-CAD/UEMA, aprovada pelo Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE/UEMA) consolidando sua importância institucional e ampliando seu papel estratégico na formação acadêmica e no desenvolvimento científico da Universidade (ANEXO A).

Os resultados observados a partir dessa institucionalização indicam que o Laboratório Biofábrica de Insetos tem se tornado uma ferramenta fundamental para o ensino-aprendizagem prático, permitindo que estudantes e pesquisadores desenvolvam competências técnicas em manejo e produção de insetos benéficos e pragas (Figura 17).

Figura 17. Laboratório Biofábrica de Insetos da UEMA. (A) Antes e depois (B) do estabelecimento das criações de Insetos. São Luís, MA. 2025.



Foto: Autoria própria (2025).

5 CONCLUSÃO

- A criação de insetos benéficos e pragas na Biofábrica de Insetos configura como local inovador para o ensino da Entomologia na UEMA constituindo como ferramenta de ensino-aprendizagem aplicada na extensão universitária.
- A Biofábrica de Insetos da UEMA consolida-se como um espaço estratégico para o fortalecimento de ações de extensão universitária ao promover a educação ambiental de forma integrada aos programas educacionais desenvolvidos na Universidade, ampliando o diálogo com a sociedade e o fomento à pesquisa aplicada colaborando para o desenvolvimento regional e para a formação de profissionais comprometidos com a sustentabilidade dos agroecossistemas e a inovação.

REFERÊNCIAS

ADJAVON, F. J. M. A. *et al.* Adult House Fly (Diptera: Muscidae) Response to Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Associated Substrates and Potential Volatile Organic Compounds Identification. **Environmental Entomology**, v. 50, n. 5, p. 1037-1044, 2021.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília: MAPA, 2025. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 07 mai. 2025.

ALBUQUERQUE, Maria Elijane Lopes *et al.* Percepções Etnozoológicas de alunos do ensino médio sobre insetos. **Revista Ciências & Ideias**. v. 13, n. 1, p. 118-140, 2022.

ALVES, A. C. *et al.* Conhecimento etnoentomológico dos moradores do município de Buriticupu, Maranhão, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 32, p. 97-105, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2019v32n2p97>. Acesso em: 17 jun. 2025.

ALVES, M. H.; ARAÚJO, M. A. S.; ASSIS, T. K. C. Conhecimento e importância dos insetos, sob a óptica dos alunos do 7º ano de uma escola pública de Parnaíba-PI. In: BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000. 2017.

ARAÚJO, R. C. S. *et al.* Entomofauna da Área de Proteção Ambiental Morros Garapenses: Conhecimento e Educação Ambiental. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Recife, v. 7, n. 2, p. 11, 2019. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/271/188>. Acesso em: 07 mai. 2025.

ARAÚJO, P.; BAPTISTA, G.; COSTA NETO, E. Representações de “insetos” por crianças do ensino fundamental e implicações para o diálogo nas aulas de ciências naturais. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 4, p. 510-524, 20 nov. 2020.

ARIAS, J. P. Nuevos abonos a partir de excrementos de insecto: el caso del gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) New fertilizers from insect's excreta: the mealworm (*Tenebrio molitor*) case. **Revista Ingeniería y Región**, Cali, v. 19, 2018. Disponível em: <https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/download/1840/3127?inline=1>. Acesso em: 12 mai. 2025.

AUSTRALIAN M. **Care of Stick Insects**. 2018 (On-line). Disponível em: <https://australian.museum/learn/animals/insects/care-of-stick-insects/>. Acesso em: 13 maio 2025.

BARRUFALDI, A. P. F. **Influência das temperaturas constantes e flutuantes sobre as características biológicas de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) em gerações sucessivas**. 2015. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/e25ea24c-54f5-48ac-87c7-6dcf459d2b47>. Acesso em: 17 maio 2025.

BIANCHI, O.; COSTA, G. H.; CATELLI, F. Estratégias de Ensino. **Scientia cum industria**, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 13 - 16, 2020.

BORGES, M. *et al.* **Metodologias de criação e manejo de colônias de percevejos da soja (*Hemiptera-pentatomidae*) para estudos de comportamento e ecologia química**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BROCK, P. D.; HASENPUSCH, J. W. The Complete Field Guide to Stick and Leaf Insects of Australia. **CSIRO Pub**, [S.l.], p. 74, 2009.

BUENO, A. F. *et al.* Inimigos Naturais das Pragas da Soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Orgs.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 493-598.

BUENO, A. F. *et al.* Release of the egg parasitoid *Telenomus podisi* to manage the Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros*, in soybean production. **Crop Protection**, Reino Unido, v. 137, p. 105310, 2020.

CAPUTA, P. Recent Advances in Insect Biotechnology. **Learning Materials in Biosciences**, [S.l.], p. 65–80, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-26776-5_4. Acesso em: 11 maio 2025.

CARRASCOSA, L. *et al.* Sala do Bicho-Pau. **Parque escola**, Santo André, 2020. Disponível em: <https://parqueescola.org.br/bicho-pau/>. Acesso em: 12 maio 2025.

CARVALHO, A. L.; NASCIMENTO, Y.; SÁ, D. M. C. Caixa entomológica como recurso didático para aulas sobre a classe insecta. **Diversitas Journal**, Alagoas, v. 7, n. 1, p. 0449-0462, 2022.

CLARK, J. T. **Stick and Leaf Insects**, Barry Shurlock, p. 14, 36, 1974.

CONSTÂNCIA, P. *et al.* **Insetos: uma aventura pela Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2010. Disponível em: <https://www.ioc.fiocruz.br/educacao-em-saude/insetos-uma-aventura-pela-biodiversidade> Acesso em: 18 maio 2025.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MINAMI, C. A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja - Série Sementes**. Circular Técnica n. 67. Londrina: Embrapa Soja, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/471343/1/cirtec67.pdf>. Acesso em: 18 maio 2025.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. **Percevejos e o sistema de produção soja-milho**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1086374>. Acesso em: 17 maio 2025.

COSTA, J. *et al.* Unraveling the sexual dimorphism of first instar nymphs of the giant stick insect, *Cladomorphus phyllinus* Gray, 1835, from the Atlantic Forest, Brazil. **Animals**, Basel, v. 13, n. 22, p. 3474, 2023.

DINIZ, F.; SANTANA, I.; REYNOL, F. **Fábricas biológicas**. Brasília, DF: Notícias Embrapa, 2015. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3624041/fabricas-biologicas?p_auth=USPQpJXV. Acesso em: 11 maio 2025.

DREW, C. From Maggots to Millions: Biomimicking the Fly to Feed Humanity from its Waste in the 21st Century. **Journal for Undergraduate Ethnography**, Halifax v. 9, n. 2, p. 3-18, 2019.

FONTES, E. M. G.; INGLIS, M. C. V. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília: Embrapa, 2020.

FRANCUSKI, L.; BEUKEBOOM, L. W. Insects in production – an introduction. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, Holanda, n. 168, p. 422-431, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/EEA.12935>. Acesso em: 11 mai. 2025.

FREITAS, T. F. S.; OLIVEIRA, J. V.; FIUZA, L. Inimigos naturais em arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 58, n. 455, p. 20-22, 2010.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos: fundamentos da entomologia**. 5. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2017.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects: an outline of entomology**. São Paulo: John Wiley & Sons, 2014.

HAJEK, A. E.; EILENBERG, J. **Natural enemies: an introduction to biological control**. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

HERNÁNDEZ, M. I. M. **Diversidade de Insetos do Parque Ecológico do Córrego Grande: Educação Ambiental e Conservação**. Relatório de projeto de extensão. Florianópolis, p. 25, 2016.

HILL, S.; SILCOCKS, S.; ANDREW, N. Impacts of temperature on metabolic rates of adult *Extatosoma tiaratum* reared on different host plant species. **Physiological Entomology**, Estados Unidos, v. 45, n. 1, p. 7-15, 2020.

JOHNSON, N. F. Systematics of Nearctic *Telenomus*: classification and revisions of the *podisi* and phymatae species groups (Hymenoptera: Scelionidae). **Bulletin of the Ohio Biological Survey**, Ohio, v. 6, n. 3, p.11, 1984.

JOSLIN, E. B; ROMA, A. C; A importância da Educação Ambiental na formação do pedagogo: construção de consciência ambiental e cidadania. **Revista Ciência Contemporânea**, v.2, n.1, p. 95-110. 2017.

KOCH, R. **Criação de Curió**. Tubarão: Wenobe, 2013. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/372251729/manual-para-criao-de-curio-pdf>. Acesso em: 22 mai. 2025.

KOOP, C.; VOLPI, T. A. Comparação do conhecimento entomológico entre alunos de zona urbana e rural. **Revista eletrônica científica Ensino interdisciplinar – RECEI**, Mossoró, v. 7, n. 20, mar. 2021. Disponível em: <http://natal.uern.br/periodicos/index.php/RECEI/article/view/2506/2650>. Acesso em: 18 maio 2025.

KRÖNCKE, N. *et al.* Analysis of the Composition of Different Instars of *Tenebrio molitor* Larvae using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy for Prediction of Amino and Fatty Acid Content. **Insects**, Suíça, v. 14, n. 4, p. 310-310, 23 mar. 2023.

LEAL, S. C. **Uso de metodologias ativas de entomologia no ensino médio**. 2020. 192f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=9678682. Acesso em: 13 junho. 2025.

LEO, D. M. **Insect production systems and methods**. 2021 (On-line). Disponível em: <https://www.freepatentsonline.com/y2021/0137137.html>. Acesso em: 28 maio 2025.

LEXIKON. Dicionário Aulete Digital. **Aulete**, 2020. Disponível em: <https://www.aulete.com.br/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

LINS JUNIOR, J. C.; FERREIRA, L. C. F.; PEDERIVA, K. D. A. Desenvolvimento de larvas de *tenebrio molitor* L. em diferentes dietas visando a produção de insetos para consumo humano. **Connectionline**, Mato Grosso, v. 18, n. 18, p. 93-101, 2018.

MARGARÍA, C. B.; LOIÁCONO M. S.; LANTERI A. A. New geographic and host records for scelionid wasps (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoids of insect pests in South America. **Zootaxa**, Nova Zelândia, v. 2314, n. 1, p. 41-49, 2009.

MARTINS, C. B. da C. **Estudo da fauna de Coleoptera (Insecta) associada à carcaça de *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 em Curitiba, Paraná.** 2005. 37f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MARTINS, J. F. S. *et al.* **Efeito de fungos entomopatogênicos na redução populacional do percevejo-do-colmo do arroz.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014.

MARTINS, J. F. S. *et al.* **Situação do controle biológico de insetos-praga da cultura do arroz na região Sul do Brasil.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.

MINAS, Ramon Santos de. **Antropoentomofagia e entomofagia: insetos, a salvação nutricional da humanidade.** Brasília: Editora Kiron, p. 388, 2016.

MELLO, L. G. A importância da educação ambiental no ambiente escolar. **Ecodebate**, 14 mar. 2017. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2017/03/14/importancia-da-educacao-ambiental-no-ambiente-escolar-artigo-de-lucelia-granja-de-mello/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

MOREIRA, R. C. C. **Fungos entomopatogênicos sobre *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera, Pentatomidae) e o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Scelionidae).** Orientador: Joseane R. de Souza. 2022, 88f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente), Balsas, 2022.

MATOS, C. H. C. *et al.* Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 9, n. 1, p.19-23, 2009.

NASCIMENTO, A. F. *et al.* Insetos: alimento sustentável para nutrição animal. **Sustentabilidade no agronegócio**, v. 1, n. 1, p.275, 2020.

NEGRETTI, R. R. D.; COSTA, A. M. S.; COSTA, C.A.V. Coleção didática de insetos como ferramenta pedagógica no ensino médio técnico em agropecuária. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 18 n. 38, p. 236, 2021.

OLIVEIRA, C. *et al.* Cartilha de criação de *Tenebrio molitor* para iniciantes. **Apostila de criação de *Tenebrio molitor***. p. 8 [S.1], 2021.

OLIVEIRA, D. G. P. *et al.* Biological parameters of *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) and its susceptibility to entomopathogenic fungi when fed on different diets. **Brazilian archives of biology and technology**. Curitiba, v. 59, p. e16150141, 2016.

ORTIZ, J. A. C. *et al.* Insect Mass Production Technologies. **Insects as Sustainable Food Ingredients**. São Paulo: Elsevier, 2016.

PARRA, L. M. *et al.* Optimizing mass rearing of the egg parasitoid, *Telenomus podisi*, for control of the brown stink bug *Euschistus heros*. **Insects**, Basel, v. 14, n. 5, p. 435, 2023.

PIRES, I. C. C.; RAZERA, J. C. C. Uma experiencia de ensino sobre insetos aquáticos para a educação básica: planejamento, aplicação e análise à luz da teoria cognitiva social de Bandura. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 652-666, 2021.

PUNTEL, L. *et al.* **Efeito de compostos modificadores de comportamento aplicados no manejo de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) na soja**. 2022. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2022.

RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. 2. ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012.

RAFAEL, J. A. *et al.* Apresentação: a diversidade de insetos no Brasil. *In*: RAFAEL, J. A. *et al.* (orgs). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2. ed. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2024. p. 9-12. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/40223>. Acesso em: 10 maio 2025.

RAMACHANDRAN, V.; ROSEN, T. Insecta Class: Caterpillars, Butterflies, Moths. **Dermatological Manual of Outdoor Hazards**, [S.l.], p. 137-165, 2020.

RIBEIRO, F. C *et al.* Manejo com inseticidas visando o controle de percevejo marrom na soja intacta. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 3, n. 2, p. 48-53, abr./jun. 2016. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1132>. Acesso em: 18 maio 2025.

ROZA-GOMES, M. F. *et al.* Injuries of four species of stink bugs to corn seedlings. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 1115–1119, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/295663538_Injuries_of_four_species_of_stink_bug_s_to_corn_seedlings. Acesso em: 18 maio 2025.

FONSECA, Alysson *et al.* Aves em liberdade: solte essa ideia!: relato de ações extensionistas voltadas para a preservação ambiental. **Em Extensao**, v.17, n.1, 243 – 260, 2018. Disponível em: <https://doaj.org/article/8484e08eb5e6451aaf2350f75e3ceaa0>. Acesso em: 18 maio 2025.

ROGGIA, S. *et al.* **Eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) em soja, na safra 2018/2019: resultados sumarizados de ensaios cooperativos.** Circular Técnica n. 154. Londrina: Embrapa, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1113935/eficiencia-de-inseticidas-no-controle-do-percevejo-marrom-euschistus-heros-em-soja-na-safra-20182019-resultados-sumarizados-de-ensaios-cooperativos>. Acesso em: 19 abr. 2025.

SANTOS, D. C. J; SOUTO, L. S. Coleção entomológica como ferramenta facilitadora para a aprendizagem de Ciências no ensino fundamental. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 7, n. 5, p. 1-8, 2011. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/310/186>. Acesso em: 18 maio 2025.

SANTOS, G. C. **Climatização de criadouro de Tenebrio Molitor utilizando arduino e célula Peltier.** São Cristovão: IFS, 2018.

SHELOMI, M. Phasid eggs do not survive digestion by quails and chickens. **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, v. 20, p. 159-162, 2011. <https://doi.org/10.1665/034.020.0203>. Disponível em: <https://bioone.org/journals/journal-of-orthoptera-research/volume-20/issue-2/034.020.0203/Phasid-Eggs-Do-Not-Survive-Digestion-by-Quails-and-Chickens/10.1665/034.020.0203.full?tab=ArticleLink>. Acesso em: 13 maio 2025.

SILVA, B. M.; SILVA, R. R.; FRÓES, M. A. Novas percepções conquistadas por alunos do ensino integral da escola Felipe dos Santos no Município de Inconfidentes-MG sobre alguns artrópodes por meio da educação ambiental. **Revista Insignare Scientia-RIS**, Cerro Largo, v. 2, n. 1, p. 91-103, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/10741>. Acesso em: 17 jun. 2025.

SILVA, C. C. *et al.* *Euschistus heros* mass rearing technique for the multiplication of *Telenomus podisi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 2008.

SILVA, G. V. *et al.* Biological characteristics and parasitism capacity of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) on eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Agricultural Science**, Richmond Hill, v. 10, n. 8, p. 210-220, 2018.

SILVA, P. G. **Distribuição vertical e efeito dos inseticidas fisiológicos no controle de *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja**. 2020. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1136052>. Acesso em: 17 maio 2025.

SMART, H. R.; ANDREW, N. R.; O'HANLON, J. C. Ant mediated dispersal of spiny stick insect (*Extatosoma tiaratum*) eggs and *Acacia longifolia* seeds is ant-species dependent. **Australian Journal of Zoology**, Clayton South, v. 70, n. 4, p. 105-114, 2023. <https://doi.org/10.1071/ZO22036>. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/zo/Fulltext/ZO22036#R48>. Acesso em: 13 maio 2025.

SMANIOTTO, L. F. Seletividade de produtos alternativos a *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 1, n. 34, p. 3295-3306, 2013.

SPADONI, A. B.; PAPA, G. ZANARDI JUNIOR, J. A. STAUDT, N. G.; CASTRO, M. C. de. **A vida dos insetos**. 8º Congresso de Extensão Universitária da Universidade Estadual Paulista (UNESP), p. 1-4, 2015. Disponível em: <http://200.145.6.205/index.php/congressoextensao/8congressoextensao/paper/view/1514>. Acesso em: 16 abr. 2025.

SORIA, M. F. *et al.* Economic injury level of the neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) on cotton plants. **Neotropical entomology**, Londrina, v. 46, n. 3, p. 324-335, 2016.

SOSA-GOMEZ D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B., CORRÊA-FERREIRA, B.S., MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

SOSA-GÓMEZ, D. R. *et al.* Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. **Agricultural and Forest Entomology**, Reino Unido, v. 22, n. 2, p. 99-118, 2020.

SOTTORIVA, L. D. M.; PICOLO, Luciani; RAMOS, Laura C. H. R. Preferência alimentar e Biologia Reprodutiva de *Phibalosoma phyllinum* Gray, 1835 (Phasmatodea, Phasmatidae) em criações de laboratório. **Multitemas**, Campo Grande, n. 35, 2019. Disponível em: <https://www.multitemas.ucdb.br/multitemas/article/view/855>. Acesso em: 19 abr. 2025.

TAVARES, B. L. P.; LAGES, L. M. P. O uso de insetos em aulas práticas de entomologia e como alternativa para a educação ambiental. **Conedu**. Congresso Nacional de Educação. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2014/Modalidade_1datahora_15_08_2014_14_56_57_idinscrito_3182_db9174f10f1b36945e275c6d4fabda3a.pdf. Acesso em: 07 jun. 2025.

TOVIHO, O. A.; BÁRSONY, P. Nutrient Composition and Growth of Yellow Mealworm (*Tenebrio molitor*) at Different Ages and Stages of the Life Cycle. **Agriculture**, Basel, v. 12, n. 11, p. 1924, nov. 2022.

VILELLA, L. D. M. **Produção de insetos para uso na alimentação animal**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. Disponível em: https://www.academia.edu/86909190/Producao_De_Insetos_Para_Uso_Na_Alimentacao_Animal. Acesso em: 13 maio 2025.

ZAMPIERON, S. L. M. Levantamento da himenopterofauna (classe Insecta) em uma em uma mata de galeria contida numa matriz de pasto, no município de Pratápolis (MG), através da armadilha de Möericke. **Ciência et Praxis**, Passos, v. 3, n. 05, p. 7-12, 2010.

ZENG, Y. *et al.* Canopy parkour: movement ecology of post-hatch dispersal in a gliding nymphal stick insect, *Extatosoma tiaratum*. **Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 223, n. 19, p. jeb226266, 2020.

ANEXO A- RESOLUÇÃO N.º 652/2025- CAD/UEMA REFERENTE A INSTITUCIONALIZAÇÃO DO LABORATÓRIO BIOFÁBRICA DE INSETOS DA UEMA PELO CONSELHO DE ENSINO. PESQUISA E EXTENSÃO (CEPE/UEMA), SÃO LUÍS, MA. 2025.



ESTADO DO MARANHÃO
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

RESOLUÇÃO N.º 652/2025-CAD/UEMA

Julga procedente a aprovação do Projeto de criação e institucionalização do Laboratório Biofábrica de Insetos, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão - CCA/UEMA.

O VICE-REITOR DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA, na qualidade de Vice-Presidente do Conselho de Administração - CAD, no uso de suas atribuições legais e de acordo com o disposto no artigo 40, inciso XVII do Estatuto da UEMA, e; considerando o que consta no Processo SEI n.º 2025.240201.04314;

RESOLVE:

Art. 1º Julgar procedente a aprovação do Projeto de criação e institucionalização do Laboratório Biofábrica de Insetos, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão - CCA/UEMA.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor nesta data, revogadas as disposições em contrário.

Cidade Universitária Paulo VI, em São Luís - MA, 26 de março de 2025.

Prof. Dr. Paulo Henrique Aragão Catunda
Vice-Reitor



Documento assinado eletronicamente por **PAULO HENRIQUE ARAGÃO CATUNDA, VICE-REITOR**, em 23/04/2025, às 16:54, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ma.gov.br/autenticidade> informando o código verificador **7185561** e o código CRC **0A5EA180**.